



**TEPSİ KADAYIFINDA ISIL İŞLEM
VE FARKLI KATKI MADDE KULLANIMININ
AKRİLAMİD VE HİDROKSİMETİL FURFURAL
(HMF) ÜZERİNE ETKİSİ**

Kimya SEYYED CHERAGHI

**Doktora Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR
2019
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**TEPSİ KADAYIFINDA ISIL İŞLEM VE FARKLI KATKI MADDE
KULLANIMININ AKRİLAMİD VE HİDROKSİMETİL FURFURAL
(HMF) ÜZERİNE ETKİSİ**

Kimya SEYYED CHERAGHI

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2019**

Her Hakkı Saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**TEPSİ KADAYIFINDA ISIL İŞLEM ve FARKLI KATKI MADDE
KULLANIMININ AKRİLAMİD ve HİDROKSİMETİL FURFURAL (HMF)
ÜZERİNE ETKİSİ**

Prof. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR danışmanlığında, Kimya SEYYED CHERAGHI tarafından hazırlanan bu çalışma 24/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak **(5./5) oybirliği/oy çokluğu** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Sebahattin NAS

İmza:

Üye: Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR

İmza:

Üye: Prof. Dr. Güzin KABAN

İmza:

Üye: Prof. Dr. Hakan ÖZER

İmza:

Üye: Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY

İmza:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun 11/07/2019 tarih ve 28/98 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP, projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje Kodu: PRJ-2016/246
Proje Kodu: FHD-2019-7295

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

TEPSİ KADAYIFINDA ISIL İŞLEM VE FARKLI KATKI MADDE KULLANIMININ AKRİLAMİD VE HİDROKSİMETİL FURFURAL (HMF) ÜZERİNE ETKİSİ

Kimya SEYYED CHERAGHİ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR

Kızartma ve fırınlama işlemleri sırasında sıcaklık ve sürenin artması ile birlikte, akrilamid ve HMF gibi kanserojenik ve mutajenik bileşikler meydana gelmektedir. Bu çalışmanın amacı, tepsi kadayıflarının formülasyonuna 3 farklı oranda (0, %1.5 ve %3) altı farklı katkı maddesi (asetik asit, glisin, NaHCO_3 , CaCl_2 , sakkaroz ve NaCl) ilave edilmiş ve örnekler 2 farklı sürede (30 dk ve 40 dk) ısıtılmasına tabi tutulmuştur. Üretim sonunda örnekler akrilamid ve HMF analizlerinin yanı sıra renk, pH ve a_w analizlerine tabi tutulmuştur.

Tel kadayıf hamuruna eklenen 6 farklı katkı maddeleri arasında asetik asit haric diğer katkı maddeleri (sakkaroz, NaCl , NaHCO_3 , CaCl_2 ve glisin) kontrole kıyasla akrilamid miktarında düşüşe neden olmuştur. HMF miktarı ise NaCl ve CaCl_2 katkısı ilave edilen örneklerde artmıştır. Buna karşın asetik asit, NaHCO_3 , glisin ve sakkaroz katkıları HMF miktarını azaltmıştır.

Su aktivitesi'nin en yüksek değeri NaHCO_3 katkıda ve en düşük değeri ise glisin katkısı ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Ayrıca en yüksek pH miktarı NaHCO_3 katkıda ve en düşük pH miktarı ise asetik asit katkısında belirlenmiştir. Renk değerlerini incelediğimizde, en yüksek L değeri CaCl_2 katkısında, en düşük L değeri ise glisin katkısında belirlenmiştir. Son olarak en yüksek $+a$ değeri glisin katkısında, en düşük $+a$ değeri ise CaCl_2 katkısında ve en yüksek $+b$ değeri sakkaroz katkısında, en düşük $+b$ değeri ise glisin katkısında belirlenmiştir.

2019, 132 sayfa

Anahtar Kelimeler: tepsi kadayıf, akrilamid, HMF, süre, sakkaroz, NaCl , NaHCO_3 , CaCl_2 ve glisin

ABSTRACT

Ph.D Thesis

THE EFFECT OF HEAT TREATMENT AND USE OF DIFFERENT ADDITIVES ON ACRYLAMIDE AND HYDROXYMETHYL FURFURAL (HMF) IN THE TRAY KADAYIF

Kimya SEYYED CHERAGHI

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR

Carcinogenic and mutagenic compounds such as acrylamide and HMF are formed with increasing temperature and time during frying and baking. The aim of this study was to add six different additives (acetic acid, glycine, NaHCO_3 , CaCl_2 , sucrose and NaCl) to the formulation of the tray kadayifs in 3 different concentrations (0, 1.5% and 3%) and 2 different time (30 min and 40 min) subjected to heat treatment.

In this study, except for 50% acetic acid, other additives (including sucrose, NaCl , NaHCO_3 , CaCl_2 , and glycine) added to the tray kadayif caused a decrease in the amount of acrylamide, compared to the control treatments. However, acetic acid, NaHCO_3 , glycine, and sucrose additives reduced the amount of HMF.

The result showed that the highest value of water activity was determined by adding NaHCO_3 additive and the lowest value by adding glycine additive in tray kadayif dough. In addition, the highest pH value showed in NaHCO_3 additive and the lowest pH value was observed in acetic acid added to the tray kadayif dough. When we examined the color values, the highest L value was observed in the CaCl_2 and the lowest L value in the glycine. Finally, the highest $+a$ value was found in the glycine additive, the lowest $+a$ value was determined in the CaCl_2 addition, also the highest $+b$ value was in the sucrose additive and the lowest $+b$ value was in the glycine additive.

2019, 132 pages

Keywords: tray kadayif, acrylamide, HMF, duration, sucrose, NaCl , NaHCO_3 , CaCl_2 , and glycine.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanması, yürütülmesinde ve sonuçlanmasında emeği geçen, yol gösteren ve her anlamda desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR hocama teşekkür ederim.

Çalışmamda yardımlarını ve bilgilerini benden esirgemeyen başta hocam Sayın Prof. Dr. Güzin KABAN ve Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA hocama, laboratuvar çalışmasında destek olan Sayın Prof. Dr. Kamil HALILOĞLU, bu çalışmamızı sonuçlandırmamız için imkan sağlayan Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DAYTAM) müdürlüğüne ve bu çalışmada emeği geçen tüm arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Herzaman yanımda olan maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen aileme, özellikle babam Seyyed Hassan SEYYEDCHERAGHİ, annem Karina EBRAHİMZADE, eşim Arash HOSSEINPOUR ve kız kardeşim Nadiya SEYYEDCHERAGHİ'ye sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu tez çalışması, Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü “**BAP-2016-246 nolu**” “Isıl İşlem Uygulanmış Tepsi Kadayıfında Meydana Gelen Hidroksimetil Furfural (HMF) ve Akrilamid Miktarlarını Düşürme Yolları” ve “**FHD-2019-7295 nolu**” hızlı destek projeleriyle desteklenmiştir. Destekleri için Atatürk Üniversitesi Rektörlüğüne de ayrıca teşekkür ederim.

Kimya SEYYED CHERAGHİ

Mayıs, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Kadayıf üretimi.....	22
3.2.2. Kadayıf örneklerinde yapılan analizler	25
3.2.2.a. Su aktivitesi analizi.....	25
3.2.2.b. pH tayini	25
3.2.2.c. Akrilamid analizi	26
3.2.2.d. HMF tayini	26
3.2.2.e. Renk yoğunluğunun ölçülmesi	27
3.2.2.f. Duyusal analiz.....	27
3.2.3. İstatistiksel analiz	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	29
4.1. Tepsi Kadayıflarına Ait Su Aktivitesi, Akrilamid, HMF ve pH Değerleri	29
4.2. Tepsi Kadayıf Örneklerine Ait Renk Değerleri	54
4.3. Tepsi Kadayıflarına Ait Duyusal Analiz Değerleri	74
5. SONUÇ	124
KAYNAKLAR	128
ÖZGEÇMİŞ	133

SİMGELER DİZİNİ

µg	Mikrogram
µL	Mikro litre
ABH	Ağızda bıraktığı his
dk	Dakika
g	Gram
GKE	Genel kabul edebilirlik
HMF	Hidroksimetil furfural
kg	Kilogram
M	Molar
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
°C	Santigrat derece
ppb	Milyarda bir kısım
ppm	Milyonda bir kısım
rpm	Dakikadaki devir sayısı
s	Saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Akrilamidin molekül yapısının üç boyutlu gösterimi ve kimyasal yapısı	4
Şekil 1.2. HMF'nin molekül yapısının üç boyutlu gösterimi ve kimyasal yapısı.....	6
Şekil 3.1. Kadayıf örneklerinin hazırlanması.....	23
Şekil 4.1. Tepsi kadayıflarına farklı katkı maddesi ilavesinin a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri	33
Şekil 4.2. Tepsi kadayıflarına farklı katkı seviyesi uygulanmalarının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri	36
Şekil 4.3. Tepsi kadayıflarına farklı pişirme süresi uygulanmalarının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri	39
Şekil 4.4. Farklı katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri	42
Şekil 4.5. Farklı katkı maddesi $\times$ pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri	45
Şekil 4.6. Farklı katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri	48
Şekil 4.7. Farklı katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri.....	52
Şekil 4.8. Tepsi kadayıflarına farklı katkı maddesi ilavesinin a) L, b) +a ve c) +b renk değerlerinin üzerine etkileri	57
Şekil 4.9. Tepsi kadayıflarına farklı katkı seviyesi uygulanmalarının a) L, b) +a ve c) +b renk değerlerinin üzerine etkileri	60
Şekil 4.10. Tepsi kadayıflarına farklı pişirme süresi uygulanmalarının a) L, b) +a ve c) +b renk değerlerinin üzerine etkileri	62
Şekil 4.11. Farklı katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) L, b) +a ve c) +b renk değerleri üzerine etkileri	65
Şekil 4.12. Farklı katkı maddesi $\times$ pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) L, b) +a ve c) +b renk değerleri üzerine etkileri	67

Şekil 4.13. Farklı katkı seviyesi × pişirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının	
a) L, b) +a ve c) +b renk değerleri üzerine etkileri	70
Şekil 4.14. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi × pişirme süresi interaksyonunun	
tepsi kadayıfının a) L, b) +a ve c) +b renk değerleri üzerine etkileri	73
Şekil 4.15. Tepsi kadayıflarına farklı katkı maddesi ilavesinin a) dış görünüş,	
b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve	
h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri	81
Şekil 4.16. Tepsi kadayıflarına farklı katkı seviyesi uygulanmalarının a) dış görünüş,	
b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve	
h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri	86
Şekil 4.17. Tepsi kadayıflarına farklı pişirme süresi uygulanmalarının a) dış görünüş,	
b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve	
h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri	92
Şekil 4.18. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi interaksyonunun tepsi kadayıfının	
a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda	
bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri	97
Şekil 4.19. Farklı katkı maddesi × pişirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının	
a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda	
bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri	103
Şekil 4.20. Farklı katkı seviyesi × pişirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının	
a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda	
bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri	109
Şekil 4.21. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi × pişirme süresi interaksyonunun	
tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma,	
f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine	
etkileri.....	116
Şekil 4.21. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi × pişirme süresi interaksyonunun	
tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma,	
f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine	
etkileri.....	118
Şekil 4.22. Tepsi kadayıflarına farklı katkı, katkı seviyeleri ve pişirme sürelerinin	
uygulanmalarının görüntüleri.....	119

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Akrilamidi azaltma stratejilerinin HMF üzerindeki etkileri	15
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan farklı katkı maddeler, katkı seviyeleri ve pişirme süreleri	23
Çizelge 4.1. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresinin su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerlerine ait sonuçlar	29
Çizelge 4.2. Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kıztartılan tepsi kadayıfın su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları	30
Çizelge 4.3.a. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi değişkenine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	31
Çizelge 4.3.b. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	35
Çizelge 4.3.c. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı pişirme süresine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	38
Çizelge 4.3.d. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve katkı seviyesi interaksiyonuna ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	41
Çizelge 4.3.e. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	44
Çizelge 4.3.f. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	47

Çizelge 4.3.g. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	50
Çizelge 4.4. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresinin renk değerlerine ait sonuçlar	54
Çizelge 4.5. Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıfın renk değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.6.a. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi değişkenine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	56
Çizelge 4.6.b. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	58
Çizelge 4.6.c. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı pişirme süresine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	61
Çizelge 4.6.d. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve katkı seviyesi interaksiyonuna ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	63
Çizelge 4.6.e. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	66
Çizelge 4.6.f. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	68
Çizelge 4.6.g. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	71
Çizelge 4.7. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresine ait duyuşal değerlendirme sonuçları.....	74
Çizelge 4.8.a. Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıfın dış görünüş, iç renk, tat ve koku değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları	75

Çizelge 4.8.b. Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıfın aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları	76
Çizelge 4.9.a. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi değişkenine ait duyu analizi analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	78
Çizelge 4.9.b. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesine ait duyu analizi analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	84
Çizelge 4.9.c. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı pişirme süresine ait duyu analizi analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	89
Çizelge 4.9.d. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve katkı seviyesi etkileşimine ait duyu analizi analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	95
Çizelge 4.9.e. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve pişirme süresi etkileşimine ait duyu analizi analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	101
Çizelge 4.9.f. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesi ve pişirme süresi etkileşimine ait duyu analizi analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	107
Çizelge 4.9.g. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresi etkileşimine ait duyu analizi analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	113
Çizelge 4.10. Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıf tatlısının analize tabii tutulan parametrelerin birbirleriyle olan korelasyon sonuçları	122

1. GİRİŞ

Kadayıf, Arapçada “kadife” kelimesinin çoğul hali olarak kullanılmakta olmasının yanında, tel ve yassı çeşitleriyle Türk mutfağında oldukça geniş bir yere sahip olan geleneksel bir malzemedir. Kadayıfın baklava çeşitlerinden dahi daha yoğun bir biçimde tercih kaynağı olduğu bilinmektedir (Anonim 2012). Tarihçesine bakıldığında, kadayıfa Selçuklular zamanında dahi rastlanıldığı görülmektedir. Hem Selçuklu hem de Anadolu Beylikleri zamanında kadayıfın yemek listelerinde var olduğu, sultanların da tatlı tercihleri içerisinde önemli bir yere sahip olduğu kaydedilmiştir. kadayıf ve kadayıflı tatlıların cevizli, fıstıklı, kaymaklı veya fındıklı gibi pek çok çeşidi bulunmaktadır. Bu çeşitlerin Türkiye’nin hemen her köşesinde beğeni ile tüketilmekte olduğu bilinmektedir (Anonim 2012).

Türkiye’de bu kadar yoğun bir şekilde tüketimi gerçekleştirilen kadayıf tatlısının içeriği un ve sudan oluşmaktadır. Yarı mamul gıda maddesi olan kadayıf, fırında kızartılması ardından sıcak bir haldeyken soğuk bir şerbet, soğuk vaziyetteyken sıcak şerbet dökülmesiyle hazır hale getirilmektedir. Servisi esnasında tüketicinin zevki doğrultusunda üzerine ceviz, fındık, fıstık, süt, kaymak veya pekmez gibi ilaveler yapılabilmektedir (Pekak 2006).

Kadayıf çeşitleri; kadayıf dolması, tel kadayıf, ekmek kadayıfı, künefe, beyaz kadayıf, tepsi kadayıf, kaymaklı kadayıf, yağsız kadayıf, saray tel kadayıfı, Fodula kadayıfı, yufkalı kadayıf, beyaz kadayıf şeklinde sıralanabilmektedir. Fodula kadayıfının francala ekmek tipi kullanılarak üretildiği bilinirken, yağsız kadayıfın da yağ kullanılmaksızın, süt, şeker ve kaymak kullanımı ile üretiminin gerçekleştiği bilinmektedir (Anonim 2012).

Tel kadayıf yarı mamulü, “tel kadayıf standartlarına” (TS 10344, 1992) uygun olarak üretilmesi gereken bir gıda maddesidir. Üretim sürecinde elenmiş buğday ununa içme suyu ilavesi yapılarak hazır hale getirilen akışkan hamurun uygun teknikler ile dökülmesi, pişirilmesi ve bu doğrultuda gerekli olduğunda kızartılması neticesinde elde edilmektedir

(Anonim 1992). Tel kadayıfının kızartılmadan veya kızartılarak piyasada satışı olduğu bilinmektedir. Kadayıfın içeriğinde yer alan buğdayın kalitatif nitelikleri oldukça önemlidir. Buğday unundan elde edilen gıdalar, birbirlerinden oldukça farklı buğday kalite niteliklerine ihtiyaç duymaktadır (Pekak 2006).

Farklı nitelikler ihtiva eden ürünlerin üretiminde, farklı protein ve zedelenmiş nişasta miktarları gerekli olmaktadır. Nişasta zedelenmesi sert buğdayların öğütülmesi esnasında daha çok görülmekte olan bir durumdur. Zedelenmiş nişastanın normal nişastadan farkı daha fazla suyu içeriğinde hapsetmesidir (Oliver 2003; Pekak 2006).

Yumuşak buğday tohumlarının içeriğinde protein oranı düşük, nişasta miktarı yüksektir (Yamazaki and Greenwood 1981). Sert buğday tohumlarında ise durum tam tersi olması dolayısıyla yumuşak buğday tohumlarının daha az su kaldırmakta olduğu bilinmekte, kadayıf üretiminde kullanılacak hamurun akışkanlığının eldesinde biraz daha su ilavesinin gerekli olduğu görülmektedir. Glüten miktarı hamurun ıslaklık ayarında önemli bir niteliğe sahip olduğu için glüten miktarının optimum seviyede olması önemli olmaktadır. Kadayıf hamurunun akışkanlığını sağlayan suyun uzaklaştırılması, pişirme sürecinde tepsinin ıslatılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Yumuşak buğday tohumlarından elde edilen unun özellikle bisküvi üretiminde kullanılmakta olduğu bilinmektedir (Pekak 2006).

Protein miktarı yüksek olan özlü unlar kullanılarak istenilen akışkanlıkta hamur eldesini sağlamak oldukça zor bir işlemdir. Özlü ve kuvvetli unların kadayıf hamurlarının akıcılığının istenilen niteliklerde sağlamanın zorluğu dolayısıyla hamurun tepsi üzerinde dökümünün güçlüğüne ek olarak, eklenmiş olan yüksek miktardaki suyun uzaklaştırılma süreci son derece uzamaktadır. Kadayıf üretimindeki özlü unlarla ilişkili olan bu problemlerin giderilmesi için üreticiler proteaz enzimi ya da sodyum metabisülfid ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) gibi maddelerin ilavesine ihtiyaç duymaktadırlar. Özellikle yaz aylarında sıcak hava dolayısıyla hamura eklenen indirgen maddelerin kadayıfın tadında ekşimelere, yapışmalara, kadayıfın son halinin hamurumsu nitelik sergilemesine ve hatta

küflenmelere sebebiyet vermektedir. Akışkanlığın oluşmasında glutenin uzama niteliğini belirleyen gliadin miktarı da önemli olmaktadır (Pekak 2006).

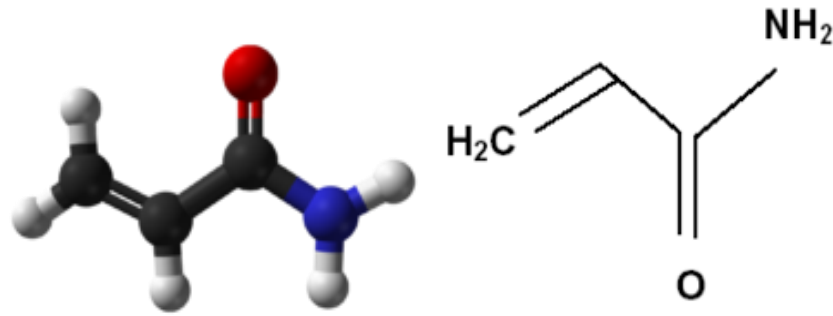
Hamur üretiminde kazana un ve su koyularak karıştırma işlemi başlatılır. Akıcılık kıvamı uygun olduğunda dinlendirme teknesine alınır. Hamurun koşullara göre belirli bir süre dinlenmesi sağlanır. Daha sonra hamur stil adı verilen ince delikli hazneden geçirilerek, alttan likid gazla 200°C'ye kadar ısıtılan ve ortadaki bir mil vasıtasıyla kendi ekseninde dönen tepsisinin üzerine çok ince tel şeklinde dökülür. Bu işlem tepsi doluncaya kadar devam eder. Belirli oranda suyu buharlaşan kadayıf bir fırça ile tepside alınır. Hamur içeriğindeki su buharlaşmazsa, hem kadayıfın hamurlaşması hem de raf ömrünün kısılması kaçınılmazdır. Bu aşamanın ardından toplanan tel kadayıfları raflara konur, kurumaması adına bazen içerisine buhar verilir. Dinlenme süreci bittikten sonra ise kadayıflar ambalajlanır (Anonim 2012).

Gıdaların çoğunluğunun tüketim sürecinde öncelikle ön işlemlerle yenilebilir forma dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu ön işlemler arasında haşlama, kızartma, öğütme gibi işlemlerden bahsedebilmek mümkündür. Gerçekleştirilen bu ısı işlemlerin gıda içeriğinde yer alan bileşenler üzerinde değişimlere neden olduğu bilinmektedir. Bu değişimlere protein denatürasyonu, Maillard reaksiyonu, karamelizasyon, lipid oksidasyonu örnek olarak gösterilebilmektedir. Isı işlemler esnasında oluşan değişimlere ek olarak akrilamid gibi kanserojen nitelikli bileşikler ortaya çıkmaktadır (Gökmen 2010).

Maillard reaksiyonunun başlangıcında indirgen şekerlerde bulunan karbonil grubu ile amino asitlerin amino grubu kondenze olur. Akabinde erken uçucu ürünler, orta ve yüksek molekül ağırlıklı polimerler oluşur (Jing and Kitts 2004). Bu reaksiyonlar aynı zamanda amino asitlerle lipit oksidasyon ürünleri arasında da oluşmaktadır. Lipit oksidasyon ürünleri aynı şekilde Maillard reaksiyonlarında yer alan indirgen şekerler gibi rol üstlenmektedir (Yilmaz and Toledo 2005). Spesifik bir şekilde aroma ve renk karakterlerinin oluşumuna katkıda bulunan ürünlere Maillard Reaksiyon Ürünleri (MRÜ) denilmektedir (Mlotkiewicz 1998; Tressl and Rewicki 1999). Bu reaksiyonlar enzimatik

olmayan renk kahverengileşmeleri veya kararmaları şeklinde bilinmektedir. Bu reaksiyonlar pH, reaktantların tipi, su aktivitesi veya sıcaklık gibi etkenlere bağlı bir şekilde renkli ya da renksiz reaksiyon ürünleri oluşturmaktadır (Hidalgo and Zamora 2000).

Akrilamidin eldesi ilk defa, Moureau tarafından 1893 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu işlem 10°C’de akril klorürün doymuş benzen çözeltisi içerisine oldukça yavaş bir şekilde amonyak eklenip kaynatılmasının ardından süzülüp amonyum klorürün uzaklaştırılması ve hemen ardından soğutularak akrilamidin çöktürülmesi ile gerçekleştirilmektedir. Akrilamid nörotoksik bir maddedir. Bu durum deney hayvanlarıyla yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Aynı zamanda son yıllarda akrilamidin genotoksik ve kanserojen nitelik taşıdığı da belirlenmiştir. Erime noktası 84.5°C, kaynama noktası (25mmHg) 125°C’dir. Yakıcı ya da tahriş edici özelliği yoktur. Zayıf asidik özelliklerinin yanında zayıf bazik özelliklere de sahiptir. İki farklı fonksiyonel gruba sahip monomerik yapılardan oluşmuş olan bir maddedir. Elektronca zayıf çift bağa ek olarak bir adet amid grubu içeren kimyasal yapısı, kimyasal reaksiyonlara katılımında aktif rol oynamaktadır (Can 2007).



Şekil 1.1. Akrilamidin molekül yapısının üç boyutlu gösterimi ve kimyasal yapısı

Akrilamid beyaz renkli, koku ihtiva etmeyen ve katı kristal yapıda bir maddedir. Suda çözünürlüğü yüksektir (255 g/L su) ve buna ek olarak kanserojen nitelik de taşımaktadır (Seyyed Cheraghi 2014).

İsveçli araştırmacıların yaptığı çalışmada kızartılan veya fırınlanan nişasta içerikli gıdaların akrilamid içerdiği belirlenmiştir (Anonim 2002). Akabinde gerçekleştirilen diğer çalışmalar da bu bilgiyi doğrular niteliktedir (Konings *et al.* 2003; Svensson *et al.* 2003; Gölükcü ve Tokgöz 2005).

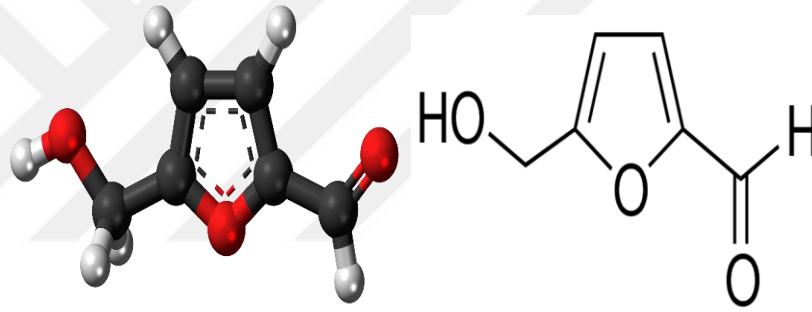
Akrilamidin oluşumundaki yaygın görüş, gıda içeriğinde amino asit ile basit şeker yapılarının reaksiyonu sonucu oluşmasına dairdir (LoPachin and Canady 2004). Sharp (2003) tarafından yapılan çalışmada, karbonhidrat içeriği bakımından zengin gıdaların 120°C'den yüksek sıcaklığa maruz kalması neticesinde ürünün akrilamid içeriğinin 1mg/kg değerinden fazla olduğu tespit edilmiştir. gıdaların ısıya maruziyetleri ile akrilamid oluşumu arasında bir ilişki bulunmaktadır. Özellikle gıdaların 110°C üzerinde bir sıcaklığa maruz kalması neticesinde akrilamid içeriğinde artış görülmektedir. Sıcaklığın kontrolü ile gıdalarda ortaya çıkan akrilamid miktarının azaltılabileceği düşünülmektedir (Gölükcü ve Tokgöz 2005).

Akrilamidin insan sağlığı için zararlı nitelik taşıması, bu maddenin ortaya çıkmasına neden olan kızartma, fırınlama, ızgara gibi yöntemler yerine akrilamidi oldukça düşük oranda içeren haşlama tekniği ile hazırlanan gıdaların tercih sebebi olması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca akrilamid oluşumuna neden olan pişirme tekniklerinin uzun süre ile yüksek sıcaklıklar kullanılarak gerçekleştirilmemesi gerekmektedir (Gölükcü ve Tokgöz 2005).

Akrilamid ile akut zehirlenme dozu 375mg/kg vücut ağırlığı olduğu bilinmektedir. Bu doz miktarı karaciğerde olumsuzluklara ve bunun yanında periferik nöropati (omurilik sinirlerinde görülen fonksiyon bozukluğu) hastalıklara neden olmaktadır (Brent and Stanley 2003; Sharp 2003).

5- (hidroksimetil) -2-furaldehit (HMF) aromatik alkol, aromatik aldehit ve furan halkasından oluşmakta olan bir maddedir. HMF asitli ortamda hegsoz hidrolizi ya da Maillard reaksiyonu içerisinde bir ara ürün olarak elde edilmektedir (Seyyed Cheraghi 2014).

HMF gıdaların ısıtılması, karamelizasyonu esnasında gıdaların istenilen renk, tat ve aromaya ulaşmasında katkı sahibi olan Maillard reaksiyonu neticesinde ortaya çıkmaktadır (Zhang and An 2017). 5-Hidroksimetilfurfural veya 5-hidroksimetil-2-furaldehit (HMF), karbonhidrat bakımından zengin pek çok gıdanın (bisküvi, ekmek, kahvaltılık gevrekleri gibi) ısı ile muamelesi neticesinde görülen Maillard reaksiyonu esnasında ortaya çıkan bir ara üründür. HMF ile ilgili yapılan araştırmalar, DNA’da kırıklara neden olan, mutajenik nitelik sergileyen bir madde olduğunu ortaya koymuştur. Gıda içeriğinde HMF oluşması genotoksik, mutajenik ve kanserojenik etkiler neticesinde kolon-rektum, karaciğer, cilt gibi dokularda kanser oluşumuna neden olmaktadır (Teixido 2006).



Şekil 1.2. HMF’nin molekül yapısının üç boyutlu gösterimi ve kimyasal yapısı

HMF’nin mutajenik ve DNA zincirini kıran etkisinin incelendiği bir çalışmada, HMF sülfometiltransferazlarla aktif hale getirildiğinde genotoksik etki sergilediği bildirilmektedir (Kahraman 2012). Akabinde yapılan diğer çalışmalarda HMF’nin hem bakterilerde hem de insan hücrelerinde mutajenik ve genotoksik etkileri uyarıcı nitelik sergilediğini göstermektedir. Aynı zamanda sıçan ve farelerde yapılan çalışmalar kolon ve karaciğer kanseri oluşumunu indükleyen maddenin HMF olduğunu ortaya koymaktadır (Zhang and An 2017).

Gıdaların içeriğinde yer alan HMF miktarları bazı gıdalarda 1 g/kg oranını aşan nitelikler sergileyebilmektedir (Zhang and An 2017). Bu durumda insanların bu maddeye maruziyetini engellemenin son derece zor olduğu görülmektedir. Günlük olarak kişi başı

150 mg miktarında HMF alımı, 2.5 mg/kg vücut ağırlığına eşdeğer bir tüketimin varlığı öngörülmektedir (Janzowski *et al.* 2000).

İlk defa 1820 yılında jelatinden izole edilmiş olan glisin temel bir amino asittir. Buna ek olarak iyi kaliteye sahip olan ipek fibrillerinin içeriğinde de yer almaktadır. Glisin, serin ve treonin amino asitlerinden sentezlenebildiği için diyetle alınması gerekmemektedir. Glisinin yan grubu hidrojenidir ve en küçük amino asittir. Bu sebeple hidrofilik veya hidrofobik nitelik sergilememektedir. Yan zincirinin kısa olması dolayısıyla hidrofobik etkileşimlere girmemektedir. Sinir sisteminde kullanılan glisin, epileptik nöbetlerin oluşumunun engellenmesinde etkilidir. Merkezi sinir sistemi içerisinde bir inhibitör nörotransmitter şeklinde etkisini sergilemektedir. Hiperaktivitenin önlenmesi, manik depresyon tedavisinde de faydalıdır (Kaşarcı Hakan 2013).

Tuzun ana maddesi sodyum klorürdür. Temelde sofrata tuzu ve gıda sanayisinde kullanılan tuzlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Gıdaların içeriğinde bulunmasının yanında, göller, denizler veya kayalardan saf biçimde elde edilmesi mümkündür. Sofrata tuzunun gerçek ismi “sodyum klorür”dür. Tuzun içeriğinin %60’ı klor maddesinden, %40’ı ise sodyumdan meydana gelmektedir. Gıdalara lezzet vermesinin yanında sodyum ve klor ihtiyacının karşılanmasında da oldukça önemlidir (Ayaz 2008).

Kimyasal formülü NaHCO_3 olan sodyum bikarbonat, antiasit niteliğe sahip sodyum tuzlarından biridir. Hamurları kabartarak etki gösterir. Suda çözünebilen, beyaz renkli, katı ve kristal nitelikte bir maddedir. Sodyum karbonata benzer bir şekilde alkali bir taddedir (Anonim 2018b).

Etonoik asit diğer ismiyle de tanınan asetik asit, doğal ortamda karbonhidratların yükseltgenmesiyle ortaya çıkan bir asit türüdür. Günlük hayatta en bilinen kullanım formu %4-18 oranı aralığında seyreltilerek kullanılan sirke asitidir. Kendine özgü ekşi bir tada ve kokuya sahip olan asetik asidin seyreltilmemiş formuna buzul asetik asit denilmektedir. Gıda sanayinde kullanımı daha çok E260 kodu ile asit katkı maddesi, çeşnilik veya asitlik düzenleyici olarak görülmektedir. Bu şekilde kullanımı birçok ülkede

(Kanada, Avrupa Birliğı, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya ve Yeni Zelanda) kabul görmektedir (Anonim 2017).

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresinin (FDA) tanımladığı şekilde şeker, sadece “sukroz”dur. Tüketicilerin evlerinde kullandığı en yaygın tatlandırıcı madde olmasının yanında gıda sanayisinde de oldukça yaygın bir biçimde kullanılan en önemli tatlandırıcı maddelerden biridir (Mariotti and Alamprese 2012). Sukroz doğada pek çok formda bulunmaktadır. Özellikle yeşil bitkilerin yaprak ve gövdelerinde, meyvelerinde, köklerinde veya rizom yapılarında sukroza rastlanmaktadır. Sukrozun eldesindeki en önemli iki kaynak şeker kamışı ve şeker pancarıdır (Belitz *et al.* 2009). Günümüz dünyasında elde edilen şekerin %70’i şeker kamışından, %30’u ise şeker pancarından temin edilmektedir (Anonim 2003). α -D-glukopiranozil ve β -D-fruktofuranozil maddelerinin birleşmesi neticesinde sukroz oluşmaktadır (Bemiller and Wistler 1996).

Kalsiyum klorür (CaCl_2), oda sıcaklığındaki formu katı olan, iyonik yapılu tuzlar arasında bulunan bir maddedir. Kalsiyum klorürü elde etmek için kireç taşı kullanılabilir. Buna ek olarak kalsiyum klorür solvay yönteminde yüksek miktarda yan ürün olarak üretilmektedir. Higroskopik bir yapıya sahiptir. Nemi içerisinde hapsedebilme niteliğine sahiptir. Düşük bir donma noktasına sahip olduğundan kullanım alanı oldukça yaygındır. Suda veya alkol içerisinde çözünür. Çözelti kapsamında yer aldığı anda kalsiyum iyon kaynağı olarak fonksiyon sergiler. Kalsiyum bileşiklerinin çözünememesi dolayısıyla dipte çökelmeye neden olur (Anonim 2018a).

Kızartma veya fırınlama gibi pişirme işlemleri sırasında uygulanan sıcaklığın derecesi ve uygulama süresinin artışı, akrilamid ve HMF değerlerinde artışa neden olmaktadır. Genellikle kızartma işleminin yüksek sıcaklık ve uzun süre ile gerçekleşmesi neticesinde daha yoğun bir biçimde ortaya çıkan aroma maddeleri dolayısıyla tüketiciler yüksek sıcaklık, uzun süre kombinasyonu ile kızartma işlemi yapmaktadır. Bu işlem esnasında ortaya çıkan kırmızı rengin yoğunluğu ile HMF ve akrilamid miktarlarının artışı ile ilişkili olmaktadır.

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasının amacı, kızartma ve fırınlama işlemi neticesinde ortaya çıkan akrilamid ve HMF miktarlarının azaltılmasının sağlanmasıdır. Bu doğrultuda kanserojenik ve mutajenik nitelik sergileyen bu yapıların, ısıl işlemde geçen gıdaların içeriğinde kabul edilebilir bir seviyede kalmasının sağlanması ya da gıda içerisinde ortaya çıkan miktarlarının kontrol altına alınmasıdır. Bu amacı gerçekleştirmek adına, tel kadayıf formülasyonu içerisine ilave edilecek bazı maddelerin kullanımı ile uygulanacak farklı sıcaklık ve süre faktörlerinde akrilamid ve HMF içeriğinin azaltılması sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca kullanılacak katkı maddelerinin vücutta birçok organın işleyişi üzerinde pozitif etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu doğrultuda bahsi geçen katkıların insan beslenmesinde yer almasının son derece önemli olduğu açıkça görülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Isıl işlem uygulanmış gıdalarda akrilamidin oluşumunu azaltmak için asparajinaz enziminin ilavesi ile gıdalardaki asparajini azaltmak, kabartma ajanı olan NH_4HCO_3 kullanılmaması, indirgen şekerlerin yerine indirgen olmayan şekerlerin kullanılması, asparajin yerine diğer amino asitlerce zengin protein hidrolizatlarının kullanılması, kepekli un yerine rafine un kullanılması, kalsiyum ve buna benzer katyonların ilave edilmesi, ürüne uygulanan termal enerji miktarının azaltılması, asitliğin artırılması (düşük pH) ve fermentasyonu uzatarak asitliğin artırılması gibi yöntemler kullanılmalıdır (Gökmen 2010).

Çeşitli çavdar taneleri ve bunlardan elde edilen ekmeklerin akrilamid içeriği ve akrilamidi azaltma yolları incelenmiştir. Bu araştırma çerçevesinde, çavdar deneme tarlalarında toprağın kükürt yeterliliği analiz edilmiş ve standart yöntemler kullanılarak çavdar tanelerinde, hamur ve ekmekte amino asit içeriği araştırılmıştır. Çavdar tanesinden, un ve ekmekten numuneler alınmıştır. Daha sonra ekmeğin akrilamid muhtevası üzerindeki asparajinaz enziminin, biberiye özünün ve sitrik asidin etkisi incelenmiştir. Toprak analizinde kükürt ihtiva eden bileşiklerde yetersizlik görülmüştür. Çavdar ekmeği üretiminde asparajinaz enziminin kullanımı, çavdar ekmeğinin akrilamid içeriğinde önemli bir azalmaya ($p > 0.05$) neden olmamıştır. Çavdar hamuruna biberiye ekstraktının eklenmesi ekmeğin akrilamid miktarında azalma meydana getirmemiştir. Çavdar hamuruna sitrik asit ilavesi çavdar ekmeğinin akrilamid içeriğini %66 oranına düşürmüştür. Ancak tadı üzerinde olumsuz bir etki meydana getirmiştir. Bu nedenle, ekmeğe eklenebilir sitrik asidin optimum miktarının, asidite ve tat gibi duyuşal özelliklerini değiştirmeden belirlenmesi gerekmektedir (Kunkulberga *et al.* 2014).

Unun randımanı ve pişirme sıcaklığının düşürölmesi, pişirme işleminde sırasında ekmeğın akrilamid içeriğini azaltmıştır. Ancak, daha düşük randımanlı un kullanıldığında akrilamid oluşumunu azaltmıştır. Ayrıca, hamura glisin ilavesi hem yassı ekmeğın hem de ekmek kabuğının akrilamid içeriğini önemli ölçüde düşürmüştür. Farklı randımanlı

unlarla hazırlanan hamurlar, 2 saat fermentasyona bırakıldığında asparajinin miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Keramat *et al.* 2011).

Vakum altında pişirmede, bisküvilerin akrilamid içeriği, tekstürü ve rengi araştırılmıştır. Pişirme deneyleri 205°C sıcaklıkta ya tamamen atmosfer basıncı altında (PABs = 101 kPa) ya kısmen atmosferik basınç altında ya da kısmi olarak düşürülmüş basınç (40 ve 60 kPa PABs) altında yürütülmüştür. Pişirme süresi bisküvilerin son nem içeriğinin benzerliği baz alınarak ayarlanmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde, bisküvilerin vakum altında pişirme prosesinin sonucu olarak akrilamid seviyesinin düştüğü, ancak geleneksel pişirme ile karşılaştırıldığında bisküvilerin benzer yeme kalitesinin daha açık yüzey rengi ve düşük sertliğe sahip olduğu gözlenmiştir. Bu araştırma, pişirmenin son aşamasında kısmi vakum uygulanmasının, bisküvilerde akrilamid oluşumunu azaltmak için etkili bir strateji olduğunu göstermiştir. Bu proses değişikliği geriye kalan iç nemin hızla uzaklaşmasına izin vermemekte, ancak sonuç olarak ürünün yüzey ve içine keskin bir sıcaklık bırakılmasına neden olmaktadır. Önerilen bir yaklaşım olan pişirme süresi ve sıcaklığın azaltılması, akrilamid oluşumunu sınırlamada büyük bir potansiyele sahiptir (Palazoğlu vd. 2015).

Rydberg *et al.* (2003)'un yaptığı bir çalışmada rendelenmiş ve homojenize edilmiş patateslerle farklı konsantrasyonlarda sitrik asit kullanımının akrilamid oluşumuna etkisini araştırmışlardır. Patatesler 180°C sıcaklıktaki fırında 25 dakika süre boyunca ısıtılmıştır ve pH düşüşüne bağlı olarak oluşan akrilamid miktarında bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada bisküvi pişirmesinde sıcaklık, süre ve iki farklı yöntemin ($R_1 = 0.65$ w/w NaCl ve $R_2 =$ NaCl ilave edilmemiş) akrilamid ve HMF'nin oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. Akrilamid konsantrasyonu her iki R_1 ve R_2 yönteminde 200°C sıcaklıkta en yüksek seviyeye ulaşmıştır. R_1 yönteminde bisküviler 15 dakika pişirildikten sonra akrilamid içerikleri 76mg/kg, 142mg/kg ve 200mg/kg olmuştur. Bu bisküvilere uygulanan pişirme sıcaklıkları sırasıyla 180, 190 ve 200°C'dir. 180°C'de R_1 ve R_2 yöntemleri arasında belirgin bir farklılık gözlenmiştir. Sonuç olarak sıcaklığın

azalması ve NaCl ilavesi ile akrilamid miktarında düşüş izlenmiştir. R₁ yönteminde HMF miktarı ise 15 dakika pişirildikten sonra 2.7mg/kg, 17.50 mg/kg ve 295 mg/kg olmuştur. Bu bisküvilere uygulanan pişirme sıcaklıkları ise sırası ile 180, 190 ve 200°C'dir. Sonuç olarak HMF miktarının azalması R₂ yönteminde 180°C'de saptanmıştır (Van Der Fels-Klerx *et al.* 2014).

Yapılan diğer bir çalışmada bisküvilerin akrilamid içeriğinin amino asit eklenmesiyle azaltılması hedeflenmiştir. Bisküvinin üretim sürecinde kullanılan formülasyon içeriğinde değişiklikler yapılarak, farklı miktarlarda serum protein hidrolizatı (%1,25, %2,5, %5,0 ve %10) eklenmiş ve 205°C'de 11 dk ve 15 dk sürelerde pişirilmiştir. Serum protein hidrolizatında var olan amino asitler asparajinle rekabete girerek, indirgen şekerlerle reaksiyona girmiştir. Bunun sonucu olarak akrilamid miktarında önemli ölçüde azalma (%23–43) kaydedilmiştir. Bunun yanında bisküvilerin rengi, HMF miktarı ve antioksidan aktivitesi üzerine eklenen serum protein hidrolizatının etkileri de saptanmıştır. Sonuç olarak eklenen serum protein hidrolizat miktarında artış kaydedildikçe, bisküvilerin rengi koyulaştığı ve HMF miktarı ile antioksidan aktivitesinin de arttığı kaydedilmiştir (Yıldırım 2010).

Yapılan bir çalışmada, arpa tanelerinde var olan indirgen şeker ve asparajin düzeyinin artması durumunun, malt üretiminin çimlendirme aşamasında ortaya çıkan enzimatik reaksiyonların artmasıyla ilişkili olduğu saptanmıştır. 100 ile 200°C aralığında artırılan kavurma sıcaklıklarıyla doğru orantılı olarak akrilamid içeriğinin arttığı ve malt renginin koyulaştığı gözlenmiştir. Kurutma basamağı öncesinde yeşil malt üzerine asparajinaz enzimi ve/veya glisin uygulanmıştır. Bu durum kavurma sıcaklıklarının artırılmasıyla yeşil maltta var olan akrilamid içeriğinin artması noktasında sınırlayıcı etki göstermiştir. Yeşil malta 3000 ASNU/kg miktarında enzim uygulanması durumunda akrilamid oranı %20 azalmış, uygulanan enzim miktarı 4000 ASNU/kg olduğunda ise akrilamid içeriğinin %32 oranında azaldığı gözlenmiştir. Yeşil malta 3000 ppm glisin uygulanması akrilamid oranını %12 azaltırken, 5000 ppm oranında glisin uygulanması ise akrilamid oranını %22 düzeyinde azaltmıştır. Glisin uygulaması ile enzim uygulamasının birlikte

kullanımı sonucunda akrilamid miktarının %60 oranında azaldığı görülmüştür (Basıncı 2010).

Akıllıoğlu vd (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, fermantasyon sırasında mayanın 5-Hidroksimetilfurfuralı parçalaması incelenmiştir. Bu çalışmada malt fermantasyonu boyunca *Saccharomyces cerevisiae* tarafından HMF'nin kinetik bozulması gözlenmiştir. Fermantasyon ilerledikçe HMF'nin katlanarak azaldığı sonuçlarla belirlenmiştir. Birinci derecede HMF'nin bozulma oranı malt ve tatlı malt için sırasıyla, 0.693×10^{-2} ve 1.397×10^{-2} değerlerindedir ve bu da şekerin yükselmesi ile maya aktivitesinin arttığını göstermiştir. Malta, mayalar yüksek verimle (%79-84 dönüşüm) HMF'yi hidroksimetil furfurile dönüştürmüştür. Soluk malt ile kıyaslandığında glikoz ve früktoz daha koyu kavrulmuş malt mayaları tarafından daha hızlı kullanılmıştır ($p < 0.05$). HMF'nin hidroksimetil furfuril alkole dönüşümü maya hücrelerinin birincil etkinliği gibi görünmektedir ve fermantasyon ortamında şekerlerin varlığı bu aktiviteyi artırmaktadır. Çok sıcak koşullara bağlı olarak, malta yüksek miktarlarda 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) oluşmuştur. Bununla birlikte, farklı çeşitteki biralarda HMF içeriğinin nispeten düşük oluşu, fermentasyon süresince parçalanma potansiyelinin bir göstergesi olarak gösterilmiştir.

Başka bir araştırmada gevrek ekmek model sistemlerinde kızartma sırasında Maillard reaksiyonu ve akrilamid oluşumu üzerine un tipinin etkisi ve azaltma stratejileri incelenmiştir. Adı geçen reaksiyonlar enzimatik olmayan esmerleşme diye adlandırılır. Bu çalışmada, un, su ve mayadan oluşan bir gevrek ekmek model sistemi kullanılarak, un türü (buğday, çavdar ve tam buğday unları) ve işleme koşullarının etkisi incelenmiştir. Ekmek farklı süre ve sıcaklıklarda kızartılmıştır. İkinci dizi deneylerde, HMF ve akrilamid gibi potansiyel olarak zararlı Maillard reaksiyonu bileşiklerinin oluşumunu azaltma yeteneklerini test etmek için, birkaç katkı maddesi (glisin, %0.1 un üzeri; asparajinaz enzimi, 2000 U kg^{-1} un ve yeşil çaydan alınan bir antioksidan) temel formülasyonlara ilave edilmiştir. Antioksidan aktivite ile birlikte esmerleşme gelişmesi ve su içeriği de izlenmiştir. Çavdar model sistemlerinde tüm deney sıcaklıklarında HMF ve akrilamid seviyesi en yüksek, buna karşın tam buğdayda HMF daha az olmuş, ancak

tam buğdayın akrilamid seviyesi buğdaydan daha yüksek çıkmıştır. Glisin eklenmesini akrilamid oluşumunu azaltmada etkili olmuştur ve bu ekleme durumu, esmerleşme gelişmesini, antioksidan aktivitesini ve HMF oluşumu arttırmıştır. Asparajinaz %88'e kadar akrilamid oluşumunu azaltmıştır ve bunun yanında esmerleşme gelişmesi ile antioksidan aktivitesi üzerinde etkisi olmamıştır. Yeşil çayın eksogenus antioksidan bileşiminin eklenmesi akrilamid oluşumu üzerinde net bir etki yapmamıştır. Bu durumun bir sonucu olarak muhtemelen düşük yağ içeriğine sahip olan bu antioksidan; fırıncılık ürünlerinde azaltma stratejisi olarak kullanışlı olmamıştır (Capuano *et al.* 2009).

Yapılan bir araştırmada model sistemde Maillard reaksiyonunda akrilamidin inhibitör mekanizması üzerine β -kumarik asit etkisi incelemiştir. Her ne kadar akrilamidin temel prekürsörü tam olarak anlaşılmassa da akrilamid ısıtma sırasında indirgen şekerler ve asparajinden oluşmaktadır. Düşük nemli Maillard model sistemde akrilamidin temel prekürsörünü tasdik etmek için β -kumarik asit önleyici mekanizması incelenmiştir. β -kumarik asit büyük olasılıkla bir akrilamid prekürsörü (3-okso propanamid) ile reaksiyona girerek 2- (propenamid) kumarik asit elde edildiği ve akrilamid inhibitör oranının farklı koşullar altında kumarik asit içeriği ile orantılı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, bir eşit mol asparajin-glukoz (1 mmol her biri) sistem üzerine 100 μ l fosfat tamponu (0.1 mol / L, pH = 8.0) ile 0.1 mmol β -kumarik asit ilave edilerek yapılan işlemde 30 dakika boyunca 160°C' de ısıtma ile en yüksek inhibisyon oranının %82.69 elde edildiği, β -kumarik asitin de patates cipsi içinde %66.2 oranı ile akrilamid oluşumunu azalttığı ve bu nedenle 3-okso propanamidin olası akrilamid temel prekürsörü olabileceği tespit edilmiştir (Xu and An 2016).

Capuano *et al.* (2011)'in yaptıkları bir derleme çalışmasında akrilamidi azaltma stratejilerinin HMF üzerindeki etkilerini tablo halinde göstermişlerdir.

Çizelge 2.1. Akrilamidi azaltma stratejilerinin HMF üzerindeki etkileri (Capuano *et al.* 2011).

Akrilamid azaltma stratejisi	HMF ^a üzerindeki etki	Referans	Yorumlar
Rafine unların seçilmesi	–	Capuano <i>et al.</i> (2010)	Rafine unlarda düşük serbest asparajin ve serbest amino asit içeriği bulunmaktadır.
Zaman-sıcaklık değerlerinin değiştirilmesi	-	Gökmen <i>et al.</i> (2007)	Genel olarak termal giriş akrilamid ve HMF'nin nihai konsantrasyonunun belirlenmesinde önemlidir
Asparajinaz ilavesi	Etkisiz	Capuano <i>et al.</i> (2008, 2009)	
Ca ²⁺ ilavesi	+	Gökmen ve Senyuva (2007)	Katyonlar Schiff bazı oluşumunu önler, HMF ve furfural yol açacak şekilde glikoz dehidrasyonu, reaksiyon yolunu doğru yönde değiştirir.
Glisin ilavesi	+	Capuano <i>et al.</i> (2009)	Genel olarak, Maillard reaksiyonu glisin ilave edildiği zaman hızlanır
Sarf asitler ilavesi	+	Gökmen <i>et al.</i> (2008)	Hamurda yüksek pH daha fazla HMF oluşumuna neden olmaktadır.
İndirgeyici şekerler yerine Sükroz kullanımı	-	Gökmen <i>et al.</i> (2007)	Piştirme sıcaklıklarının 250° C'nin üzerinde olması HMF'yi artırır.
NH ₄ HCO ₃ yerine NaHCO ₃ 'in kullanımı	-	Gökmen <i>et al.</i> (2008)	NaHCO ₃ kullanıldığında, hamurda yüksek pH HMF oluşumunu sınırlandırır
^a + =HMF içeriği çoğalır; - = HMF içeriği azalır			

Akrilamid, ağırlıklı olarak bir amino grubu olan asparajin ve bir karbonil bileşiğinden oluşan indirgeyici şekerlerden (özellikle früktoz, maltoz ve glikoz) oluşmaktadır. Serbest asparajin, indirgeyici şekerler ile birlikte kombinasyon halinde olup 120°C'den yüksek sıcaklıklarda pirolize olduğunda önemli miktarda akrilamid oluşmaktadır. Serbest

asparajinin maya ile mayalanmış buğday ekmeği ve zencefil ekmeğinde akrilamid oluşumu için sınırlayıcı bir faktör olduğu, una asparajin eklendiğinde maya ile mayalanmış ekmeklerde akrilamid içeriğinin önemli ölçüde arttığı ve eklenen früktozun ise bu içeriği etkilemediği belirtilmiştir. Aynı araştırmada, buğdayda olduğu gibi akrilamid öncüleri (serbest amino asit ve şeker konsantrasyonu) çavdar çeşitlerinde çalışılmış ve çavdar ununda akrilamid oluşumunun temel etkeninin serbest asparajin konsantrasyonu olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca aynı araştırmada akrilamid oluşumunu azaltmak için en yaygın stratejiler;

- 1) Serbest asparajin olarak öncülerin azaltılması veya seyreltilmesi,
- 2) Eklenen bir enzim tarafından asparajinin harcanması veya maya yerine başka bir mikroorganizma kullanılması (Fredriksson *et al.* 2004; Hamlet *et al.* 2005),
- 3) Diğer amino asitlerin ilavesi (Brathen *et al.* 2005; Claeys *et al.* 2005),
- 4) İki değerli metal iyonu eklenmesi (örneğin bir kompleksleştirici madde ile asparajini bağlamak) (Lindsay and Jang 2005; Gökmen ve Senyuva 2007),
- 5) NH_4HCO_3 kullanılmaması (Biedermann and Grob 2003; Amrein *et al.* 2004; Keramet *et al.* 2011).

Tahıl ürünlerinin akrilamid miktarını azaltmak için kronolojik olarak, pişirme koşulları değiştirilip, gıdaya uyumlu bir hamur katkı maddesi ilave edilmek suretiyle araştırma yapılmıştır (a) çalışmada pişirme parametrelerinin, buğday ekmeği kabuğunda %99'dan fazla akrilamid oluşumuna neden olduğu tespit edilmiştir; (b) asparajin eklendiğinde 80'den 6000 $\mu\text{g}/\text{kg}^{-1}$ 'a kadar akrilamid içeriği artmıştır; (c) 200°C'nin üstündeki sıcaklıklar ve pişirme süresinin artması sonucunda kabuğun kuru maddesinde akrilamid içeriği 10'dan 1900 $\mu\text{g}/\text{kg}^{-1}$ 'a kadar artmıştır; (d) kabuk rengi ve akrilamid içeriği arasında anlamlı bir ilişki gözlenmiştir, düşük asparajin içerikli buğday unu, düşük akrilamid içerikli ekmek üreteceğini göstermektedir (Friedman 2015).

Bir başka çalışmada zencefilli ekmekte akrilamid konsantrasyonu ve esmerleşme yoğunluğunun pişirme süresi ile arttığı ve birbirleriyle ilişkili olduğu gösterilmiş ve

hamur formülasyonunda NH_4HCO_3 yerine NaHCO_3 kullanılarak akrilamid içeriğinde %60'dan fazla bir azalma elde edilmiştir (Amrein *et al.* 2004).

Bir deneme çalışmasında L-sistein eklenmesi, fermantasyon süresinin artması, sıcaklığın azaltılması, uzun süreli ısıtma işlemi ve güverte fırın kullanılması ile buğday ekmeği ve ekmek rulosunda akrilamid içeriğinin en aza indirilebilirliği ortaya konulmuştur. Ayrıca, ekmek hamuruna kalsiyum karbonat, amino asitler ve maya gibi düşük pH içerikli maddelerin takviye edilmesi, ekmek ve bisküvinin akrilamid içeriğinde düşüş göstermiştir. Geleneksel pişirme ve vakum sonrası fırınlama işlemlerinin birlikte yapıldığı bir prosesin kullanımı geleneksel pişirme ile kıyaslandığında akrilamid ve HMF oluşumunu bisküvilerde azaltmıştır. Yeni prosesin bebek bisküvilerinde daha yüksek bir güvenlik seviyesini sağladığı düşünülmektedir. Bir model sistemde 0.04 M sodyum klorür çözeltisinin buğday unu reçetesine eklenmesiyle %36'ya kadar akrilamid'de bir azalma gözlemlenmiştir. Bir diğer model sistemde kapalı basınçlı tüplerde hamur parçalarında 0.04 M kalsiyum klorür kullanılması ile %23'lük bir azalma elde edilmiştir (Friedman 2015).

Çeşitli ekmek unları üzerinde yapılan bir çalışmada, çavdar unu ve buğday unlarına glisin ilave edilmesi, buğday unundan yapılan ekmekte daha yüksek miktarda akrilamidin üretilmesine neden olmuştur. Buna karşın çavdar ununda, buğday unundan daha fazla HMF üretilmiştir. Pişmiş ürünlerde un çeşitlerinin de akrilamid seviyesinde etkili olduğu düşünülmüştür. Bu çalışmada bağımsız olarak ekmek unu formülasyonunun, ekmeğin fazla kızartıldığı durumlarda akrilamid ve HMF seviyesi ile antioksidan kapasitesinin en yüksek olduğu ve asparajinaz enzimi eklendiğinde akrilamid oluşumunun %88'ye kadar azaldığı bildirilmiştir (Friedman 2015).

Ekmek unlarının karşılaştırıldığı bir başka çalışmada ise, buğday unu yerine çavdar unu kullanılan ısıtılmış örneklerde birim asparajin başına daha az akrilamid meydana geldiği belirlenmiş ve çavdar ununun daha fazla akrilamid riskine sahip olduğu kanısının haksız olabileceği belirtilmiştir (Friedman 2015).

Karışık çavdar ekmeğine; karışıma düşük amilolitik ve yüksek proteolitik aktiviteye sahip laktik asit bakterisi ilave edildiğinde pH seviyesini azaltma etkisinin bir sonucu olarak, 578 ile 1280 $\mu\text{g/kg}^{-1}$ arasında olan akrilamid içeriği %27 oranında azaltılabilmektedir (Friedman 2015).

Mısır üzerinde yapılan bir çalışmada, mısır ekstrüzyonuna sitrik asidin eklenmesinin pişirme sırasında akrilamid oluşumunu engellediği gösterilmiştir. Ancak doku özellikleri üzerinde zararlı etkisinin olduğu da tespit edilmiştir (Friedman 2015).

Bisküvi üretiminde akrilamid oluşumu üzerine yapılmış bir dizi çalışma göstermektedir ki; ticari ve laboratuvar ortamında hazırlanan bisküvilerde, arzu edilmeyen akrilamid konsantrasyonu ve arzu edilen antioksidan aktivitesi (elektron paramanyetik rezonans spektroskopisi, EPR) arasında doğrudan bir ilişki mevcuttur (Friedman 2015).

Akrilamid oluşumu üzerine yapılan araştırmada, früktoz-asparajin model sisteminde tek ve çift değerli katyonların 150 ve 180°C'deki etkisi incelenmiştir. Model sistemlerde, asparajin ve früktoza eşdeğer miktarlarda Ca^{2+} gibi çift değerli katyonların ilave edilmesi tamamen akrilamid oluşumunu önlemek için ortaya konulmuş, oysa Na^{+} gibi tek değerli katyonların ilave edilmesi ile akrilamid yaklaşık yarı yarıya oranda oluşmuştur. Asparajinin schiff baz oluşumu olan prolizatların kütle spektrometrik analizi ile akrilamid oluşumunun katyonlar ile önleyebildiği onaylanmıştır. Bu sırada, reaksiyon kahverengi bir ürün oluşturmak için ilerlemiştir. Patatesleri kalsiyum klorür çözeltisi içine daldırmak kızartma işlemi sırasında %95'e kadar akrilamid oluşumu inhibe edilmiştir. Kızartılmış patates cipslerinin duysal kalite, altın sarısı renk ve gevrek yapısı olumsuz bir yönde işleme tabi tutulmasından etkilenmemiştir (Gökmen ve Şenyuva 2007).

Bisküvi model sisteminde hamur formülasyonu ve pişirme koşullarının akrilamid ve HMF oluşumu üzerindeki etkisi çalışılmıştır. Hamur formülasyonunda şeker konsantrasyonunun artması ile 11 dakika boyunca 205°C'de pişirme sırasında akrilamid oluşumu artmıştır. Şekerin akrilamid oluşumu üzerindeki etkisi incelendiğinde, beklenildiği gibi glikozun etkisi sukrozdan daha belirgin olmuştur. Sukroz içeren hamur

formülasyonu içine sitrik asit ilavesi akrilamid oluşum duyarlılığını artırırken, glikoz içeren hamur formülasyonunda akrilamid oluşumunu azaltmıştır. Hamur formülasyonunun pH'sının düşmesiyle yüzey eğiliminin kahverengileşme oranı ve pişirme sırasında bisküvilerde HMF'nin oluşumu artmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki, akrilamidi 150ng/g'dan az olan bisküvilerde kabul edilebilir bir doku ve renk, reçetelerde pişirme sıcaklığının düşürülmesi ve indirgeyici şekerlerden kaçınılması ile üretilebilir (Gökmen *et al.* 2007).

Sükroz ve früktoz ile hazırlanan reçeteler ile bisküvilerde çeşitli şekerlerin kullanımının akrilamid oluşumu üzerindeki etkileri son zamanlarda ispatlanmıştır. Früktozun uygulandığı tarifte bisküvilerin akrilamid konsantrasyonunda doğrusal artış gözlenmiştir. Ama sükrozun kullanıldığı durumda ise konsantrasyon artışı 15 dakikaya kadar olan sürede düşük hızda gerçekleşmiştir (Summa *et al.* 2006; Gökmen *et al.* 2007).

Zencefilli ekmek yapmak için NaHCO_3 kullanımı NH_4HCO_3 kıyasla akrilamid oluşumunu %33 oranında azaltmaktadır (Amrein *et al.* 2004; Yıldırım 2010).

Akrilamid miktarının azaltılması amacıyla yapılan çalışmalardan birinde, fermantasyon süresinin akrilamid miktarına etkisini ortaya koymak adına, hem buğday unundan yapılan ekmekler hem de çavdar unundan yapılan ekmekler değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda buğday unundan yapılan ekmeklerde %87, çavdar unundan yapılan ekmeklerde %77 oranında akrilamid miktarının azaldığı gözlenmiştir (Fredriksson *et al.* 2004; Yıldırım 2010).

Akrilamid miktarını azaltmak amacıyla protein ve amino asitlerin kullanıldığı çalışmaların birinde, ortama eklenen amino asitlerin Maillard reaksiyonunda asparajinle rekabetçi bir şekilde reaksiyona girdiği gözlenmiştir. Bunun yanında amino asit, Michael tip katılma reaksiyonları sonucunda akrilamide kovalent bağlarla bağlanabilmekte, bu sayede akrilamid seviyesinde azalmaya yardımcı olabilmektedir (Yıldırım 2010).

Akrilamid oluşumları yönünden früktoz, galaktoz, laktoz ve sakkaroz kullanımları kıyaslanmıştır. Bu kıyaslamanın bir sonucu olarak monosakkaritler ve disakkaritlerin kullanımının farklı miktarlarda akrilamid oluşumunu tetiklediği görülmüştür. Normalde indirgen şeker olmayan, sıcaklık ile indüklenerek indirgenmiş bir şeker kaynağı olarak kullanılan sakkaroz da akrilamid oluşumunu tetiklemektedir. Akrilamid üretim miktarları kıyaslanan bu şekerlerin Maillard reaksiyonundaki reaktivliklerine bakıldığında, kısa karbon zincirine sahip olan şekerlerin uzun zincirlilere kıyasla daha reaktif olduğu gözlenirken, aldozların ketozlara, kahverengi renk oluşumunda ise pentozların heksozlara göre daha reaktif olduğu bulunmuştur (Grivas *et al.* 2002; Stadler *et al.* 2002; Basıncı 2010).

Patojenik ve toksik herhangi bir etkiye sahip olmayan *Aspergillus niger* suşu, asparajinaz enziminin elde edilmesinde gen ekspresyon kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu enzimin mutajenik nitelikler taşımadığı farelerle yapılan deneylerle de ortaya konulmuştur. Günlük tahmini alım miktarı 0.04-1.8 mg/kg vücut ağırlığı olan asparajinazın NOAEL (gözlenebilir hiç bir olumsuz etki yok) değeri ise 1157 mg/kg vücut ağırlığı/gün'dür. NOAEL değerinin günlük alım değerine nispeten yaklaşık 650 kat kadar bir farka sahip olduğu görülmektedir. Bu durum dolayısıyla asparajinaz enzimi FDA tarafından GRAS (genellikle güvenli olarak kabul edilir) olarak kabul edilmiştir (Kuilman and Wilms 2007; Basıncı 2010).

Hedegaard *et al.* (2007) yaptıkları çalışmada, farklı oranlarda glikoz ve asparajin kullanarak hazırladıkları gliserol-su karışımlarında akrilamid oluşumunu araştırmışlardır. Bu maddenin oluşumunun, su aktivitesinde azalma ($0.33 \leq a_w \leq 0.71$) ile sıcaklığın artış gösterdiği durumlarda ($120^\circ\text{C} \leq t \leq 160^\circ\text{C}$) arttığı tespit edilmiştir. Akrilamidin başlangıç miktarının glikoz miktarından nispeten bağımsız, asparajin konsantrasyon artışıyla doğru orantılı bir grafik sergilediği belirlenmiştir.

Divalent katyonlarının uygulandığı bazı gıda çeşitlerinde akrilamid seviyesinde azalma tespit edilmiştir (Gökmen ve Şenyuva 2007). Yapılan bu çalışmada, divalent katyonların asparajinin Schiff bazı oluşturmalarını engellediği model sistemde ortaya koyulmuştur.

Buna ek olarak yapılan çalışmada patateslerin kızartma işlemi öncesinde CaCl_2 çözeltisine daldırılmasıyla %95 oranında akrilamidin oluşumunun engellendiği tespit edilmiştir. divalent katyonlar kullanılarak fırıncılık sektöründe üretilen ürünlerde de başarılı sonuçlar alınmıştır. CaCl_2 'in %0.5 oranında kullanımı sonucunda bisküvilerde duyuşal değişim olmaksızın akrilamid seviyesinin %70 azaltılabileceği ortaya konmuştur (Açar vd 2010).

Yapılan bir başka çalışmada patates dilimlerini farklı asit çözeltileri ile muamele edilmesinin, cipslerde oluşan akrilamid miktarları üzerinde etkisi araştırılmıştır. Hazırlanan tüm çözeltilerde patates dilimlerinin ıslatılması veya haşlama işlemleri, akrilamid içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Patates dilimleri 20°C 'de 60 dakika boyunca asetik asit çözeltisi içinde ıslatıldığı zaman cipsin akrilamid içeriğinde (%90) en büyük azalma elde edilmiştir. Yine aynı çalışmada kurutma işlemi, kısa süreli kızartma ve düşük kızartma sıcaklığı işlemlerinin birlikte kullanımının, patates cipslerinin akrilamid içeriğindeki etkileri incelenmiştir. Kurutma işlemi ile birlikte, patates dilimlerinin akrilamid içeriğinde 185°C 'de kızartıldığında %70 ve 160°C 'de kızartıldığı zaman %80'lik bir azalma görülmüştür (Kita *et al.* 2004).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Tepsi kadayıf üretimi için tel kadayıf, tereyağı ve fındık Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Kullanılan şerbet ise 2:1 oranında toz şeker su karıştırılıp, kaynadıktan bir süre sonra kristalleşmeyi önlemek için yarım limon sıkılarak hazırlanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kadayıf üretimi

Tel kadayıfın hazırlanmasında kadayıflık un, su ve farklı katkı maddeleri (3 farklı seviye) kullanılmıştır (Çizelge 2.1 ve Şekil 2.1). Üretimde, 0,8 kg tel kadayıfı, çok kısık ateş üzerinde sıvı hale getirilen 200 g tereyağı ile 4-5 dakikaya kadar homojen bir şekilde iyice karıştırılmış ve homojen kalınlıkta tepsiye yerleştirilmiştir. Tepsinin üzerine özel kestirilmiş tahta yerleştirilmiş ve üzerine 10 kg ağırlık konulmuştur. 1 saat kadar bu ağırlık altında iyice sıkılaştırılan tepsi kadayıflar 200°C sıcaklıkta 30 ve 40 dakika boyunca ayrı ayrı kızartılmıştır. Daha sonra üzerine önceden hazırlanmış olan soğuk şerbet dökülmüştür. Dilimlendikten sonra üzerine öğütülmüş fındık dökülerek duyusal değerlendirme için panelistlere sunulmuştur. Analizde kullanılan örnekler fındık içi ve şerbet ilave edilmemiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan farklı katkı maddeler, katkı seviyeleri ve pişirme süreleri

Katkı Maddeleri	Katkı seviyeleri (%)	Süre (dakika)
Sakkaroz	%0.0	30 40
	%1.5	
	%3.0	
NaCl	%0.0	30 40
	%1.5	
	%3.0	
Ca ⁺⁺ (CaCl ₂)	%0.0	30 40
	%1.5	
	%3.0	
%50'lik asetik asit	%0.0	30 40
	%1.5	
	%3.0	
Glisin	%0.0	30 40
	%1.5	
	%3.0	
NaHCO ₃	%0.0	30 40
	%1.5	
	%3.0	



(a)



(b)

Şekil 3.1. Kadayıf örneklerinin hazırlanması

a) Kadayıflık un, b) kadayıf hamuru, c) hamurun kıvam ölçümü, d) tel kadayıfların dökümü, e) sakkaroz ilavesi, f) NaCl ilavesi, g) %50'lik asetik asit, h) NaHCO₃ i) CaCl₂ ve j) glisin ilavesi



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Şekil 3.1. Kadayıf örneklerinin hazırlanması (devam)

a) Kadayıflık un, b) kadayıf hamuru, c) hamurun kıvam ölçümü, d) tel kadayıfların dökümü, e) sakkaroz ilavesi, f) NaCl ilavesi, g) %50'lik asetik asit, h) NaHCO₃ i) CaCl₂ ve j) glisin ilavesi



(i)



(j)

Şekil 3.1. Kadayıf örneklerinin hazırlanması (devam)

a) Kadayıflık un, b) kadayıf hamuru, c) hamurun kıvam ölçümü, d) tel kadayıfların dökümü, e) sakkaroz ilavesi, f) NaCl ilavesi, g) %50'lik asetik asit, h) NaHCO₃ i) CaCl₂ ve j) glisin ilavesi

3.2.2. Kadayıf örneklerinde yapılan analizler

3.2.2.a. Su aktivitesi analizi

Her bir kadayıf örneğinin su aktivitesi değeri, su aktivitesi cihazı (Novasina, TH-500 a_w Sprint) kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz kullanılmadan önce 6 farklı tuz çözeltisi ile kalibre edilmiştir.

3.2.2.b. pH tayini

Homojen hale getirilmiş olan 3 g örnek üzerine 30 mL'e saf su ilave edilmiş ve homojenize edildikten sonra örneklerin pH değerleri pH-metre INOLAB pH 720 marka ile belirlenmiştir. Örneklerin pH'sı belirlenmeden önce pH 4,00 ve 7,00 tampon çözeltiler kullanılarak kalibre edilmiştir (Torley *et al.* 2008).

3.2.2.c. Akrilamid analizi

Akrilamid analizi Robarge *et al.* (2003)'e göre yapılmıştır. Örneklerin hazırlanmasında aşağıdaki işlem basamakları takip edilmiştir.

Standart çözeltilerin hazırlanması: Kromatografik saflıktaki akrilamid standardından 1000 ppb, 500 ppb, 100 ppb ve 50ppb olacak şekilde kalibrasyon çözeltileri hazırlanarak örneklere olduğu gibi aynı işlemlere tabi tutularak kalibrasyon kurvesi elde edilmiştir.

Ekstraksiyon için homojenize örnekler hassas bir şekilde 50 mL'lik erlenmayer içerisine 1g örnek tartılmış ve üzerine 10 mL demineralize su ilave edilmiştir. Manyetik karıştırıcıda 20 dakika karıştırıldıktan sonra 5500 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir, santrifüj sonrası süpernatant 0.45 µm'lik naylon filtreden geçirilerek süzütünün 3 mL'sine 200-300 µL 0.1N KBrO₃ ilave edilmiş ve karıştırıldıktan sonra buz banyosunda en az 1saat bekletilmiştir, daha sonra tüp içerisine 1 damla 1N sodyum tiyosülfat damlatılıp yavaşça karıştırıldıktan sonra ekstraksiyon için 2 mL etil asetat ilavesi yapılmıştır. Etil asetat ilave edilip yavaşça karıştırılan tüpler 5500 rpm'de 10 dakika daha santrifüj edilerek süpernatant analiz için viallere transfer edilmiştir.

GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi) Analizi: Örnek ekstraktları ve standart çözeltiler Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS)'inde pozitif elektron etkisi kullanılarak seçici iyon görüntüleme moduyla analiz edilmiş (SIM), GC-MS kolonu olarak DB-225 (30m x 0.25mm x 0.25µm) ve hareketli faz olarak helyum kullanılmıştır. Fırın sıcaklığı 40°C'den 200°C'ye dakikada 30°C artırılabilecek şekilde ayarlanmış analizde splitless modu kullanılmıştır.

3.2.2.d. HMF tayini

Örneklerde hidroksimetil furfural analizi yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile Rada-Mendoza (2002) tarafından verilen metoda göre yapılmıştır. Söz konusu metoda göre 2 g örnek 50 ml erlenmayere aktarılmış, üzerine Carrez-I ve Carrez-II

çözeltilerinin her birinden 4 mL ilave edilmiş ve deiyonize su ile hacim 50 mL'ye tamamlanmıştır. Erlenmayer içeriği karıştırıldıktan sonra 30 dakika dinlendirilen süpernatant 0,45 µm'lik filtreden geçirilerek HPLC'ye verilmek üzere viallere alınmıştır. HMF analizi HPLC Agilent 1100 sistem ile yapılmıştır. Sistemde UV-VIS dedektör ve İnertsil ODS-3 (250 x 4, 6 mm ID) kolon kullanılmıştır. Hareketli faz olarak oda sıcaklığında 10:90 (v/v) metanol-su kullanılmış ve akış hızı 1 mL/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. HMF konsantrasyonu bir dış kalibrasyon kurvesi (55690-5-HMF, Fluka Chemika) kullanılarak belirlenmiş ve ölçümler 280 nm'de yapılmıştır.

3.2.2.e. Renk yoğunluğunun ölçülmesi

Örneklerde renk yoğunluğu ölçümleri üç paralelli olarak Minolta Colorimetri cihazı kullanılarak yapılmış, sonuçlar Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE Lab; Comission Internationale de l'Eclairage) formülüne göre değerlendirilmiştir. Kızartılmış kadayıfın yüzeyinden 1cm kalınlıkta alınarak, homojen hale getirilebilmek için öğütülmüştür (Kotancılar 2013).

3.2.2.f. Duyusal analiz

Örneklerin duysal analizleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü duysal analiz laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kadayıflar pişirilip üzerine şerbet ve fındık eklenerek 8 paneliste sunulmuştur. Örnekler dış görünüş, iç rengi, koku, tekstür, aroma, tat ve genel kabul edilebilirlik özellikleri açısından değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Parametrelerin değerlendirilmesinde 9 puanlı Hedonik Tip skala (1=çok kötü, 9=çok iyi) kullanılmıştır (Kramer and Twigg 1980).

3.2.3. İstatistiksel analiz

Araştırmada; 6 farklı katkı maddesi (asetik asit, glisin, NaHCO₃, CaCl₂, sakkaroz ve NaCl), 3 farklı seviye (0, %1.5 ve %3), ve 2 farklı süre (30 dk ve 40 dk) faktörü olarak

alınmış ve deneme 6 x 3x 2 faktöriyel düzende tam şansa bağlı deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Denemeden alınan ham değerler SPSS -20 programında varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testiyle karşılaştırılmıştır (Yıldız ve Bircan 2003).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Tepsi Kadayıflarına Ait Su Aktivitesi, Akrilamid, HMF ve pH Değerleri

Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıfın su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri Çizelge 4.1’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresinin su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerlerine ait sonuçlar

Katkı maddesi	Katkı seviyesi (%)	Pişirme süresi (dakika)	Su aktivitesi (%)	pH	Akrilamid (µg/kg)	HMF (mg/kg)
Asetik asit	0	30.0	0.17	5.88	22.67	0.04
		40.0	0.15	6.17	43.66	3.84
	1.5	30.0	0.13	5.24	47.46	3.73
		40.0	0.12	5.31	43.39	2.91
	3.0	30.0	0.16	5.10	56.47	0.00
		40.0	0.11	4.93	22.77	1.70
CaCl ₂	0	30.0	0.17	5.88	22.67	0.04
		40.0	0.15	6.17	43.66	3.84
	1.5	30.0	0.23	6.09	34.79	3.79
		40.0	0.19	6.07	25.61	15.09
	3.0	30.0	0.23	6.06	20.04	5.69
		40.0	0.18	5.86	25.49	16.50
Glisin	0	30.0	0.17	5.88	22.67	0.04
		40.0	0.15	6.17	43.66	3.84
	1.5	30.0	0.15	5.83	52.07	0.04
		40.0	0.15	5.88	10.42	0.77
	3.0	30.0	0.11	5.85	10.06	0.30
		40.0	0.11	5.97	15.45	0.07
NaCl	0	30.0	0.17	5.88	22.67	0.04
		40.0	0.15	6.17	43.66	3.84
	1.5	30.0	0.18	5.85	16.02	4.47
		40.0	0.21	5.92	17.65	7.36
	3.0	30.0	0.19	5.65	34.54	5.64
		40.0	0.16	5.69	30.21	21.52
NaHCO ₃	0	30.0	0.17	5.88	22.67	0.04
		40.0	0.15	6.17	43.66	3.84
	1.5	30.0	0.30	7.93	18.92	0.00
		40.0	0.25	7.28	38.44	0.00
	3.0	30.0	0.51	9.04	38.43	0.00
		40.0	0.48	8.58	20.25	0.00
Sakkaroz	0	30.0	0.17	5.88	22.67	0.04
		40.0	0.15	6.17	43.66	3.84
	1.5	30.0	0.19	5.77	23.93	0.07
		40.0	0.16	5.98	21.68	1.27
	3.0	30.0	0.18	5.91	29.33	1.36
		40.0	0.13	5.87	43.13	2.87

Çizelge 4.2'den de görüldüğü gibi akrilamid değeri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresi faktörleri ile bu faktörlere ait interaksyonlar istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) etki gösterirken, katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi interaksyonu çok önemli ($p<0,01$) düzeyde etkili olmuştur.

HMF ve pH değerleri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi, pişirme süresi, katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi, katkı maddesi $\times$ pişirme süresi, katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi ve katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olmuştur.

Su aktivitesi değeri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi, pişirme süresi, katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi ve katkı maddesi $\times$ pişirme süresi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olmuştur, fakat katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi ve katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur.

Çizelge 4.2. Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıfın su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Su aktivitesi		pH		Akrilamid		HMF	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Maddesi (K)	5	0.04869	412.58**	5.92	2998.73**	412.40	2.97*	119.98	238.93**
Katkı Seviyesi (S)	2	0.01599	135.47**	0.21	106.02**	1.49	0.01*	43.67	86.97**
Pişirme Süresi (P)	1	0.00987	83.63**	0.03	14.39**	1.58	0.01*	255.30	508.42**
K $\times$ S	10	0.02221	188.18**	1.78	902.77**	340.90	2.45*	41.78	83.19**
K $\times$ P	5	0.00060	5.07**	0.08	40.88**	213.74	1.54*	34.18	68.06**
S $\times$ P	2	0.00054	4.56*	0.28	140.98**	1.63	0.01*	8.61	17.14**
K $\times$ S $\times$ P	10	0.00030	2.54*	0.03	14.27**	501.63	3.61**	15.65	31.15**
Hata	72	0.00012		0.002		138.71		0.50	

* $p<0,05$ düzeyinde önemli ** $p<0,01$ düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.2'de katkı maddesi değişkenine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3.a'da verilmiştir.

Çizelge 4.3.a. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi değişkenine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı maddesi	Su aktivitesi (%)		pH		Akrilamid (µg/kg)		HMF(mg/kg)	
	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	0.140 ^{e*}	0.023	5.44 ^e	0.460	39.40 ^a	14.998	2.04 ^b	1.669
CaCl ₂	0.192 ^b	0.034	6.02 ^b	0.117	28.71 ^{ab}	11.925	7.49 ^a	6.500
Glisin	0.139 ^e	0.024	5.93 ^c	0.120	25.72 ^b	18.937	0.84 ^c	1.435
NaCl	0.176 ^c	0.020	5.86 ^d	0.180	27.46 ^{ab}	13.249	7.14 ^b	7.114
NaHCO ₃	0.310 ^a	0.147	7.48 ^a	1.220	30.39 ^{ab}	18.192	0.65 ^c	1.495
Sakkaroz	0.162 ^d	0.022	5.93 ^c	0.131	30.73 ^{ab}	13.797	1.57 ^b	1.460

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Çizelge 4.3.a ve Şekil 4.1.a’da görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, en yüksek su aktivitesi %0.310 ile NaHCO₃ katkıda, en düşük su aktivitesi ise %0.139 ile glisin katkısı ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Eicher and Karel (1972) model sistemlerde su aktivitesi ve su miktarının, şeker - amino asit esmerleşme reaksiyonu üzerine etkilerini incelemek üzere, indirgen şekerler ile glisin arasında Maillard reaksiyonu sonucu ortaya çıkan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunu, farklı miktarlarda glisin, su ve hidrofilik polimerleri ihtiva eden sistemlerde araştırmışlardır. Düşük su içeriğinde reaktantların hareketliliğinin büyük oranda kısıtlandığı sistemler haricinde, artan su oranıyla birlikte esmerleşme oranının azaldığını tespit etmişlerdir.

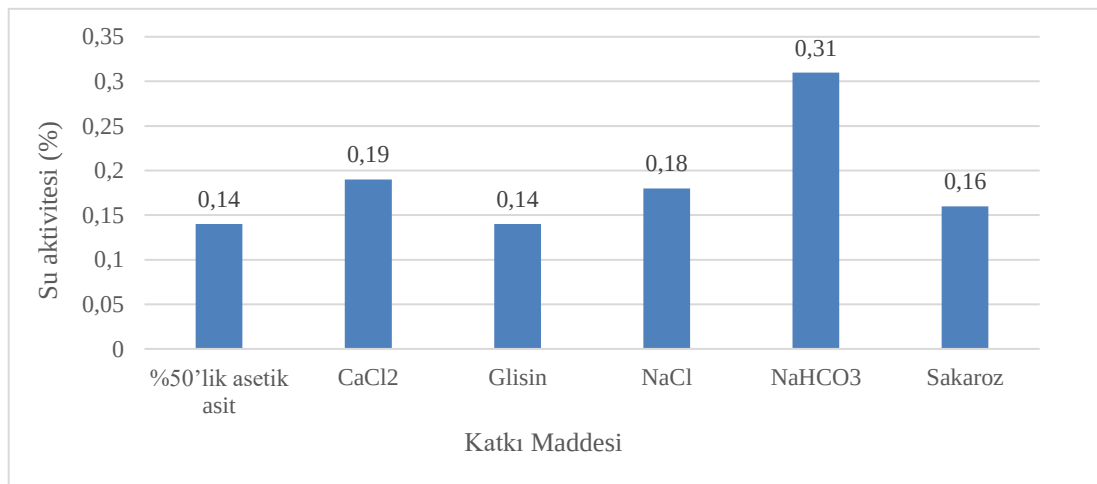
Çizelge 4.3.a ve Şekil 4.1.b’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, en yüksek pH miktarı 7.48 ile NaHCO₃ katkıda, en düşük pH miktarı ise 5.44 ile asetik asit katkısında belirlenmiştir. Ayrıca glisin ve sakkaroz katkıları arasında istatistiksel olarak bir fark oluşmamış ve aynı grupta yer almışlardır. NaHCO₃ bazik yapıda olduğu için ortamın pH’sını yükseltmiştir. Buna karşın asetik asit ise ortamın pH’sını düşürmüştür.

Çizelge 4.3.a ve Şekil 4.1.c’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, en yüksek akrilamid miktarı 39.40 µg/kg ile asetik asit katkısında, en düşük akrilamid miktarı ise 25.72 µg/kg ile glisin katkısında belirlenmiştir.

Ayrıca, CaCl_2 (28.71 $\mu\text{g/kg}$), NaCl (27.47 $\mu\text{g/kg}$), NaHCO_3 (30.39 $\mu\text{g/kg}$), sakkaroz (30.73 $\mu\text{g/kg}$) katkıları arasında istatistiksel olarak bir fark oluşmamıştır ve aynı grupta yer almışlardır. Bu çalışmada tel kadayıf hamuruna eklenen 6 katkı maddesinden 5'i (sakkaroz, NaCl , NaHCO_3 , CaCl_2 ve glisin) kontrole kıyasla akrilamid miktarında düşüşe neden olmuştur, fakat %50 lik asetik asit katkısı her iki katkı seviyesinde 30 dk'lık pişirme süresinde akrilamid miktarını kontrole kıyasla çok az miktarda arttırmıştır. Yapılan çalışmalarda akrilamid'i düşürmek için formülasyonlara eklenen farklı asitler ortam pH'sını düşürerek schiff baz oluşumunu engeller, fakat bu çalışmada kullanılan seyreltik asit ortamın pH'sını düşürmede çok etkili olmamıştır ve akrilamid oluşumu engellenmemiştir. Buna ek olarak eğer ortamda disakkarit varsa asit çözeltisi varlığında hidroliz olup ve reaktif monosakkaritler oluşturmuşlardır ve bu monosakkaritler asparajinle reaksiyona girerek akrilamid oluşumunu arttırmışlardır. Zencefilli ekmek yapmak için NaHCO_3 kullanımı NH_4HCO_3 kıyasla akrilamid oluşumunu %33 oranında azaltmaktadır (Amrein *et al.* 2004; Yıldırım 2010). Bu çalışmada'da NaHCO_3 kullanımı akrilamid seviyesini kontrole kıyasla düşürmüştür, çünkü tek değerli katyon olan Na schiff baz oluşumunu engeller. Sükroz ve früktoz ile hazırlanan reçeteler ile bisküvilerde çeşitli şekerlerin kullanımının akrilamid oluşumu üzerindeki etkileri son zamanlarda ispatlanmıştır. Früktozun uygulandığı tarifte bisküvilerin akrilamid konsantrasyonunda doğrusal artış gözlenmiştir. Ama sükrozun kullanıldığı durumda ise konsantrasyon artışı 15 dakikaya kadar olan sürede düşük hızda gerçekleşmiştir (Summa *et al.* 2006; Gökmen *et al.* 2007). Akrilamid oluşumu indirgen sekerler ile asparajin amino asiti arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu sırasında meydana gelmektedir. Bu nedenle ortama asparajin dışında başka bir amino asit, örneğin glisin ilave edilmesi ortamdaki şekerin akrilamid oluşturmeyen bir reaksiyon sonucu tüketilmesi anlamına gelmektedir. Sonuç olarak ortama glisin ilave edilmesi, reaksiyon sonucu oluşan akrilamid miktarının azaldığı çalışmalarda görülmüştür (Brathen *et al.* 2005). Gökmen ve Şenyuva (2007)'nin yaptıkları bir çalışmada iki değerli metal iyonun eklenmesi, örneğin bir kompleksleştirici madde ile asparajini bağlamasıyla akrilamidin düşüşüne neden olmuştur. Yapılan bir çalışmada bisküvi pişirmesinde sıcaklık, süre ve iki farklı yöntemin (R_1 =%0.65 w/w NaCl ve R_2 = NaCl ilave edilmemiş) akrilamid ve HMF'nin oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. Akrilamid konsantrasyonu her iki R_1 ve R_2 yönteminde 200°C sıcaklıkta en yüksek seviyeye ulaşmıştır. R_1 yönteminde bisküviler 15 dakika pişirildikten sonra

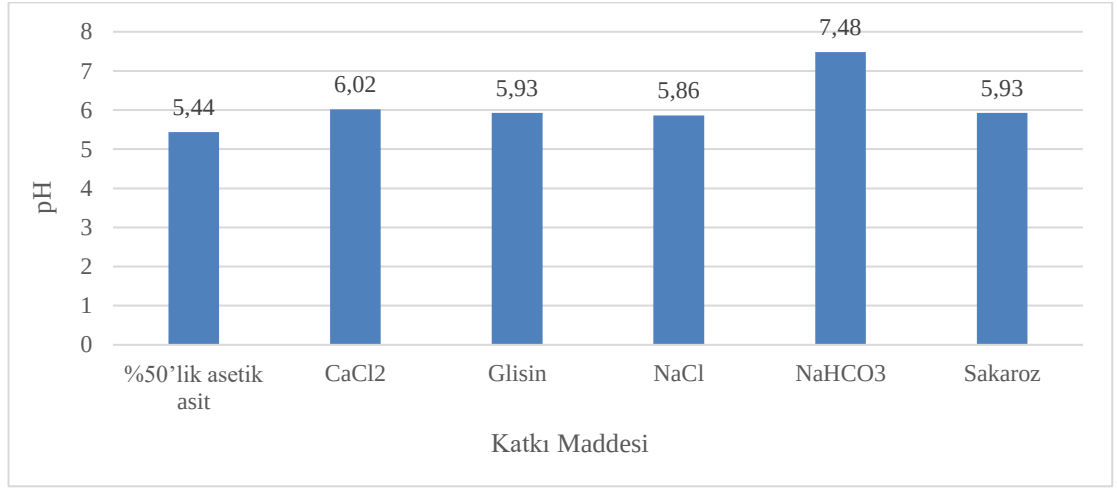
akrilamid içerikleri 76mg/kg, 142mg/kg ve 200mg/kg olmuştur. Bu bisküvilere uygulanan pişirme sıcaklıkları sırasıyla 180, 190 ve 200°C'dir. 180°C'de R₁ ve R₂ yöntemleri arasında belirgin bir farklılık gözlenmiştir. Sonuç olarak sıcaklığın azalması ve NaCl ilavesi ile akrilamid miktarında düşüş izlenmiştir (Van Der Fels-Klerx *et al.* 2014).

Çizelge 4.3.a ve Şekil 4.1.d'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, en yüksek HMF miktarı 7.49 mg/kg ile CaCl₂ katkısında, en düşük HMF miktarı ise 0.65 mg/kg ile NaHCO₃ katkısında belirlenmiştir. Gökmen ve Şenyuva (2007)'nin yaptıkları çalışmada Ca²⁺ iyonlarının ilavesi ile HMF miktarı artmaktadır. Katyonlar Schiff bazı oluşumunu engeller ve HMF'ye yol açacak şekilde glikoz dehidrasyonu reaksiyon yolunu pozitif yönde değiştirmektedir. Bu çalışmada CaCl₂ ilavesinin HMF miktarını önemli miktarda arttırdığı ifade edilmektedir. NH₄HCO₃'ün yerine NaHCO₃'ün kullanımı HMF miktarını azaltmaktadır. NaHCO₃ kullanıldığında, hamurda yüksek pH değeri HMF oluşumunu kısıtlamaktadır (Gökmen *et al.* 2008). Yine bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre NaHCO₃ katkısı kullanıldığı örneklerde neredeyse HMF oluşmamıştır.

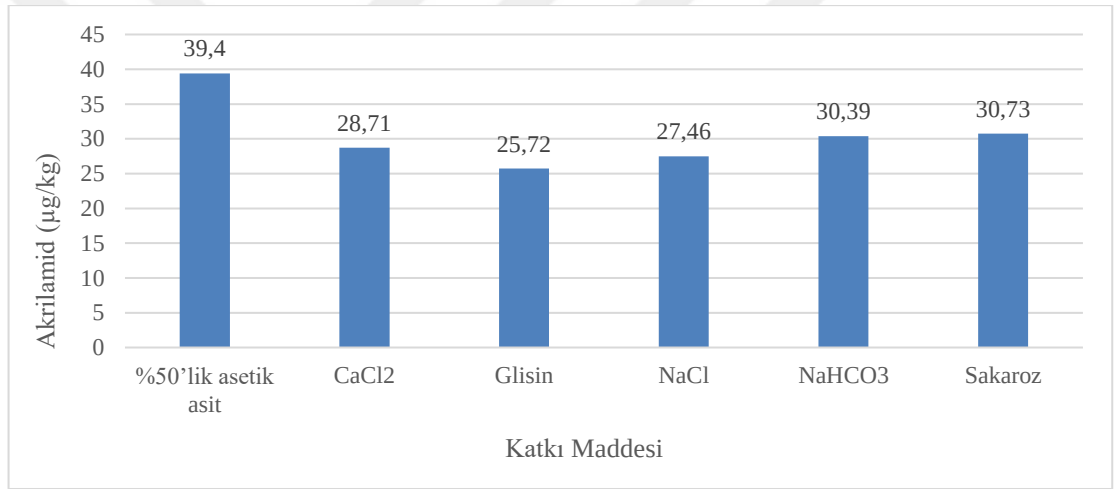


a

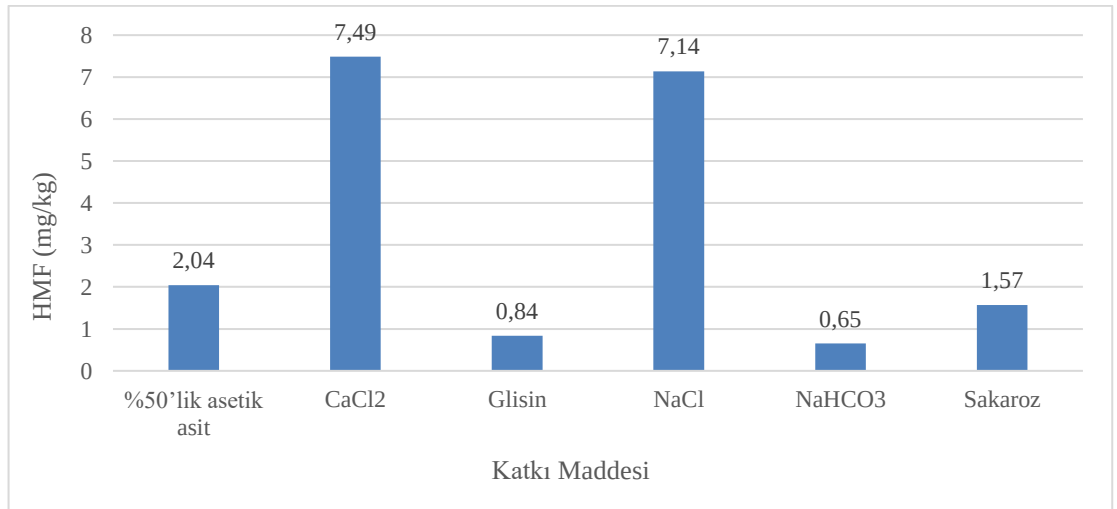
Şekil 4.1. Tepsi kadayıflarına farklı katkı maddesi ilavesinin a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri



b



c



d

Şekil 4.1. Tepsi kadayıflarına farklı katkı maddesi ilavesinin a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrlamid ve d) HMF üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.2’de katkı seviyesi değişkenine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3.b’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.b. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı seviyesi (%)	Su aktivitesi (%)		pH		Akrilamid (µg/kg)		HMF(mg/kg)	
	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
0.0	0.160 ^{c*}	0.008	6.02 ^c	0.145	33.16 ^a	14.785	1.94 ^c	1.950
1.5	0.188 ^b	0.052	6.09 ^b	0.750	29.20 ^{ab}	15.645	3.29 ^b	4.362
3.0	0.211 ^a	0.135	6.21 ^a	1.239	28.84 ^a	16.273	4.64 ^a	6.948

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

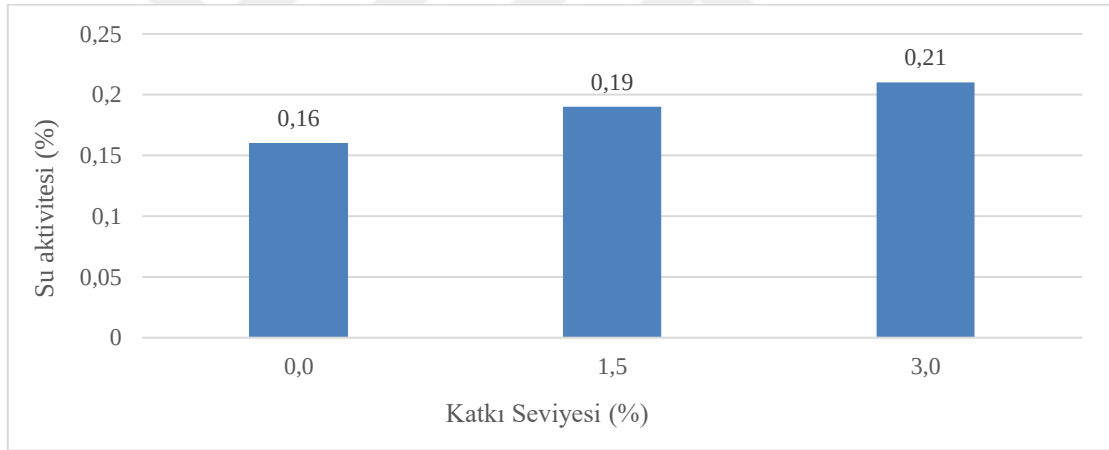
Çizelge 4.3.b ve Şekil 4.2.a’da görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre değerlendirildiğinde, en yüksek su aktivitesi %0.211 ile %3.0’lük katkı seviyesinde, en düşük su aktivitesi ise %0.160 ile 0.0%’lık katkı seviyesinde belirlenmiştir. Akrilamid oluşumu düşük su aktivitesinde meydana gelmektedir ve bu doğrultuda elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, yüksek seviyede eklen katkılar su aktivitesinin düşmesini önlemektedir.

Çizelge 4.3.b ve Şekil 4.2.b’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre değerlendirildiğinde, en yüksek pH miktarı 6.21 ile %3.0 katkı seviyesinde, en düşük pH miktarı ise 6.02 ile %0.0 katkı seviyesinde belirlenmiştir.

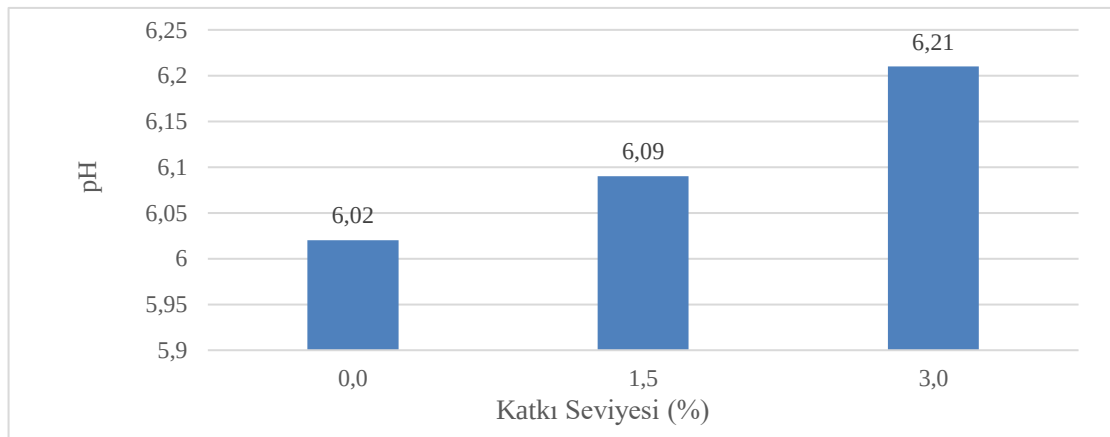
Çizelge 4.3.b ve Şekil 4.2.c’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre yapılan değerlendirmede, en yüksek akrilamid miktarı 33.16 µg/kg ile %0.0 katkı seviyesinde, en düşük akrilamid miktarı ise 28.84 µg/kg ile %3.0 katkı seviyesinde belirlenmiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki, yüksek seviyede katkıların eklenmesi akrilamid miktarını düşürmektedir. Kurutma basamağı öncesinde yeşil malt üzerine

asparajinaz enzimi ve/veya glisin uygulanmıştır. Yeşil malta 3000 ppm glisin uygulanması akrilamid oranını %12 azaltırken, 5000 ppm oranında glisin uygulanması ise akrimalid oranını %22 düzeyinde azaltmıştır. Glisin uygulaması ile enzim uygulamasının birlikte kullanımı sonucunda akrilamid miktarının %60 oranında azaldığı görülmüştür (Basıncı 2010).

Çizelge 4.3.b ve Şekil 4.2.d’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesinin tipine göre yapılan değerlendirmede, en yüksek HMF miktarı 4.64 mg/kg ile %3.0 katkı seviyesinde, en düşük HMF miktarı ise 1.94 mg/kg ile %0.0 katkı seviyesinde belirlenmiştir. HMF oluşumunu önlemek kısıtlı şartlarda mümkün olduğu için genel olarak eklenen katkılar HMF miktarını artırmaktadır.

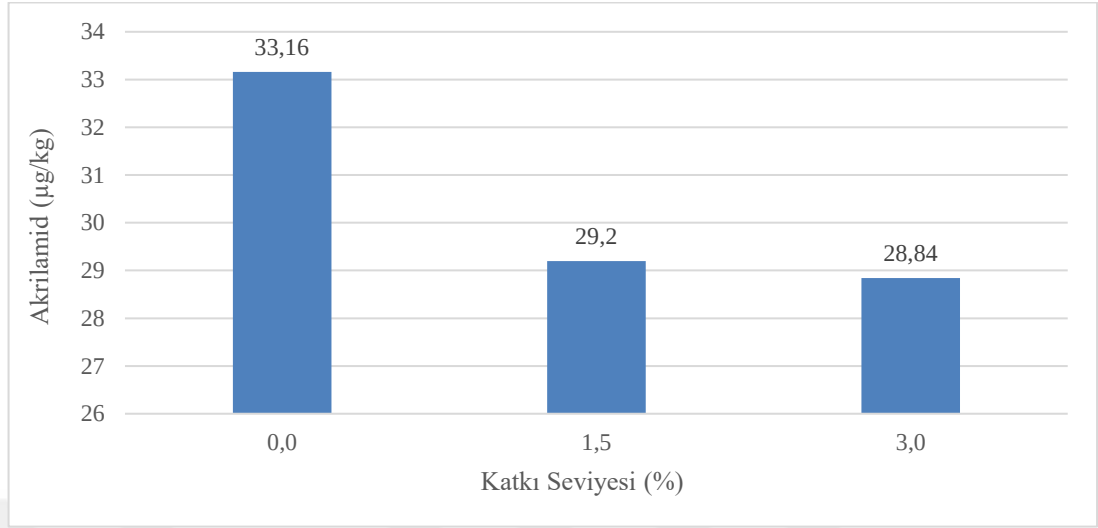


a

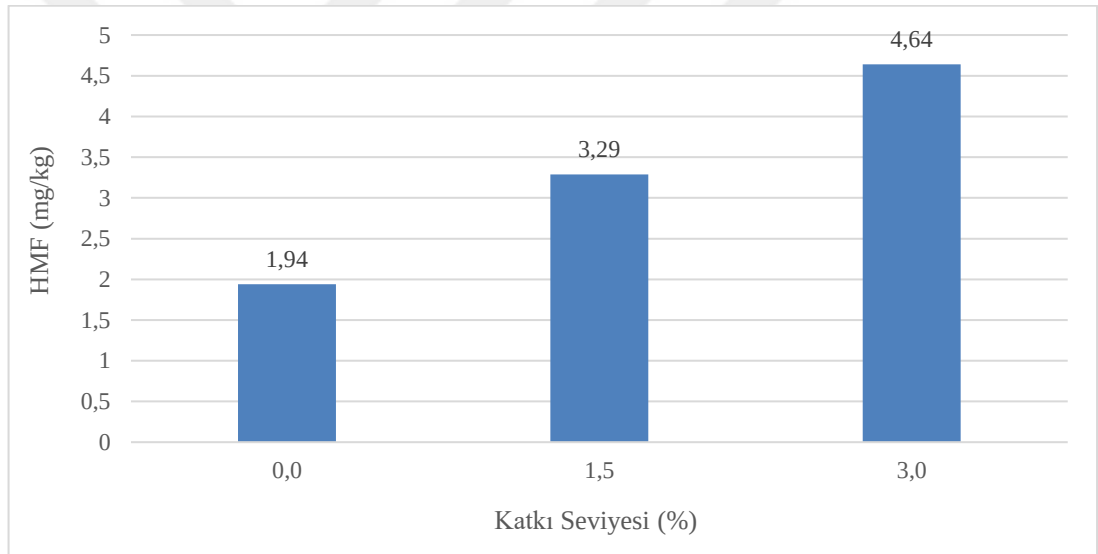


b

Şekil 4.2. Tepsi kadayıflarına farklı katkı seviyesi uygulanmalarının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri



c



d

Şekil 4.2. Tepsi kadayıflarına farklı katkı seviyesi uygulanmalarının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrlamid ve d) HMF üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.2’de pişirme süresi değişkenine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3.c’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.c. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı pişirme süresine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pişirme süresi (dk)	Su aktivitesi (%)		pH		Akrilamid (µg/kg)		HMF (mg/kg)	
	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
30	0.198 ^{a*}	0.088	6.09 ^{ab}	0.913	28.78 ^{ab}	15.169	1.40 ^b	2.136
40	0.175 ^b	0.082	6.13 ^a	0.754	32.02 ^a	15.839	5.17 ^a	6.113

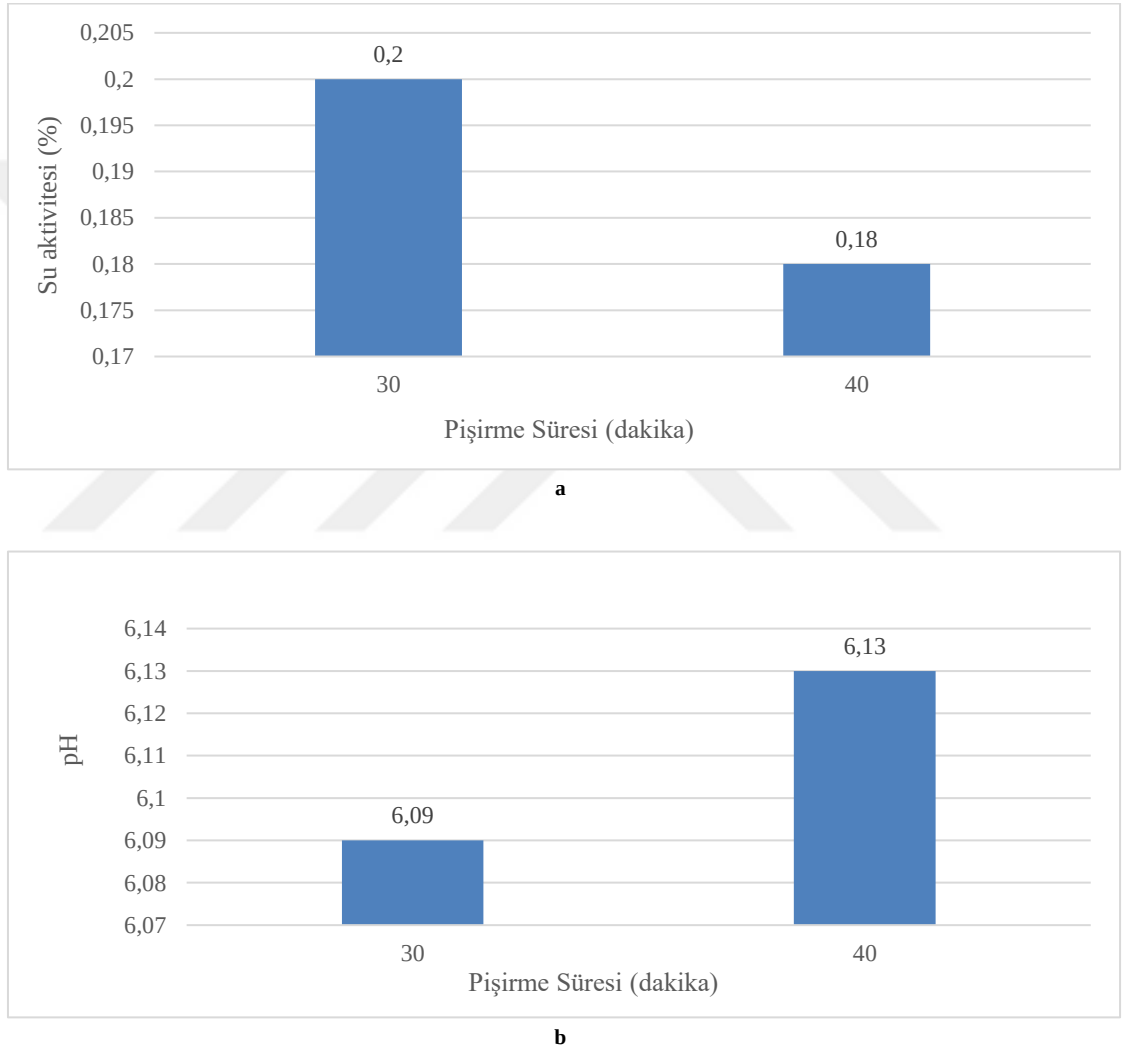
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Çizelge 4.3.c ve Şekil 4.3.a’da görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre değerlendirme yapıldığında, en yüksek su aktivitesi oranı 30 dakika pişirme süresinde %0.198 olarak bulunurken, 40 dakika pişirme süresinde su aktivitesi %0.175 olarak belirlenmiştir. Sıcaklık ve süre arttıkça su aktivitesi azalmaktadır. Yıldırım (2010) yaptığı araştırmada bisküvilerde pişirme süresi boyunca meydana gelen akrilamid ve HMF’nin üzerinde etkili olan farklı amino asitleri incelemiş ve ısıtma işlem süresinin 11 dakikadan 15 dakikaya çıkarılması ile su aktivitesinin giderek azaldığı belirlenmiştir.

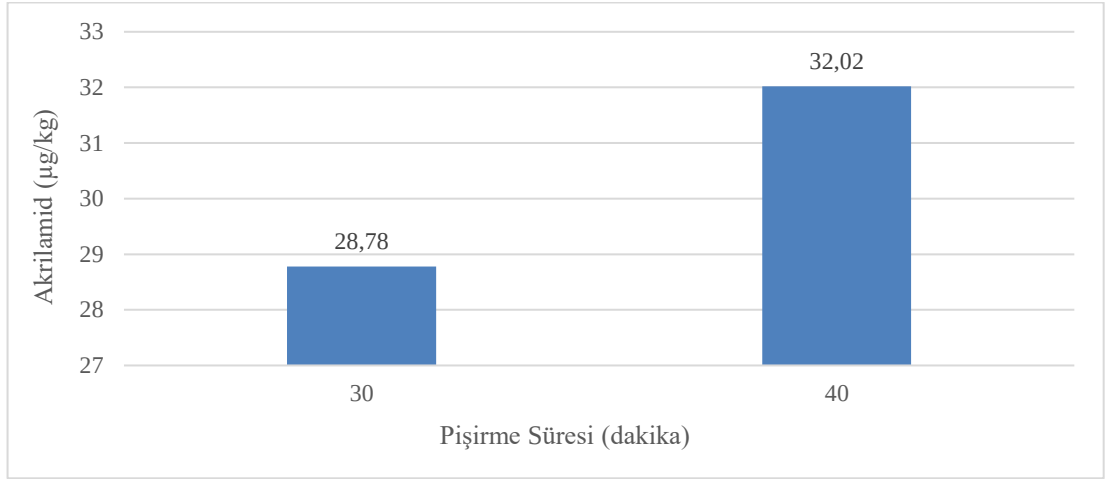
Çizelge 4.3.c ve Şekil 4.3.b’de görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre değerlendirme yapıldığında, en yüksek pH miktarı 40 dakika pişirme süresinde 6.13 olarak bulunurken bunu 6.09 ile 30 dakika pişirme süresi izlemiştir.

Çizelge 4.3.c ve Şekil 4.3.c’de görüldüğü gibi pişirme sürelerinin ortalamalarına göre yapılan değerlendirilme sonucu, en yüksek akrilamid miktarı 40 dakika pişirme süresinde 32.02 µg/kg iken bunu 28.78 µg/kg ile 30 dakika pişirme süresi izlemiştir. Akrilamid oluşumuna neden olan pişirme tekniklerinin uzun süre ile yüksek sıcaklıklar kullanılarak gerçekleştirilmemesi gerekmektedir (Gölükcü ve Tokgöz 2005). Nizamlioğlu (2015)’in yaptığı bir çalışmada kavurma sıcaklığı ve kavurma süresi arttıkça badem örneklerinin akrilamid içeriğinde artış görülmüştür. en yüksek akrilamid miktarı, 170°C’de 40 dakika kavruşan Nonperial ve Akbadem örneklerinde sırasıyla 1020.30 µg/kg ve 744.00 µg/kg olarak bulunmuştur. Kızartma veya fırınlama gibi pişirme işlemleri sırasında uygulanan sıcaklığın derecesi ve uygulama süresinin artışı, akrilamid değerlerinde artışa neden olmaktadır.

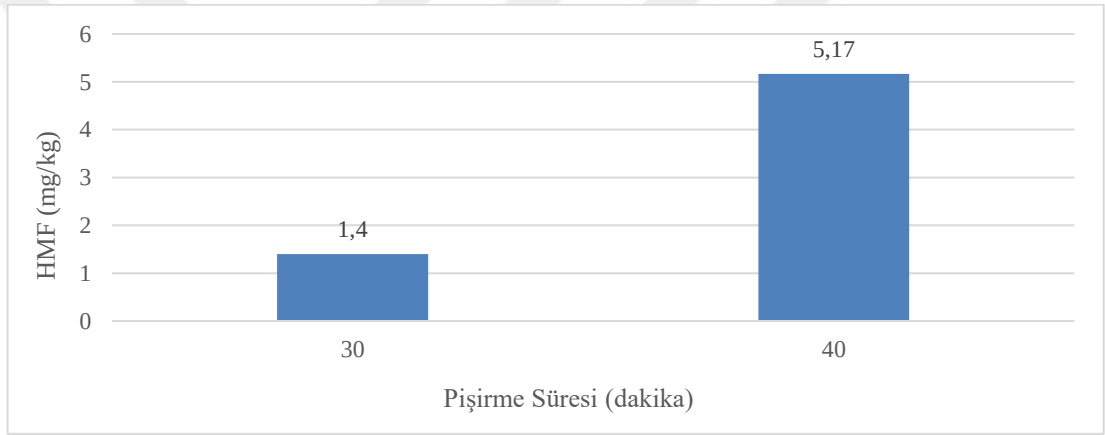
Çizelge 4.3.c ve Şekil 4.3.d’de görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre yapılan değerlendirme sonucunda, en yüksek HMF miktarı 40 dakika pişirme süresinin grubunda 5.17 mg/kg iken, bunu 1.40 mg/kg ile 30 dakika pişirme süresi izlemiştir. Kızartma veya fırınlama gibi pişirme işlemleri sırasında uygulanan sıcaklığın derecesi ve uygulama süresinin artışı, HMF değerlerinde artışa neden olmaktadır.



Şekil 4.3. Tepsi kadayıflarına farklı pişirme süresi uygulanmalarının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri



c



d

Şekil 4.3. Tepsi kadayıflarına farklı pişirme süresi uygulanmalarının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.2’de katkı maddesi × katkı seviyesinin değişkenine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3.d’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.d. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve katkı seviyesi interaksiyonuna ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı maddesi	Katkı seviyesi (%)	Su aktivitesi (%)		pH		Akrilamid (µg/kg)		HMF (mg/kg)	
		Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
asetik asit	0	0.160 ^{a*}	0.009	6.02 ^a	0.164	33.16 ^{ab}	16.713	1.94 ^b	2.205
	1.5	0.123 ^c	0.009	5.27 ^b	0.053	45.42 ^a	6.729	3.32 ^a	0.548
	3.0	0.138 ^b	0.030	5.01 ^c	0.101	39.62 ^a	19.999	0.85 ^c	0.978
CaCl ₂	0	0.160 ^b	0.009	6.02 ^b	0.164	33.16 ^a	16.713	1.94 ^c	2.205
	1.5	0.214 ^a	0.037	6.08 ^a	0.017	30.20 ^a	9.254	9.44 ^b	6.901
	3.0	0.203 ^a	0.027	5.96 ^c	0.118	22.76 ^b	8.938	11.09 ^a	6.245
Glisin	0	0.160 ^a	0.009	6.02 ^a	0.164	33.16 ^a	16.713	1.94 ^a	2.205
	1.5	0.149 ^a	0.005	5.85 ^b	0.032	31.24 ^{ab}	25.984	0.40 ^b	0.418
	3.0	0.109 ^b	0.009	5.91 ^c	0.069	12.75 ^b	4.658	0.18 ^b	0.285
NaCl	0	0.160 ^b	0.009	6.02 ^a	0.164	33.16 ^a	16.713	1.94 ^c	2.205
	1.5	0.195 ^a	0.013	5.88 ^b	0.086	16.84 ^b	2.934	5.91 ^b	1.753
	3.0	0.173 ^b	0.018	5.67 ^c	0.028	32.37 ^a	11.389	13.58 ^a	9.180
NaHCO ₃	0	0.160 ^c	0.009	6.02 ^c	0.164	33.16 ^a	16.713	1.94 ^a	2.205
	1.5	0.272 ^b	0.031	7.60 ^b	0.389	28.68 ^a	18.800	0.00 ^b	0.000
	3.0	0.497 ^a	0.019	8.81 ^a	0.270	29.34 ^a	23.771	0.00 ^b	0.000
Sakkaroz	0	0.160 ^b	0.009	6.02 ^a	0.164	33.16 ^a	16.713	1.94 ^a	2.205
	1.5	0.176 ^a	0.019	5.87 ^b	0.118	22.81 ^b	9.590	0.67 ^b	0.710
	3.0	0.150 ^b	0.029	5.89 ^b	0.064	36.23 ^a	13.956	2.11 ^a	0.892

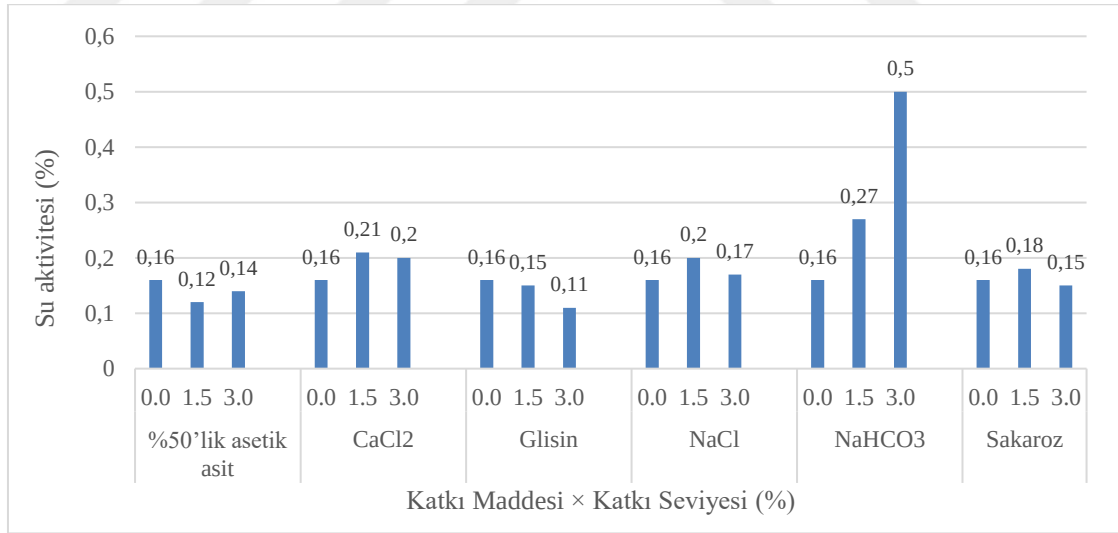
* Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p ≤ 0.05).

Çizelge 4.3.d ve Şekil 4.4.a'da görüldüğü gibi en yüksek su aktivitesi %0.497 ile NaHCO₃ + %3.0 katkı seviyesi uygulamasında tespit edilmiş ve en düşük su aktivitesi oranı, glisin + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında %0.109 olarak elde edilmiştir. Yıldırım (2010) yaptığı araştırmada bisküvilerde pişirme süresi boyunca meydana gelen akrilamid ve HMF'nin üzerinde etkili olan farklı amino asitleri incelemiş ve 4 farklı dozda (%1,25, %2,50, %5,0 ve %10,0) amino asit uygulaması sonucunda, en düşük su aktivitesinin en yüksek dozdan (%10) elde edildiği belirlenmiştir. Bu çalışmada en düşük su aktivitesi en yüksek dozda ve glisin amino asitinde elde edilmiştir.

Çizelge 4.3.d ve Şekil 4.4.b'de görüldüğü gibi en yüksek pH miktarı 8.81 ile NaHCO₃ + %3.0 katkı seviyesi uygulamasında tespit edilmiş ve en düşük pH miktarı, asetik asit + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında 5.01 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçta yine eklenen katkıların asit ve bazik yapılarından kaynaklanmaktadır.

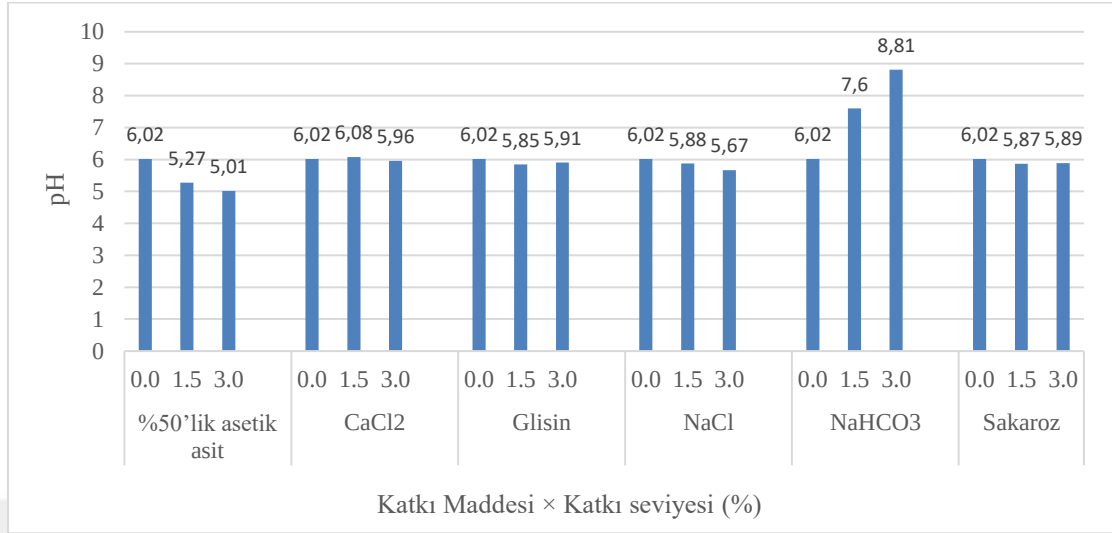
Çizelge 4.3.d ve Şekil 4.4.c’de görüldüğü gibi en yüksek akrilamid miktarı 45.42 µg/kg ile asetik asit + %1.5 katkı seviyesi uygulamasında tespit edilmiş ve en düşük akrilamid miktarı, glisin + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında 12.75 µg/kg olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda kullanılan saf asitler akrilamid miktarını azaltmıştır, fakat bu çalışmada duyuşal özelliğın çok fazla etkilenmemesini göz önünde bulundurarak asetik asit %50’lik çözelti halinde ilave edilmiştir. Bu nedenle saf asit olmadığı için pH’yı çok fazla düşürmemiştir ve %1.5 seviyede azalma yerine çok az miktarda artış görülmüştür. Glisin eklenmesini akrilamid oluşumunu azaltmada etkili olmuştur (Capuano *et al.* 2009).

Çizelge 4.3.d ve Şekil 4.4.d’de görüldüğü gibi en yüksek HMF miktarı 13.58 mg/kg ile NaCl + %3.0 katkı seviyesi uygulamasında tespit edilmiştir. En düşük HMF miktarı olarak, NaHCO₃ + %1.5 katkı seviyesi ve NaHCO₃ + %3.0 katkı seviyesi kombinasyonlarında 0.0 mg/kg şeklinde tespit edilmiştir. NaHCO₃ HMF miktarını azaltmaktadır.

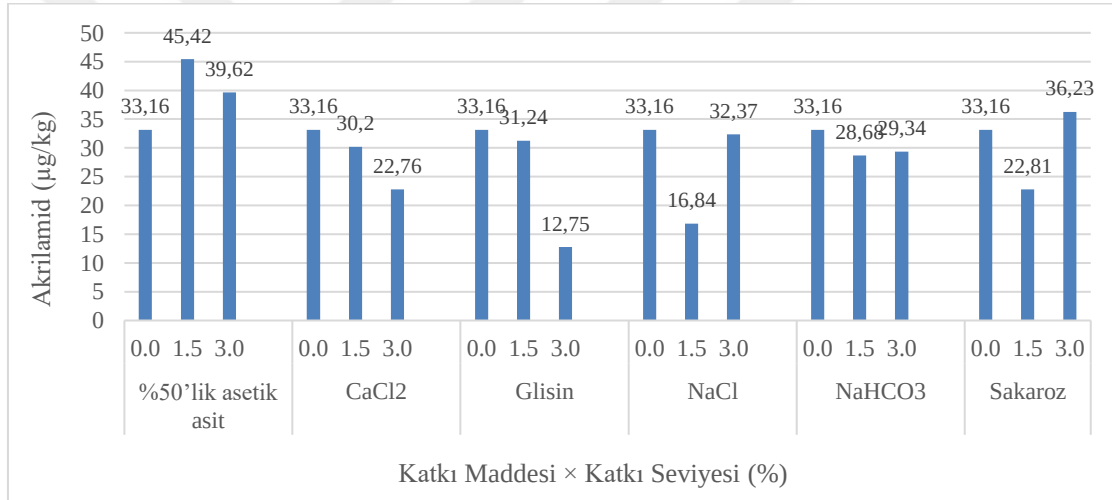


a

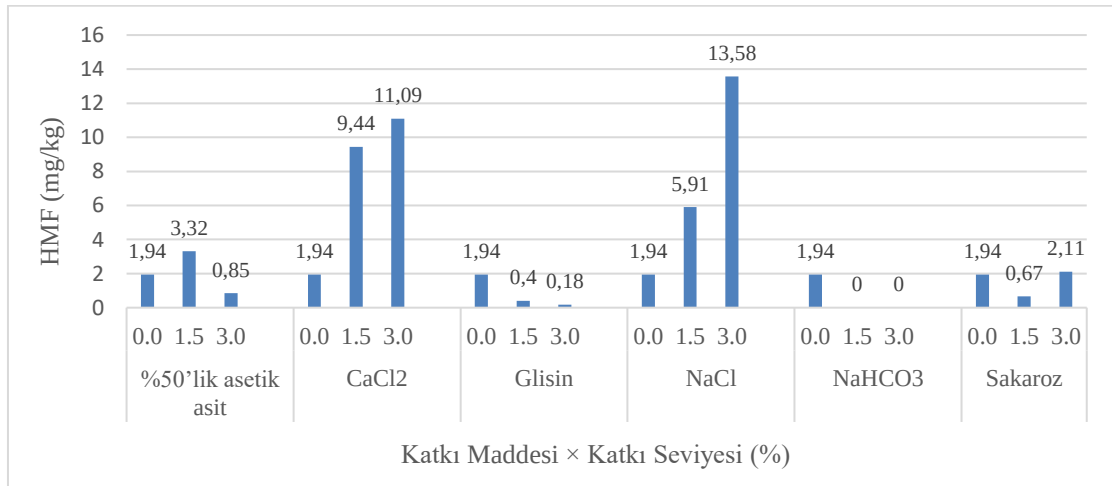
Şekil 4.4. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri



b



c



d

Şekil 4.4. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrlamid ve d) HMF üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.2’de katkı maddesi × pişirme süresi değişkenine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3.e’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.e. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı maddesi	Pişirme süresi (dakika)	Su aktivitesi (%)		pH		Akrilamid (µg/kg)		HMF (mg/kg)	
		Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	30	0.154 ^{a*}	0.018	5.41 ^{ab}	0.374	42.20 ^a	16.553	1.26 ^a	1.925
	40	0.127 ^b	0.020	5.47 ^a	0.568	36.60 ^b	14.215	2.82 ^b	0.980
CaCl ₂	30	0.210 ^a	0.039	6.01 ^a	0.100	25.83 ^b	9.491	3.17 ^b	2.598
	40	0.175 ^b	0.019	6.03 ^a	0.141	31.58 ^a	14.245	11.81 ^a	6.436
Glisin	30	0.142 ^a	0.028	5.85 ^b	0.024	28.27 ^a	20.789	0.13 ^b	0.234
	40	0.137 ^a	0.021	6.01 ^a	0.130	23.17 ^b	18.472	1.56 ^a	1.802
NaCl	30	0.179 ^a	0.013	5.79 ^b	0.112	24.41 ^b	12.294	3.38 ^b	2.685
	40	0.174 ^b	0.026	5.92 ^a	0.221	30.51 ^a	14.586	10.91 ^a	8.378
NaHCO ₃	30	0.327 ^a	0.156	7.62 ^a	1.436	26.67 ^b	19.009	0.01 ^b	0.028
	40	0.293 ^b	0.151	7.34 ^b	1.081	34.11 ^a	18.262	1.28 ^a	1.988
Sakkaroz	30	0.179 ^a	0.013	5.85 ^a	0.070	25.31 ^b	5.692	0.49 ^b	0.675
	40	0.146 ^b	0.016	6.00 ^b	0.139	36.16 ^a	17.772	2.66 ^a	1.183

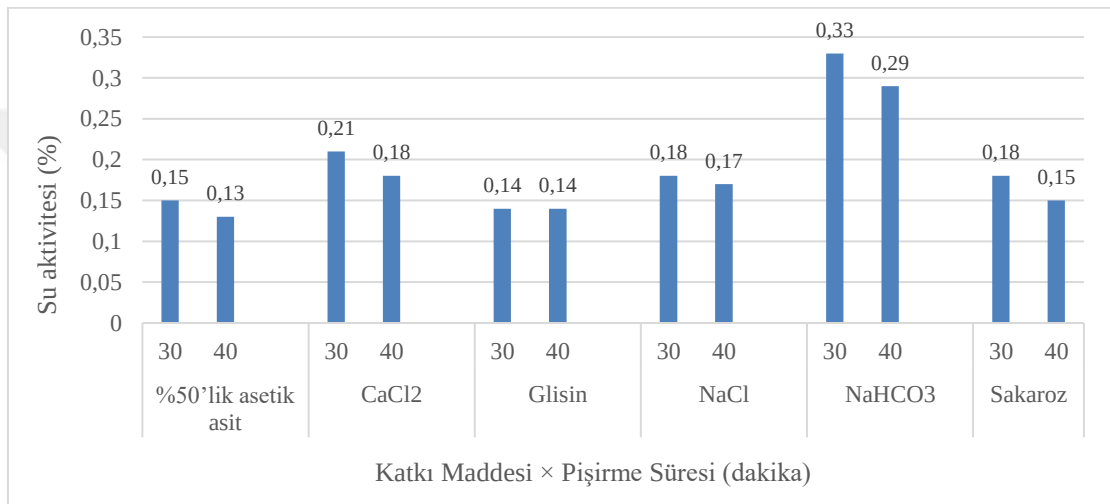
*Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.3.e ve Şekil 4.5.a’da görüldüğü gibi en yüksek su aktivitesi %0.327 ile NaHCO₃ + 30 dakika pişirme süresi uygulamasında gözlenmiştir. En düşük su aktivitesi ise asetik asit + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında %0.127 olarak belirlenmiştir. NaHCO₃’ın higroskopik özelliğinden dolayı su aktivitesi miktarı artmıştır.

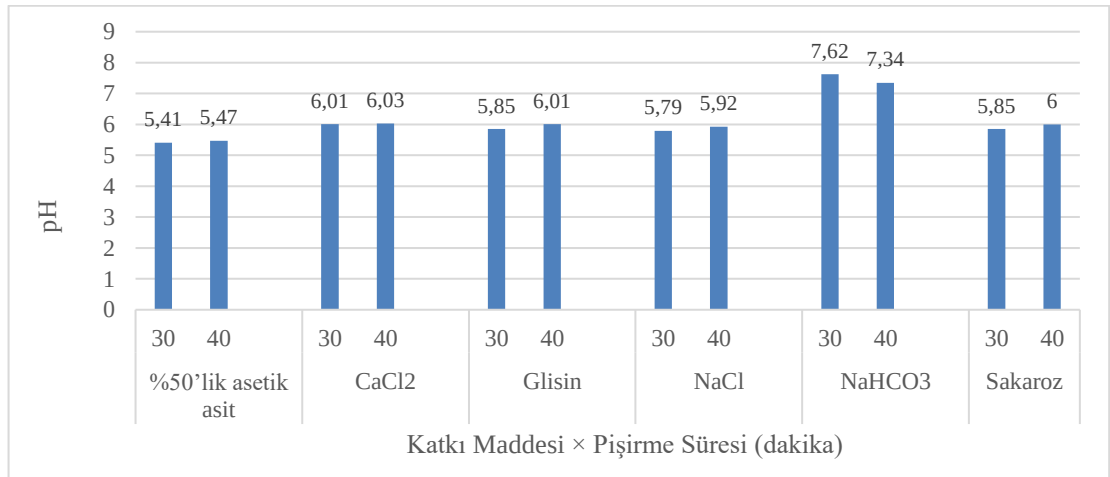
Çizelge 4.3.e ve Şekil 4.5.b’de görüldüğü gibi en yüksek pH miktarı 7.62 ile NaHCO₃ + 30 dakika pişirme süresi uygulamada gözlenmiştir. En düşük pH miktarı ise asetik asit + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 5.41 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3.e ve Şekil 4.5.c’de görüldüğü gibi en yüksek akrilamid miktarı 42.20 µg/kg ile asetik asit + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük akrilamid miktarı, glisin + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 23.17 µg/kg olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3.e ve Şekil 4.5.d’de görüldüğü gibi en yüksek HMF miktarı 11.81 mg/kg ile CaCl_2 + 40 dakika pişirme süresinin uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük HMF miktarı ise, NaHCO_3 + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 0.01 mg/kg olarak belirlenmiştir. Tek veya çift değerli katyonlar schiff baz oluşumunu engellerler ve ortamdaki şekerlerin yönünü HMF oluşumu için değiştirirler, fakat NaHCO_3 ortam pH’sını arttırdığı için şekerlerin hidrolizi engellenmektedir.

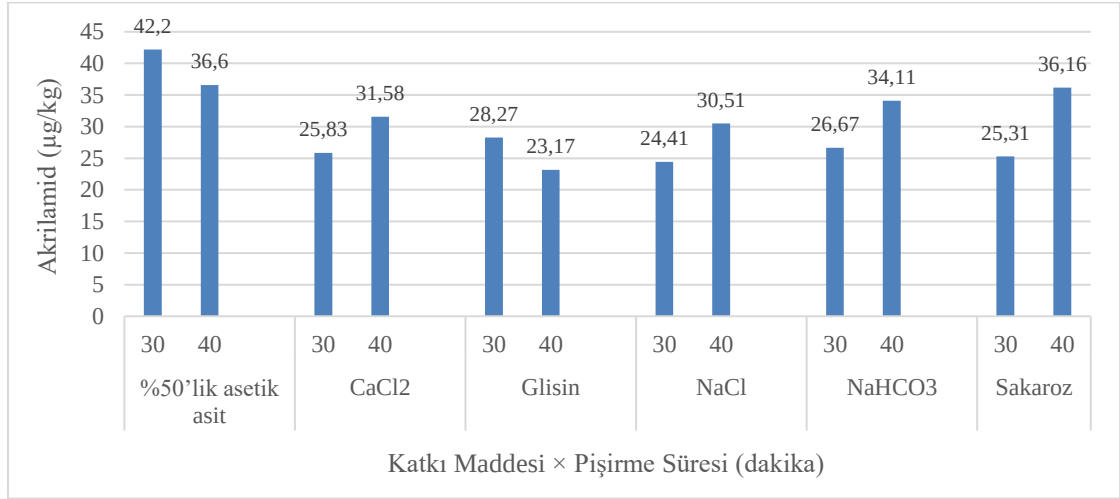


a

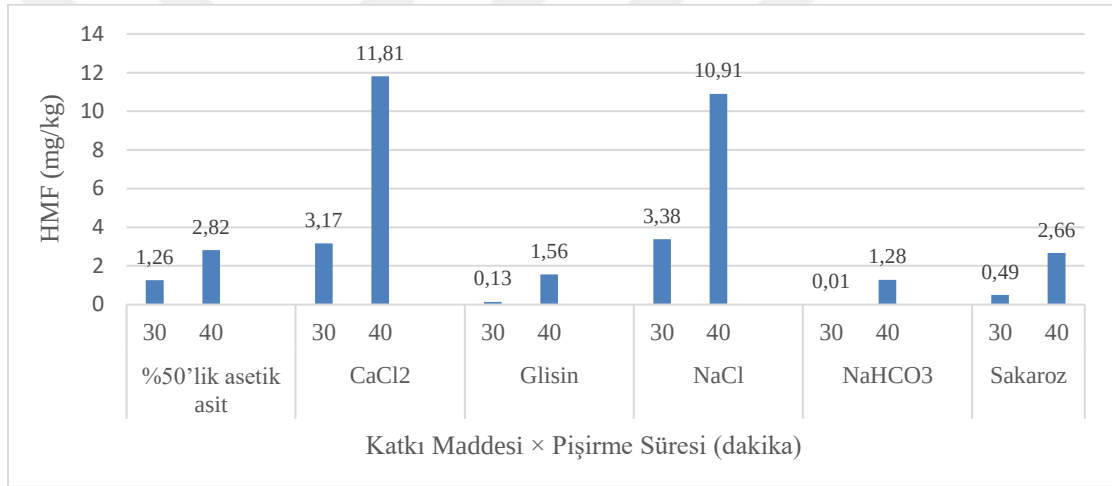


b

Şekil 4.5. Farklı katkı maddesi × pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri



c



d

Şekil 4.5. Farklı katkı maddesi × piştirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.2’de katkı seviyesi × piştirme süresi değişkenine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3.f’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.f. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesi ve pişirme süresi interaksyonuna ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı seviyesi (%)	Pişirme süresi (dakika)	Su aktivitesi (%)		pH		Akrilamid (µg/kg)		HMF (mg/kg)	
		Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
0	30	0.168 ^{b*}	0.002	5.88 ^c	0.000	22.67 ^b	2.840	0.04 ^b	0.036
1.5	30	0.199 ^c	0.060	6.12 ^b	0.889	32.20 ^a	15.874	2.02 ^a	2.115
3.0	30	0.229 ^a	0.138	6.27 ^a	1.334	31.48 ^a	20.265	2.16 ^a	2.638
0	40	0.153 ^a	0.004	6.17 ^a	0.005	43.66 ^a	14.450	3.84 ^b	0.240
1.5	40	0.178 ^b	0.044	6.07 ^b	0.620	26.20 ^b	15.497	4.56 ^b	5.637
3.0	40	0.195 ^c	0.135	6.15 ^a	1.192	26.21 ^b	11.309	7.11 ^a	8.980

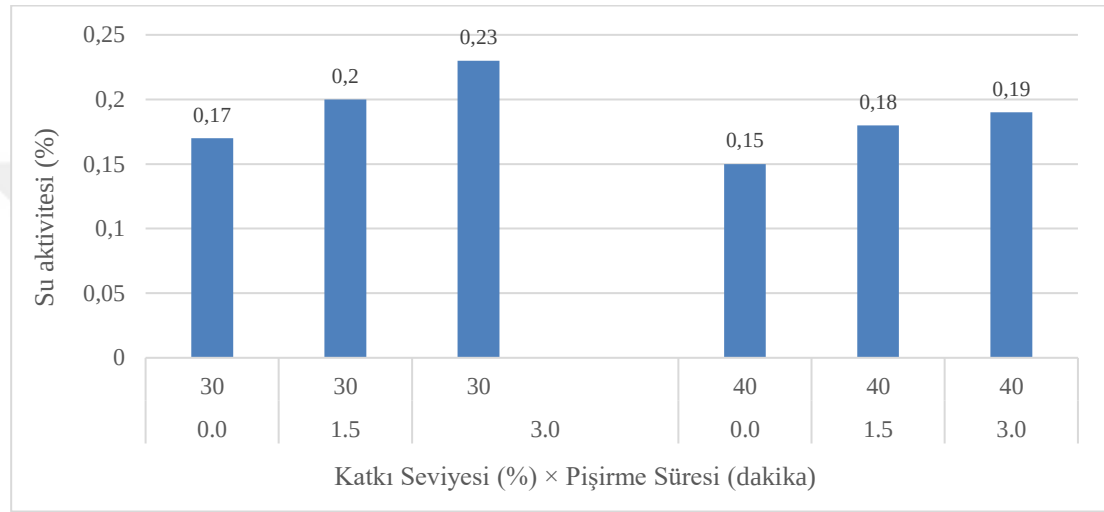
* Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.3.f ve Şekil 4.6.a’da görüldüğü gibi en yüksek su aktivitesi oranı %0.229 ile %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük su aktivitesi ise %0.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi %0.153 olarak belirlenmiştir. Yüksek seviyede katkıların eklenmesi ve kısa sürede pişirilmesi su aktivitesinin düşmesini önlemektedir.

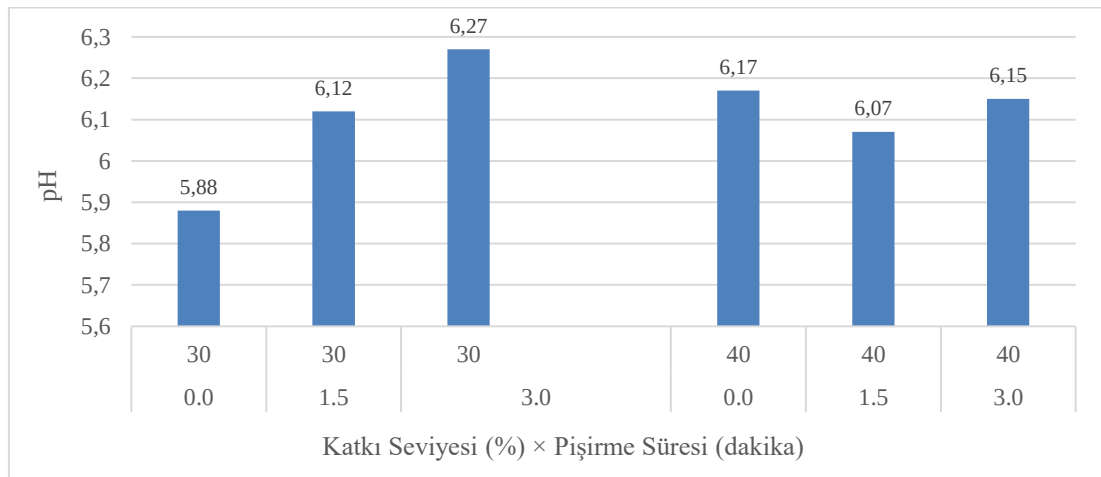
Çizelge 4.3.f ve Şekil 4.6.b’de görüldüğü gibi en yüksek pH miktarı 6.27 ile %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük pH miktarı ise %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 5.88 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3.f ve Şekil 4.6.c’de görüldüğü gibi en yüksek akrilamid miktarı 43.66 µg/kg ile %0.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük akrilamid miktarı ise, %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 22.67 µg/kg olarak belirlenmiştir. En yüksek akrilamid miktarı tepsi kadayıfların kontrol örneğinde ve uzun süreli pişirmede meydana gelmiştir.

Çizelge 4.3.f ve Şekil 4.6.d’de görüldüğü gibi en yüksek HMF miktarı 7.11 mg/kg ile %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük HMF miktarı, %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi 0.04 mg/kg olarak belirlenmiştir. Yapılan tüm çalışmalarda görülmüştür ki, uzun süreli pişirme HMF miktarını artmaktadır.

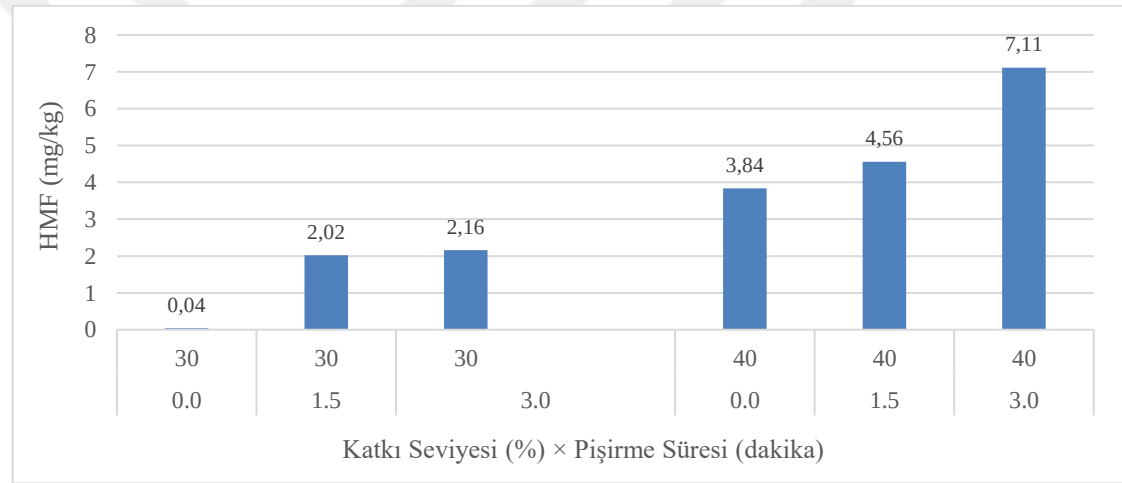
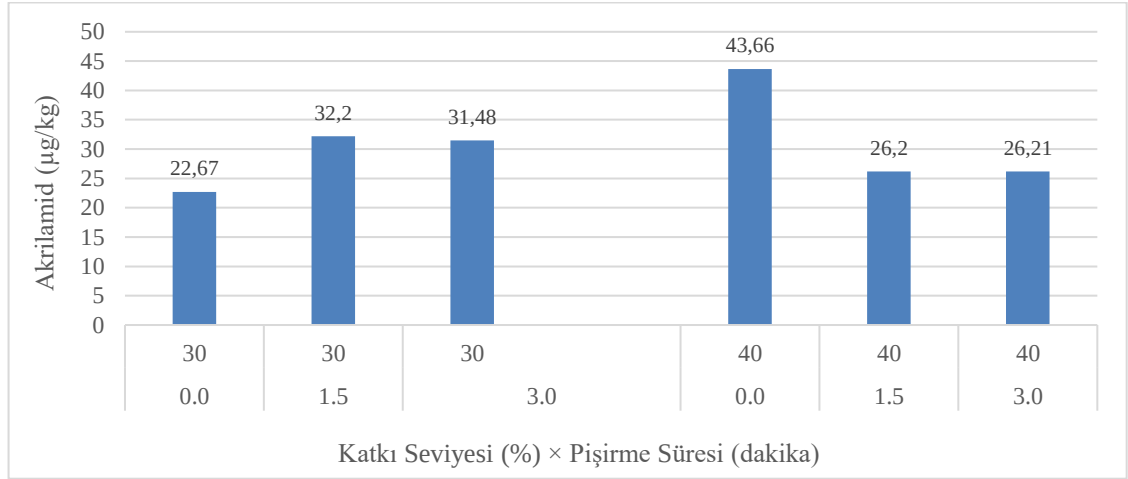


a



b

Şekil 4.6. Farklı katkı seviyesi × pişirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri



Şekil 4.6. Farklı katkı seviyesi × pişirme süresi interaksyonunun tepsi kadayının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.2’de katkı maddesi × katkı seviyesi × pişirme süresi değişkenine ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3.g’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.g. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı maddesi	Katkı seviyesi (%)	Pişirme süresi (dakika)	Su aktivitesi (%)		pH		Akrilamid (µg/kg)		HMF (mg/kg)	
			Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	0	30.0	0.168 ^{a*}	0.0028	5.88 ^b	0.0000	22.67 ^a	3.8466	0.04 ^b	0.0495
		40.0	0.152 ^b	0.0064	6.17 ^a	0.0070	43.66 ^b	19.5656	3.84 ^a	0.3253
	1.5	30.0	0.131 ^a	0.0042	5.24 ^b	0.0424	47.46 ^a	10.3025	3.73 ^a	0.3960
		40.0	0.115 ^b	0.0042	5.31 ^a	0.0495	43.39 ^b	3.6274	2.91 ^b	0.2687
	3.0	30.0	0.163 ^a	0.0106	5.10 ^a	0.0212	56.47 ^a	4.8790	0.00 ^b	0.0000
		40.0	0.113 ^b	0.0113	4.93 ^b	0.0353	22.77 ^b	6.3286	1.70 ^a	0.0354
CaCl ₂	0	30.0	0.168 ^a	0.0028	5.88 ^b	0.0000	22.67 ^a	3.8466	0.04 ^b	0.0495
		40.0	0.152 ^b	0.0064	6.17 ^a	0.0070	43.66 ^b	19.5656	3.84 ^a	0.3253
	1.5	30.0	0.234 ^a	0.0488	6.09 ^a	0.0212	34.79 ^a	3.4436	3.79 ^b	0.8132
		40.0	0.193 ^b	0.0064	6.07 ^{ab}	0.0070	25.61 ^b	12.6855	15.09 ^a	3.8113
	3.0	30.0	0.226 ^a	0.0064	6.06 ^a	0.0141	20.04 ^b	13.2794	5.69 ^b	0.2051
		40.0	0.179 ^b	0.0014	5.86 ^b	0.0070	25.49 ^a	5.8053	16.50 ^a	0.1697
Glisin	0	30.0	0.168 ^a	0.0028	5.88 ^b	0.0000	22.67 ^a	3.8466	0.04 ^b	0.0495
		40.0	0.152 ^b	0.0064	6.17 ^a	0.0070	43.66 ^b	19.5656	3.84 ^a	0.3253
	1.5	30.0	0.150 ^a	0.0092	5.83 ^{ab}	0.0070	52.07 ^a	16.9281	0.04 ^b	0.0141
		40.0	0.148 ^a	0.0014	5.88 ^a	0.0000	10.42 ^b	1.9728	0.77 ^a	0.0071
	3.0	30.0	0.110 ^a	0.0092	5.85 ^b	0.0000	10.06 ^b	0.7141	0.30 ^a	0.4243
		40.0	0.109 ^a	0.0127	5.97 ^a	0.0000	15.45 ^a	5.9609	0.07 ^b	0.0919
NaCl	0	30.0	0.168 ^a	0.0028	5.88 ^b	0.0000	22.67 ^a	3.8466	0.04 ^b	0.0495
		40.0	0.152 ^b	0.0064	6.17 ^a	0.0070	43.66 ^b	19.5656	3.84 ^a	0.3253
	1.5	30.0	0.184 ^b	0.0000	5.85 ^{ab}	0.0141	16.02 ^b	4.3557	4.47 ^b	0.8202
		40.0	0.206 ^a	0.0078	5.92 ^a	0.1343	17.65 ^a	2.0506	7.36 ^a	0.4738
	3.0	30.0	0.185 ^a	0.0226	5.65 ^{ab}	0.0000	34.54 ^a	19.2403	5.64 ^b	0.6364
		40.0	0.161 ^b	0.0007	5.69 ^a	0.0282	30.21 ^b	0.5232	21.52 ^a	0.5233
NaHCO ₃	0	30.0	0.168 ^a	0.0028	5.88 ^b	0.0000	22.67 ^a	3.8466	0.04 ^b	0.0495
		40.0	0.152 ^b	0.0064	6.17 ^a	0.0070	43.66 ^b	19.5656	3.84 ^a	0.3253
	1.5	30.0	0.300 ^a	0.0071	7.93 ^a	0.1555	18.92 ^b	7.0145	0.00 ^b	0.0000
		40.0	0.245 ^b	0.0021	7.28 ^b	0.0353	38.44 ^a	25.1022	0.00 ^b	0.0000
	3.0	30.0	0.541 ^a	0.0042	9.04 ^a	0.0848	38.43 ^a	36.2533	0.00 ^b	0.0000
		40.0	0.480 ^b	0.0014	8.58 ^b	0.0282	20.25 ^b	7.1064	0.00 ^b	0.0000
Sakkaroz	0	30.0	0.168 ^a	0.0028	5.88 ^b	0.0000	22.67 ^a	3.8466	0.04 ^b	0.0495
		40.0	0.152 ^b	0.0064	6.17 ^a	0.0070	43.66 ^b	19.5656	3.84 ^a	0.3253
	1.5	30.0	0.193 ^a	0.0021	5.77 ^b	0.0141	23.93 ^a	4.2143	0.07 ^b	0.0778
		40.0	0.160 ^b	0.0057	5.98 ^a	0.0070	21.68 ^b	15.9099	1.27 ^a	0.2404
	3.0	30.0	0.175 ^a	0.0141	5.91 ^a	0.0636	29.33 ^b	8.9095	1.36 ^b	0.0212
		40.0	0.125 ^b	0.0007	5.87 ^b	0.0848	43.13 ^a	17.7342	2.87 ^a	0.3323

* Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

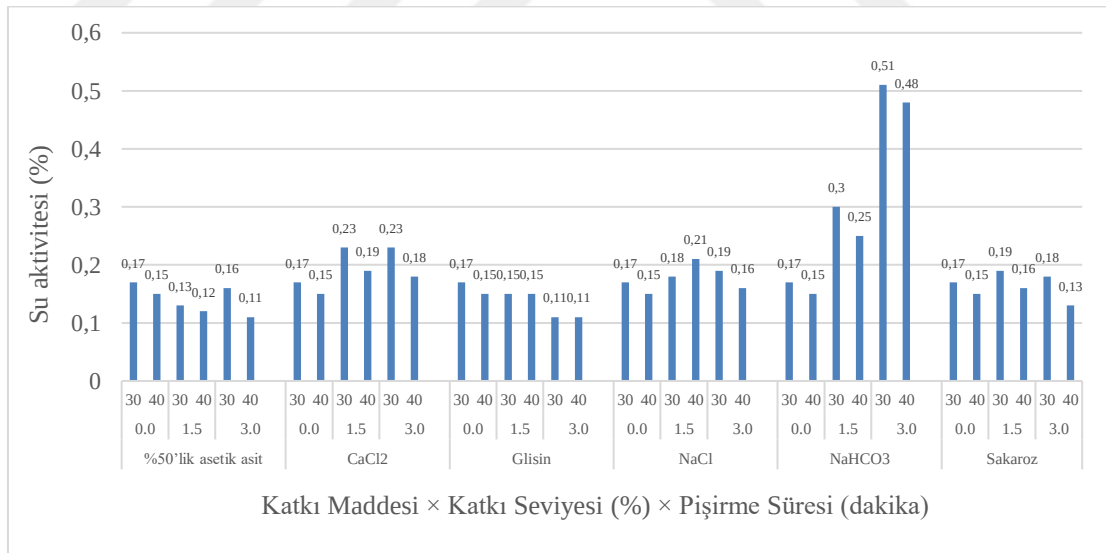
Çizelge 4.3.g ve Şekil 4.7.a'da görüldüğü gibi en yüksek su aktivitesi %0.541 ile NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük su aktivitesi oranı ise glisin + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında %0.109 olarak elde edilmiştir. Eicher and Karel (1972) yaptıkları araştırmada maksimum esmerleşmenin, gıdalarda su aktivitesinin (a_w) 0,3-0,7 arasında olduğu belirtilmiştir. Maksimum değere ulaşma durumunun gıda çeşidine bağlı olduğu ifade edilmiştir. Su aktivitesi gıdalarda spesifik polar grubuna bağlı bulunan suyu ifade eder. Kimyasal reaksiyon için su moleküllerinin kullanılabilirliğini kısıtlayan diğer faktörlere rağmen, su aktivitesi optimum esmerleşme koşullarını tahmin etmede kullanılamaz.

Çizelge 4.3.g ve Şekil 4.7.b'de görüldüğü gibi en yüksek pH miktarı 9.04 ile NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük pH miktarı ise asetik asit + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 4.39 olarak elde edilmiştir. Yapılan araştırmalarda akrilamidin meydana gelmesinin sistemin pH'sına da bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. pH gerek şekerlerin gerekse amino grubunun reaktivitesini etki etmektedir. İşlem esnasında pH'yı düşürmenin akrilamidi kısıtlayacağı bildirilmektedir (Kita *et al.* 2004).

Çizelge 4.3.g ve Şekil 4.7.c'de görüldüğü gibi en yüksek akrilamid miktarı 56.47 $\mu\text{g/kg}$ ile asetik asit + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük akrilamid miktarı, glisin + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme uygulamalarında 10.06 $\mu\text{g/kg}$ olarak elde edilmiştir. Unun randımanı ve pişirme sıcaklığının düşürülmesi, pişirme işlemi sırasında ekmeğin akrilamid içeriğinin miktarını azaltmıştır. Ayrıca, hamura glisin ilavesi hem yassı ekmeğin hem de ekmek kabuğunun akrilamid içeriğini önemli ölçüde düşürmüştür (Keramat *et al.* 2011).

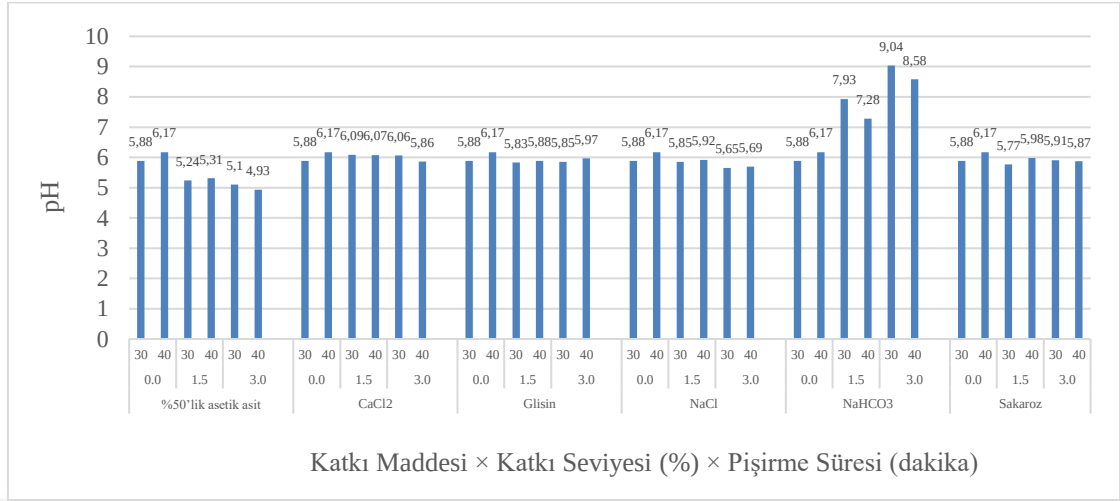
Çizelge 4.3.g ve Şekil 4.7.d'de görüldüğü gibi en yüksek HMF miktarı 21.52 mg/kg ile NaCl + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük HMF miktarı, asetik asit %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi, NaHCO_3 + %1.5 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi, NaHCO_3 + %1.5 katkı seviyesi + 40

dakika pişirme süresi, NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi, NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 0.0 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada bisküvi pişirmesinde sıcaklık, süre ve iki farklı yöntemin (R_1 =%0.65 w/w NaCl ve R_2 = NaCl' ilave edilmemiş) akrilamid ve HMF'nin oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. Bu bisküvilere uygulanan pişirme sıcaklıkları sırasıyla 180, 190 ve 200°C'dir. 180°C'de R_1 ve R_2 yöntemleri arasında belirgin bir farklılık gözlenmiştir. R_1 yönteminde HMF miktarı ise 15 dakika pişirildikten sonra 2.7mg/kg, 17.50 mg/kg ve 295 mg/kg olmuştur. Bu bisküvilere uygulanan pişirme sıcaklıkları ise sırası ile 180, 190 ve 200°C'dir. Sonuç olarak HMF miktarının azalması R_2 yönteminde 180°C'de saptanmıştır (Van Der Fels-Klerx *et al.* 2014). Yapılan diğer araştırmalarda çeşitli asitlerin ilave edildiği model sistemlerde HMF miktarı artmıştır, çünkü asit varlığında şekerlerin hidrolizi sonucu HMF miktarında artış görülmüştür. Bu çalışmada kullanılan seyreltik asit HMF miktarını azaltmıştır, çünkü monosakkaritler inorganik asitlerin seyreltik çözeltilerine dirençlidirler (Kahraman 2012).

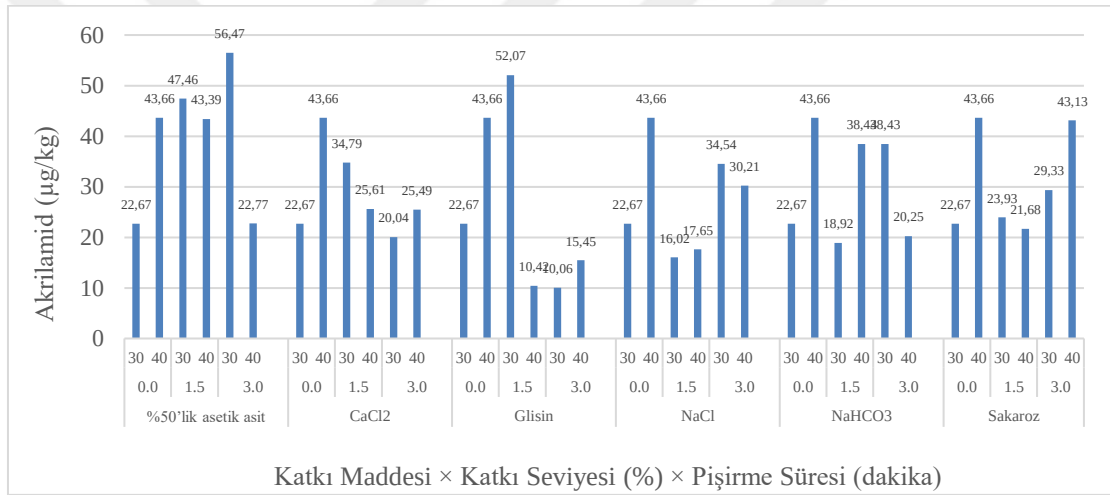


a

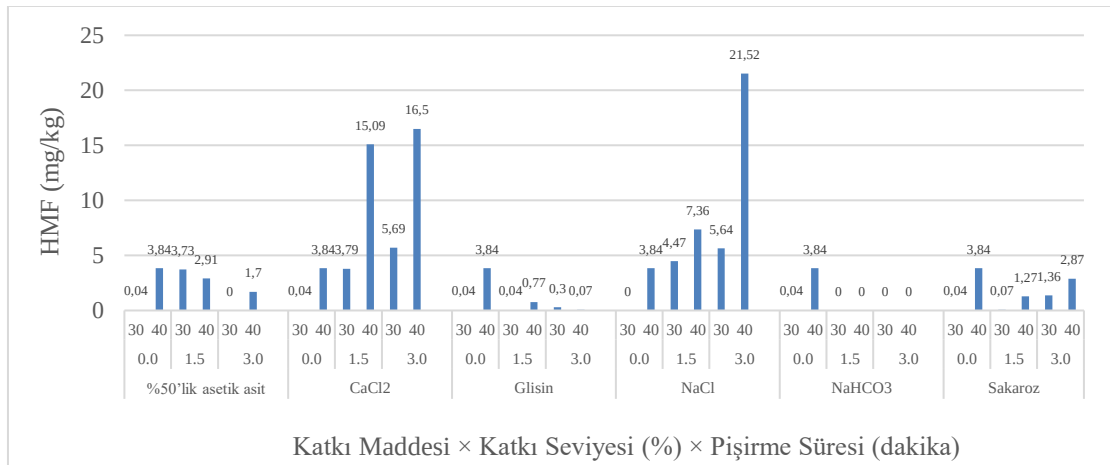
Şekil 4.7. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi × pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrilamid ve d) HMF üzerine etkileri



b



c



d

Şekil 4.7. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi × pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayının a) Su aktivitesi, b) pH, c) Akrlamid ve d) HMF üzerine etkileri (devam)

4.2. Tepsi Kadayıf Örneklerine Ait Renk Değerleri

Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresinin renk değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresinin renk değerlerine ait sonuçlar

Katkı maddesi	Katkı seviyesi (%)	Pişirme süresi (dakika)	<i>L</i> (Açıklık-Koyuluk)	+ <i>a</i> (Kırmızı)	+ <i>b</i> (Sarı)
Asetik asit	0	30.0	53.94	5.57	35.59
		40.0	42.42	10.33	32.88
	1.5	30.0	53.25	9.21	37.59
		40.0	49.73	8.26	34.91
	3.0	30.0	61.63	5.57	36.42
		40.0	49.97	12.07	37.97
CaCl ₂	0	30.0	53.94	5.57	35.59
		40.0	42.42	10.33	32.88
	1.5	30.0	58.21	1.68	29.45
		40.0	55.87	7.32	35.04
	3.0	30.0	63.55	3.10	31.27
		40.0	57.64	5.29	32.51
Glisin	0	30.0	53.94	5.57	35.59
		40.0	42.42	10.33	32.88
	1.5	30.0	33.50	16.50	25.20
		40.0	30.91	14.93	21.48
	3.0	30.0	25.95	14.63	18.19
		40.0	25.10	13.25	15.42
NaCl	0	30.0	53.94	5.57	35.59
		40.0	42.42	10.33	32.88
	1.5	30.0	51.11	8.53	34.76
		40.0	49.56	10.11	36.06
	3.0	30.0	44.10	11.12	33.19
		40.0	41.74	13.96	33.18
NaHCO ₃	0	30.0	53.94	5.57	35.59
		40.0	42.42	10.33	32.88
	1.5	30.0	50.70	12.16	39.70
		40.0	45.70	14.56	36.45
	3.0	30.0	41.14	15.05	33.44
		40.0	42.76	13.76	28.29
Sakkaroz	0	30.0	53.94	5.57	35.59
		40.0	42.42	10.33	32.88
	1.5	30.0	54.30	7.45	37.69
		40.0	48.61	10.04	35.61
	3.0	30.0	52.02	8.70	37.27
		40.0	50.16	11.24	36.93

Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıfın renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi *L* değeri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresi faktörleri ile bu faktörlere ait interaksiyonlar istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olmuştur.

$+a$ ve $+b$ değerleri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi, pişirme süresi, katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi, katkı maddesi $\times$ pişirme süresi, katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi üzerine istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıfın renk değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	<i>L</i> (Koyuluk- Açıklık)		$+ a$ (Kırmızı)		$+ b$ (Sarı)	
		KO	F	KO	KO	F	KO
Katkı Maddesi (K)	5	854.25	45.55**	115.75	32.94**	317.86	65.56**
Katkı Seviyesi (S)	2	48.79	2.60**	72.32	20.58**	95.24	19.64**
Piştirme Süresi (P)	1	1023.48	54.58**	205.51	58.49**	58.86	12.14**
$K \times S$	10	256.29	13.66**	33.19	9.44**	98.56	20.33**
$K \times P$	5	10.41	0.55**	7.36	2.09**	15.03	3.10**
$S \times P$	2	194.16	10.35**	27.30	7.77**	10.29	2.12**
$K \times S \times P$	10	13.18	0.70**	7.99	2.27*	7.21	1.48*
Hata	72	18.75		3.51		4.84	

*; $p<0,05$ düzeyinde önemli **; $p<0,01$ düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.5’de katkı maddesi değişkenine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6.a’da verilmiştir.

Çizelge 4.6.a. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi değişkenine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

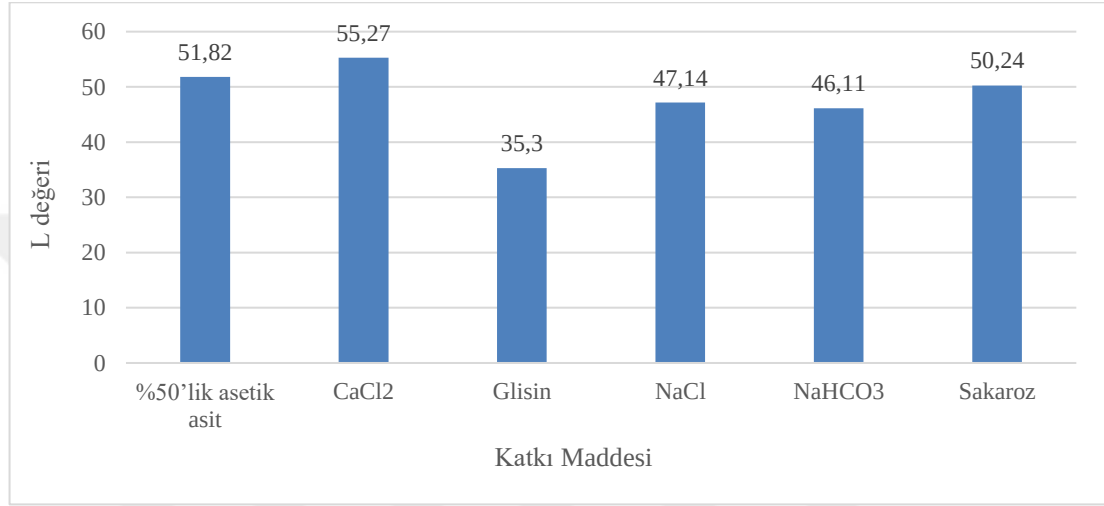
Katkı maddesi	L (Açıklık-Koyuluk)		+a (Kırmızı)		+b (Sarı)	
	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	51.82 ^b	6.833	8.50 ^c	3.068	35.89 ^a	2.252
CaCl ₂	55.27 ^a	7.280	5.55 ^d	3.347	32.79 ^c	2.824
Glisin	35.30 ^d	10.556	12.54 ^a	3.990	24.79 ^d	7.746
NaCl	47.14 ^c	6.186	9.94 ^b	3.010	34.27 ^b	2.986
NaHCO ₃	46.11 ^c	7.080	11.91 ^a	3.574	34.39 ^b	3.858
Sakkaroz	50.24 ^b	5.500	8.89 ^{bc}	2.589	36.00 ^a	2.485

*Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

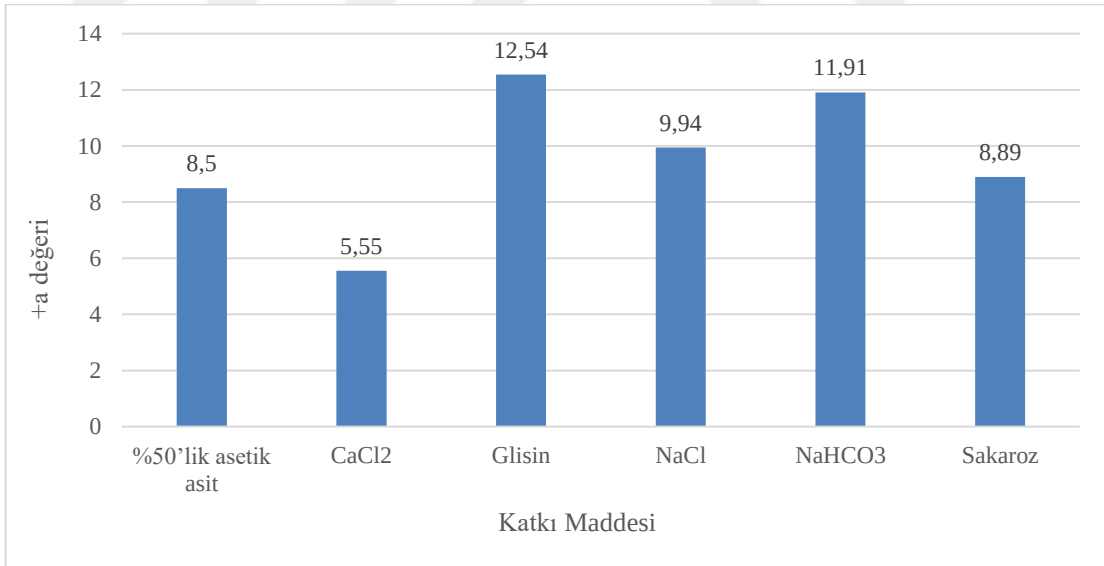
Çizelge 4.6.a ve Şekil 4.8.a’da görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak ilave edilmiş katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, en yüksek *L* değeri 55.27 ile CaCl₂ katkısında, en düşük *L* değeri ise 35.30 ile glisin katkısında belirlenmiştir. Başka bir deyişle glisinin eklenmesi tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşmasına neden olmuştur. Maillard reaksiyonlarının ve böylece son renk ve aromanın meydana gelmesine birçok faktör (pH (asitlik), amino asitlerin ve şekerlerin çeşitleri, sıcaklık, zaman, oksijenin bulunması, su, su aktivitesi (a_w) ve diğer bütün gıda bileşenleri) etki etmektedir. Amino asitlerden lisin ve glisin yapılarından dolayı çok hızlı bir şekilde reaksiyona girerler ve koyu rengin oluşmasına sebep olmaktadır. Sistein, sülfür grubu ile spesifik lezzetlere neden olur, ancak daha az renk oluşur. Şeker alkoller (polioller; sorbitol, ksilitol) maillard reaksiyonlarına katılmazlar. Bunun anlamı, fırın ürünleri sorbitolle tatlandırıldığında fırınlama anında renk değişmez, ya da çok az miktarda bir değişim meydana gelir (Yakıcı 2012).

Çizelge 4.6.a ve Şekil 4.8.b’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, en yüksek *+a* değeri 12.54 ile glisin katkısında, en düşük *+a* değeri ise 5.55 ile CaCl₂ katkısında belirlenmiştir. Başka bir deyişle CaCl₂ eklenmesi tepsi kadayıflarında açık rengin oluşumuna neden olmuştur.

Çizelge 4.6.a ve Şekil 4.8.c’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, en yüksek $+b$ değeri 36.00 ile sakkaroz katkısında, en düşük $+b$ değeri ise 24.79 ile glisin katkısında belirlenmiştir. Başka bir deyişle sakkarozun eklenmesi tepsi kadayıflarında sarı rengin oluşumuna neden olmuştur.

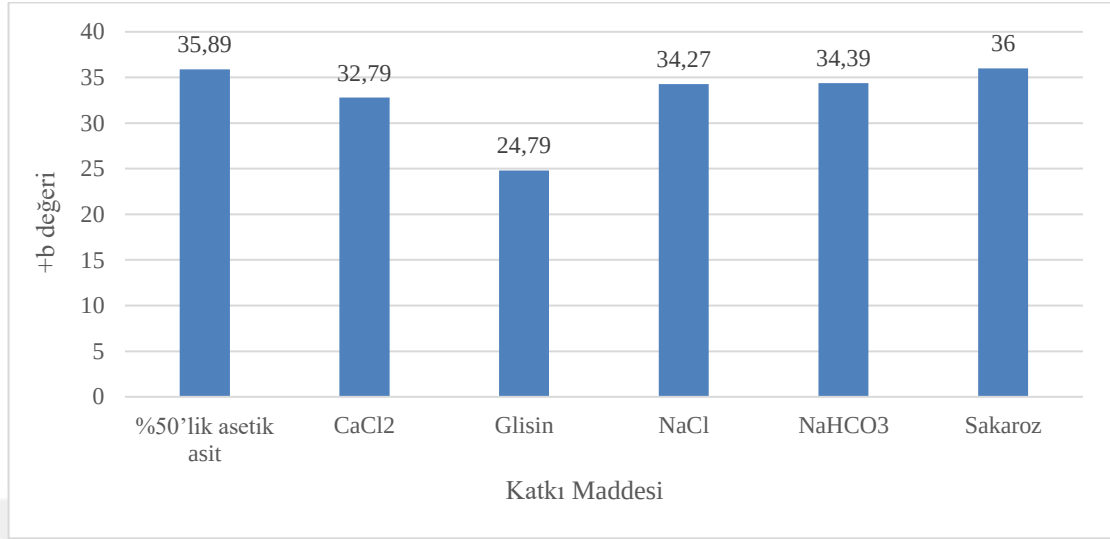


a



b

Şekil 4.8. Tepsi kadayıflarına farklı katkı maddesi ilavesinin a) L, b) +a ve c) +b renk değerlerinin üzerine etkileri



c

Şekil 4.8. Tepsi kadayıflarına farklı katkı maddesi ilavesinin a) L, b) +a ve c) +b renk değerlerinin üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.5’de katkı seviyesi değişkenine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6.b’de verilmiştir.

Çizelge 4.6.b. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı seviyesi (%)	L (Açıklık-Koyuluk)		+a (Kırmızı)		+b (Sarı)	
	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
0.0	48.18 ^{ab}	6.418	7.95 ^b	3.073	34.23 ^a	2.014
1.5	48.45 ^a	8.577	10.06 ^a	4.100	33.66 ^a	5.570
3.0	46.31 ^{ab}	12.831	10.65 ^a	4.213	31.17 ^b	7.411

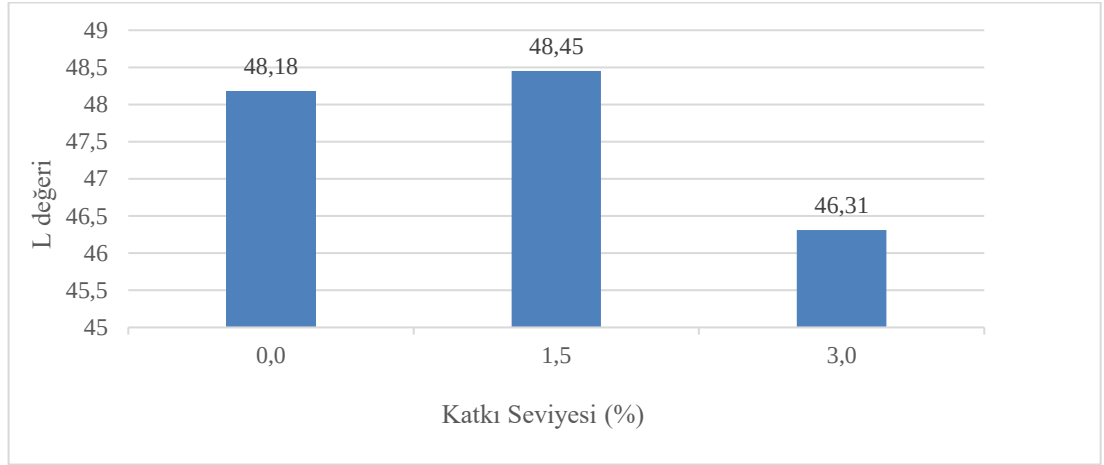
* Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.6.b ve Şekil 4.9.a’da görüldüğü Ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre yapılan değerlendirmede, en yüksek L değeri 48.45 ile %1.5 katkı seviyesinde, en düşük

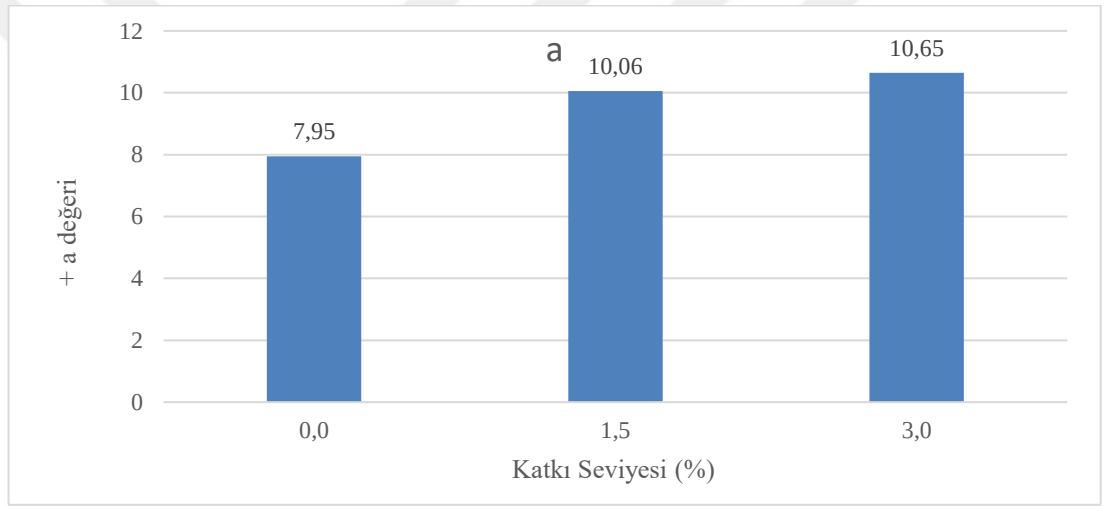
L değeri ise 46.31 ile %3.0 katkı seviyesinde belirlenmiştir. Katkı seviyesinin artırılması tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur.

Çizelge 4.6.b ve Şekil 4.9.b'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre yapılan değerlendirmede, en yüksek $+a$ değeri 10.65 ile %3.0'lık katkı seviyesinde, en düşük $+a$ değeri ise 7.95 ile %0.0'lık katkı seviyesinde belirlenmiştir. Katkı seviyesinin artırılması tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur.

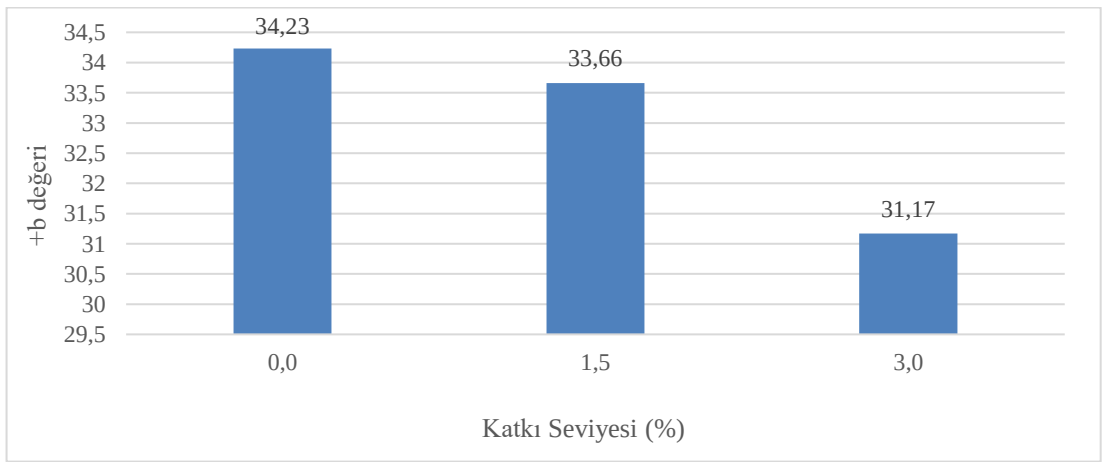
Çizelge 4.6.b ve Şekil 4.9.c'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre yapılan değerlendirmede, en yüksek $+b$ değeri 34.23 ile %0.0'lık katkı seviyesinde, en düşük $+b$ değeri ise 31.17 ile %3.0'lük katkı seviyesinde belirlenmiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki, katkı seviyesi arttıkça sarı reng azalmış ve koyu kırmızı reng oluşmuştur.



a



b



c

Şekil 4.9. Tepsi kadayıflarına farklı katkı seviyesi uygulanmalarının a) L, b) +a ve c) +b renk değerlerinin üzerine etkileri

Çizelge 4.5’de pişirme süresi değişkenine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6.c’de verilmiştir.

Çizelge 4.6.c. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı pişirme süresine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

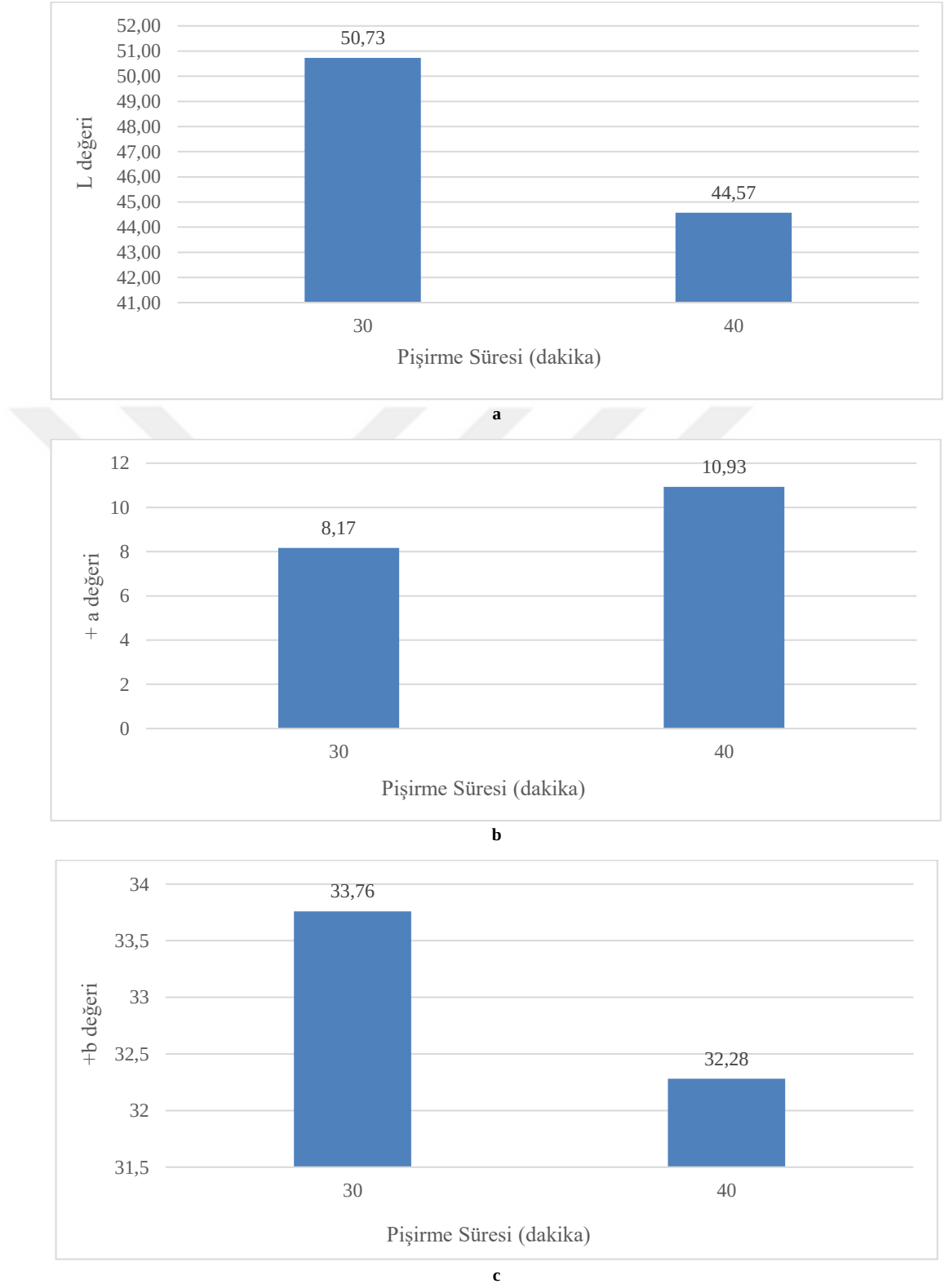
Pişirme süresi (dk)	L (Açıklık-Koyuluk)		+a (Kırmızı)		+b (Sarı)	
	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
30	50.73 ^a	9.468	8.17 ^b	4.505	33.76 ^a	5.242
40	44.57 ^b	8.797	10.93 ^a	2.761	32.28 ^b	5.869

* Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.6.c ve Şekil 4.10.a’da görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre yapılan değerlendirme sonucunda, en yüksek *L* değeri 30 dakika pişirme süresi grubunda 50.73 iken, bunu 44.57 ile 40 dakikalık pişirme süresi izlemiştir. Pişirme süresinin artırılması tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur.

Çizelge 4.6.c ve Şekil 4.10.b’de görüldüğü gibi Pişirme süresinin ortalamalarına göre yapılan değerlendirme sonucunda, en yüksek *+a* değeri 40 dakika pişirme süresi grubunda 10.93 iken, bunu 8.17 ile 30 dakikalık pişirme süresi izlemiştir. Pişirme süresinin artırılması tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur.

Çizelge 4.6.c ve Şekil 4.10.c’de görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre yapılan değerlendirme sonucunda, en yüksek *+b* değeri 30 dakika pişirme süresi grubunda 33.76 iken, bunu 32.28 ile 40 dakikalık pişirme süresi izlemiştir. Düşük sıcaklık ve sürelerde renk daha açık ve sarı renkte olduğu görülmektedir.



Şekil 4.10. Tepsi kadayıflarına farklı pişirme süresi uygulamalarının a) L, b) +a ve c) +b renk değerlerinin üzerine etkileri

Çizelge 4.5’de katkı maddesi × katkı seviyesi değişkenine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6.d’de verilmiştir.

Çizelge 4.6.d. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve katkı seviyesi interaksiyonuna ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

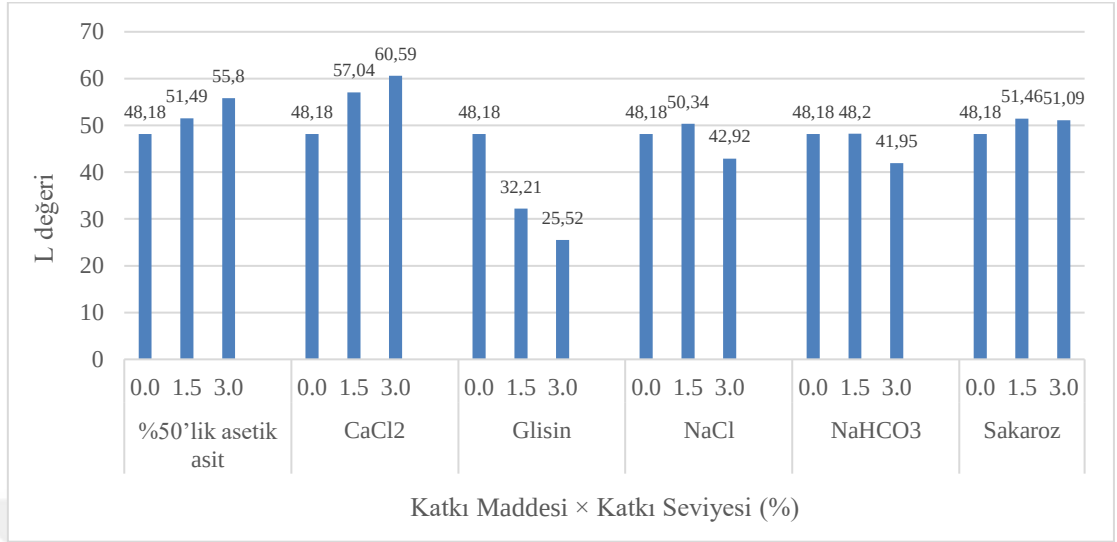
Katkı maddesi	Katkı seviyesi (%)	L (Açıklık-Koyuluk)		+a (Kırmızı)		+b (Sarı)	
		Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	0	48.18 ^a	6.932	7.95 ^a	3.319	34.23 ^b	2.176
	1.5	51.49 ^{ab}	3.786	8.73 ^a	1.747	36.25 ^{ab}	1.551
	3.0	55.80 ^a	7.830	8.82 ^a	4.171	37.19 ^a	2.148
CaCl ₂	0	48.18 ^b	6.932	7.95 ^a	3.319	34.23 ^a	2.176
	1.5	57.04 ^a	5.140	4.50 ^b	2.553	32.25 ^a	2.059
	3.0	60.59 ^a	2.748	4.20 ^b	3.178	31.89 ^a	3.785
Glisin	0	48.18 ^a	6.932	7.95 ^b	3.319	34.23 ^a	2.176
	1.5	32.21 ^b	1.783	15.72 ^a	1.006	23.34 ^b	2.795
	3.0	25.52 ^c	1.564	13.94 ^a	1.543	16.81 ^c	2.343
NaCl	0	48.18 ^{ab}	6.932	7.95 ^b	3.319	34.23 ^a	2.176
	1.5	50.34 ^a	4.498	9.32 ^b	1.700	35.41 ^a	2.449
	3.0	42.92 ^b	5.190	12.54 ^a	1.889	33.18 ^a	4.075
NaHCO ₃	0	48.18 ^a	6.932	7.95 ^b	3.319	34.23 ^b	2.176
	1.5	48.20 ^a	2.868	13.36 ^a	1.667	38.08 ^a	2.133
	3.0	41.95 ^a	9.112	14.40 ^a	0.923	30.87 ^c	3.183
Sakkaroz	0	48.18 ^a	6.932	7.95 ^a	3.319	34.23 ^a	2.176
	1.5	51.46 ^a	5.473	8.75 ^a	2.111	36.65 ^a	2.471
	3.0	51.09 ^a	4.134	9.97 ^a	2.197	37.10 ^a	2.106

* Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p ≤ 0.05)

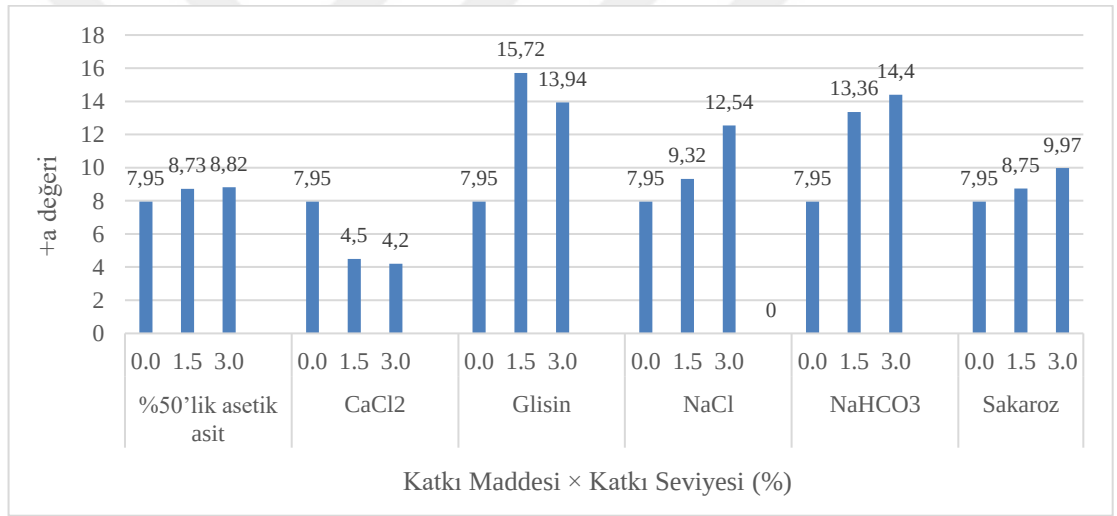
Çizelge 4.6.d ve Şekil 4.11.a’da görüldüğü gibi en yüksek *L* değeri 60.59 ile CaCl₂ + %3.0 katkı seviyesi uygulamasında tespit edilmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında açık rengin oluşumuna neden olmuştur. En düşük *L* değeri olarak, glisin + %3.0 katkı seviyesi kombinasyonları, 25.22 olarak tespit edilmiştir. Bu uygulama ise tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur. Hwang *et al.* (1995) amino asitlerin Maillard reaksiyonundaki reaktivitelerini incelemek için renk yoğunluklarını kıyaslamışlardır. Lisin, glisin, triptofan ve tirozin en yoğun kahverengiliği verirken, bunu pirolin, lösin, izolosin, alanin, hidroksipirolin, fenilalanin, metiyonin, valin ve amid içeren amino asitler glutamin ve asparajin takip etmiştir. Sisteinin ise en düşük kahverengileşmeyi meydana getiren amino asit olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6.d ve Şekil 4.11.b’de görüldüğü gibi en yüksek $+a$ değeri 15.72 ile glisin + %1.5 katkı seviyesi uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulama tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur . En düşük $+a$ değeri, CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi ile 4.20 olarak tespit edilmiştir. Bu kombinasyon ise tepsi kadayıflarında açık rengin oluşumuna neden olmuştur. Capuano *et al.* (2008) ekmek gevreklerinde Maillard reaksiyonunun karakterizasyonu konulu çalışmalarında, asparajinaz enzimi katkısıyla (2000 U/kg un) 180°C sıcaklıkta 25 dk süre ile kavurma sonunda glisin katkısının kahverengi renk gelişimi üzerine çok önemli etkisinin olduğu, glisin içeren gevreklerin L değerinin büyük oranda azaldığı ve ΔE değerinin her sıcaklıkta diğer örneklerle göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

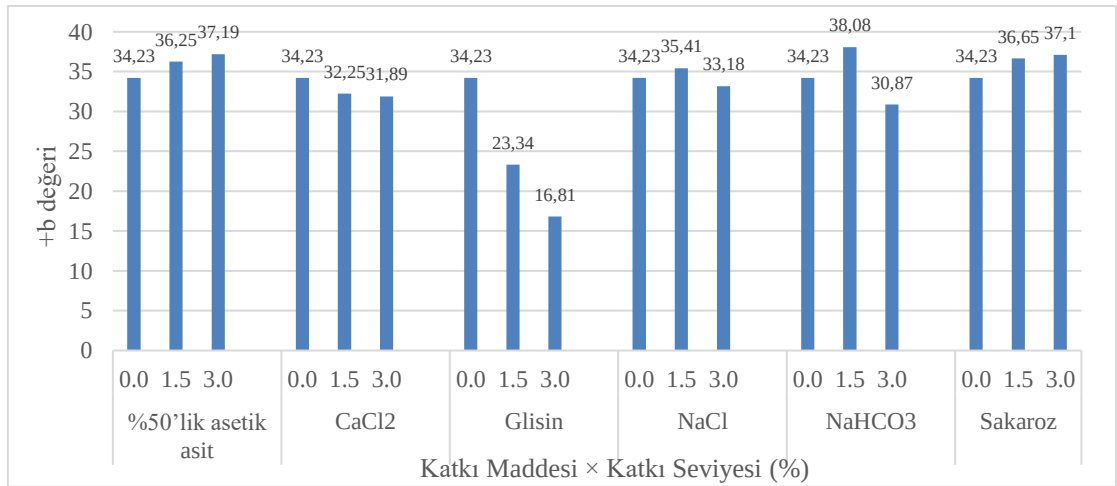
Çizelge 4.6.d ve Şekil 4.11.c’de görüldüğü gibi en yüksek $+b$ değeri 38.08 ile NaHCO_3 + %1.5 katkı seviyesi uygulamasında tespit edilmiştir. Bu uygulama tepsi kadayıflarında koyu sarı rengin oluşumuna neden olmuştur . En düşük $+b$ değeri olarak, glisin + %3.0 katkı seviyesi kombinasyonlar 16.81 olarak tespit edilmiştir. Sodyum bikarbonat kullanılan reçeteye ait bisküvi numunelerinin daha sarımsı kabuk yüzey rengine sahip olduğu ve hoş olmayan tat meydana getirdiği belirtilmiştir (Gökmen *et al.* 2007).



a



b



c

Şekil 4.11. Farklı katkı maddesi x katkı seviyesi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) L, b) +a ve c) +b renk değerleri üzerine etkileri

Çizelge 4.5’de katkı maddesi $\times$ pişirme süresi değişkenine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6.e’de verilmiştir.

Çizelge 4.6.e. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

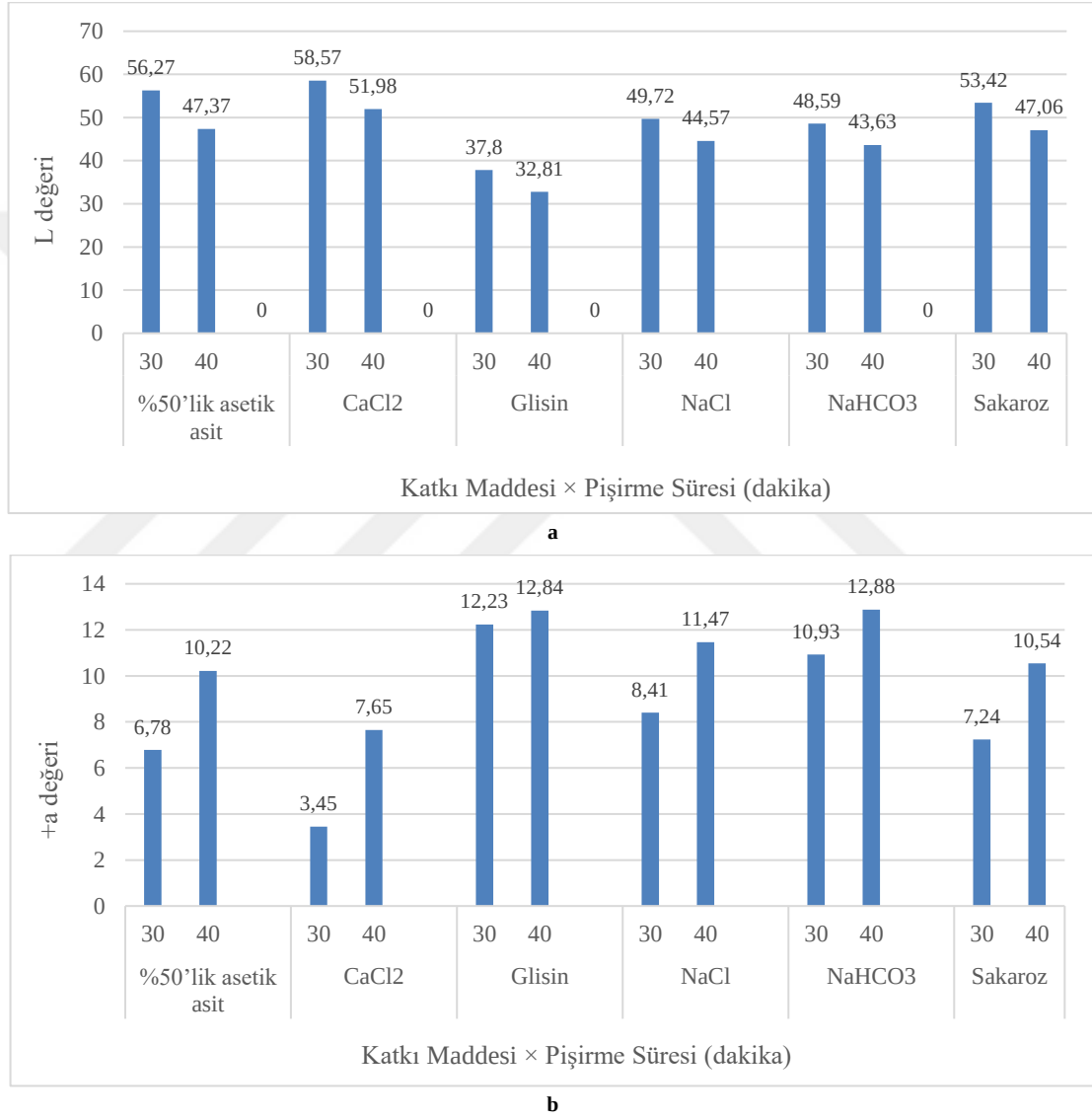
Katkı maddesi	Pişirme süresi (dakika)	L (Açıklık-Koyuluk)		+a (Kırmızı)		+b (Sarı)	
		Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	30	56.27 ^a	5.420	6.78 ^b	2.966	36.53 ^a	1.712
	40	47.37 ^b	5.027	10.22 ^a	2.136	35.25 ^a	2.633
CaCl ₂	30	58.57 ^a	5.167	3.45 ^b	2.867	32.10 ^a	3.162
	40	51.98 ^b	7.841	7.65 ^a	2.385	33.48 ^a	2.428
Glisin	30	37.80 ^a	12.673	12.23 ^a	5.307	26.33 ^a	7.720
	40	32.81 ^b	7.884	12.84 ^a	2.336	23.26 ^b	7.913
NaCl	30	49.72 ^a	5.450	8.41 ^b	3.048	34.51 ^a	2.156
	40	44.57 ^b	6.061	11.47 ^a	2.165	34.04 ^a	3.764
NaHCO ₃	30	48.59 ^a	6.055	10.93 ^a	4.508	36.24 ^a	3.159
	40	43.63 ^b	7.482	12.88 ^a	2.161	32.54 ^b	3.734
Sakkaroz	30	53.42 ^a	2.149	7.24 ^b	2.068	36.85 ^a	1.647
	40	47.06 ^b	6.080	10.54 ^a	1.960	35.14 ^a	2.961

*Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

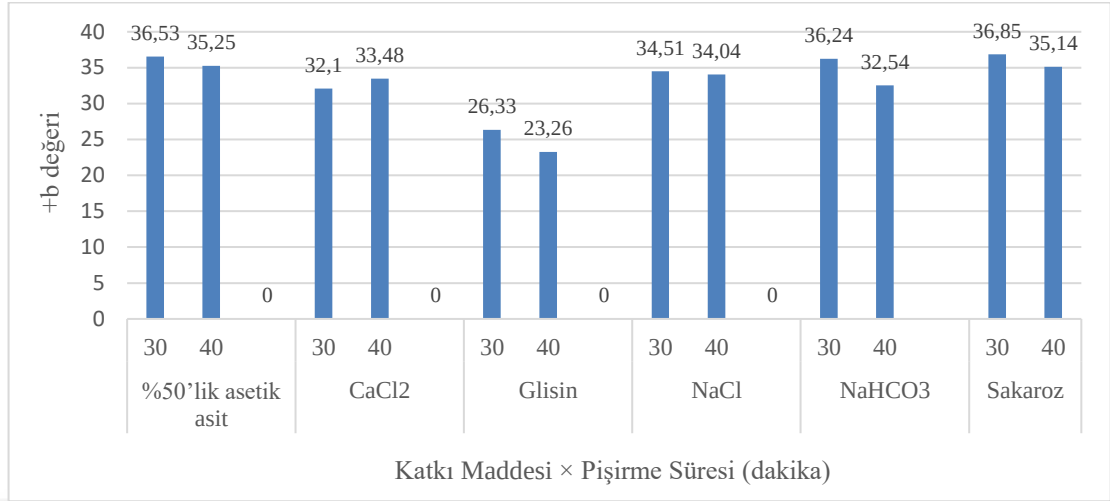
Çizelge 4.6.e ve Şekil 4.12.a’da görüldüğü gibi en yüksek *L* değeri 58.57 ile CaCl₂ + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında açık rengin oluşmasına neden olmuştur. En düşük *L* değeri, glisin + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 32.81 olarak belirlenmiştir. Bu uygulama ise tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur.

Çizelge 4.6.e ve Şekil 4.12.b’de görüldüğü gibi en yüksek *+a* değeri 12.88 ile NaHCO₃ + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur. En düşük *+a* değeri, CaCl₂ + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 3.45 olarak belirlenmiştir. Bu uygulama ise tepsi kadayıflarında açık rengin oluşumuna neden olmuştur. Maillard renk oluşumunun pH’ın 7 nin üzerindeki değerlerde çok iyi olduğu bilinmektedir. Bu durum amino gruplarının Maillard aracılığı ile reaksiyonu sonucu oluşan melanoidinlerin meydana gelmesi ile izah edilebilirken, pH’ın düşmesi ile de melanoidin oluşumu azalmaktadır (Mottram 1994).

Çizelge 4.6.e ve Şekil 4.12.c’de görüldüğü gibi en yüksek $+b$ değeri 36.85 ile sakkaroz + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında koyu sarı rengin oluşmasına neden olmuştur. En düşük $+b$ değeri, glisin + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 23.26 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.12. Farklı katkı maddesi × pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) L, b) +a ve c) +b renk değerleri üzerine etkileri



c

Şekil 4.12. Farklı katkı maddesi × piştirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) L, b) +a ve c) +b renk değerleri üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.5’de katkı seviyesi × piştirme süresi değişkenine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6.f’de verilmiştir.

Çizelge 4.6.f. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesi ve piştirme süresi interaksyonuna ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı seviyesi (%)	Piştirme süresi (dakika)	L (Açıklık-Koyuluk)		+a (Kırmızı)		+b (Sarı)	
		Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
0	30	53.94 ^a	2.510	5.57 ^b	2.391	35.59 ^a	1.595
1.5	30	50.18 ^b	8.246	9.26 ^a	4.784	34.07 ^b	5.520
3.0	30	48.07 ^c	13.655	9.70 ^a	4.877	31.63 ^c	6.651
0	40	42.42 ^b	2.873	10.33 ^b	1.310	32.88 ^a	1.387
1.5	40	46.73 ^a	8.785	10.87 ^{ab}	3.216	33.26 ^a	5.750
3.0	40	44.56 ^{ab}	12.083	11.60 ^a	3.294	30.72 ^b	8.271

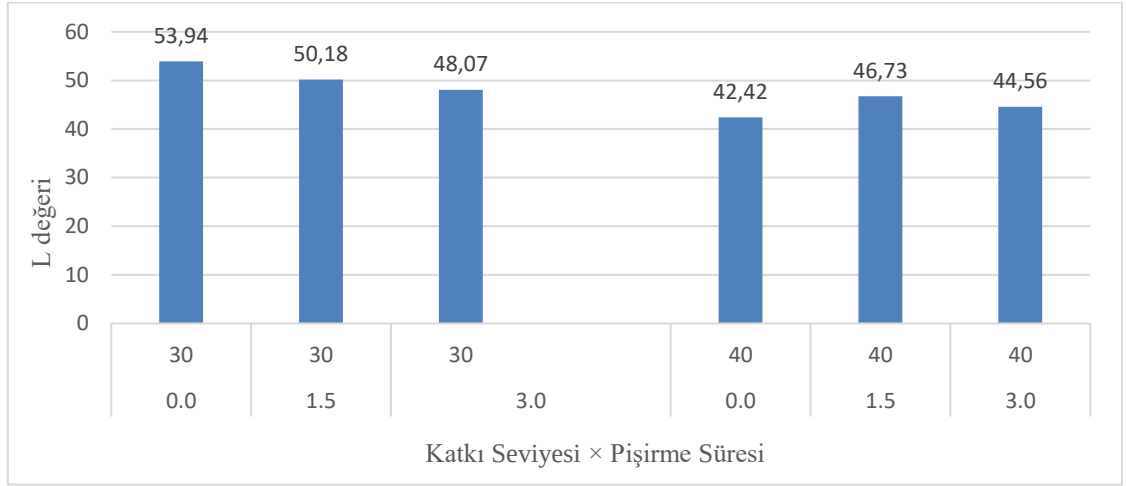
* Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.6.f ve Şekil 4.13.a’da görüldüğü gibi en yüksek L değeri 53.94 ile %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika piştirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu uygulama tepsi kadayıflarında açık rengin oluşumuna neden olmuştur. En düşük L değeri, %0.0 katkı

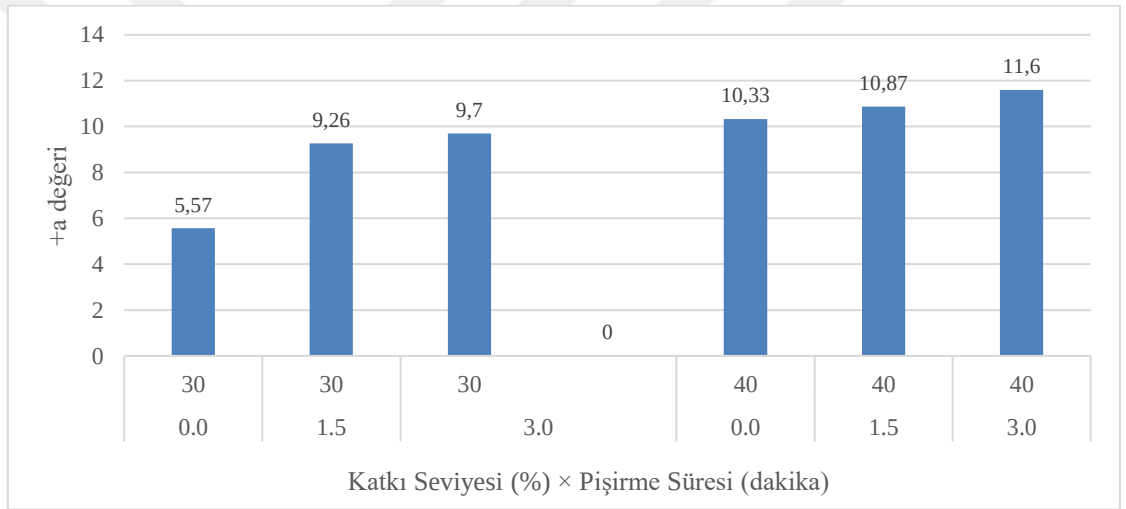
seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 42.42 olarak belirlenmiştir. Bu uygulama ise tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur.

Çizelge 4.6.f ve Şekil 4.13.b’de görüldüğü gibi en yüksek $+a$ değeri 11.60 ile %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu uygulama tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur. En düşük $+a$ değeri ise %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 5.57 olarak belirlenmiştir. Bu uygulama ise tepsi kadayıflarında açık rengin oluşmasına neden olmuştur.

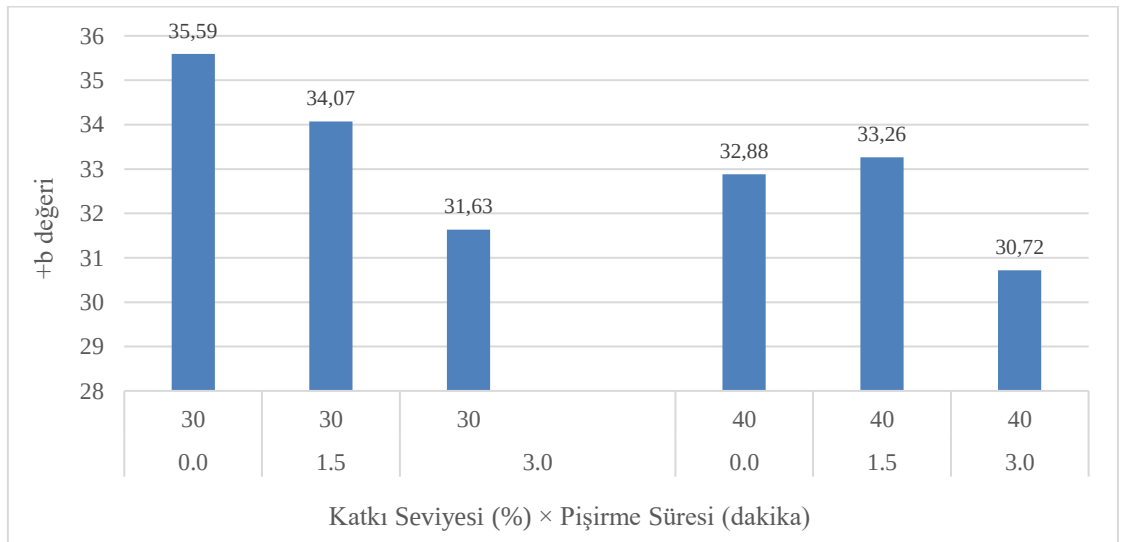
Çizelge 4.6.f ve Şekil 4.13.c’de görüldüğü gibi en yüksek $+b$ değeri 35.59 ile %0.0’lık katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında koyu sarı rengin oluşmuna neden olmuştur. En düşük $+b$ değeri ise %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 30.72 olarak belirlenmiştir.



a



b



c

Şekil 4.13. Farklı katkı seviyesi × piştirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) L, b) +a ve c) +b renk değerleri üzerine etkileri

Çizelge 4.5’de katkı maddesi × katkı seviyesi × pişirme süresi değişkenine ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6.g’de verilmiştir.

Çizelge 4.6.g. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

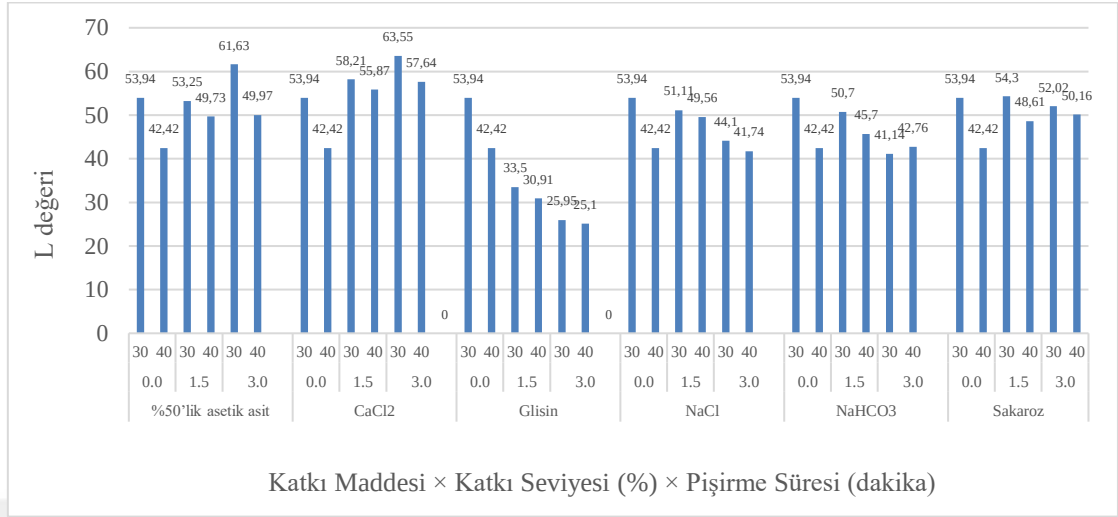
Katkı maddesi	Katkı seviyesi (%)	Pişirme süresi (dakika)	L (Açıklık-Koyuluk)		+a (Kırmızı)		+b (Sarı)	
			Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	0	30.0	53.94 ^a	2.988	5.57 ^b	2.846	35.59 ^a	1.899
		40.0	42.42 ^b	3.421	10.33 ^a	1.560	32.88 ^b	1.651
	1.5	30.0	53.25 ^a	2.191	9.21 ^a	1.708	37.59 ^a	0.728
		40.0	49.73 ^b	4.662	8.26 ^b	2.010	34.91 ^b	0.344
	3.0	30.0	61.63 ^a	6.236	5.57 ^b	3.313	36.42 ^b	2.135
		40.0	49.97 ^b	3.525	12.07 ^a	0.931	37.97 ^a	2.274
CaCl ₂	0	30.0	53.94 ^a	2.988	5.57 ^b	2.846	35.59 ^a	1.899
		40.0	42.42 ^b	3.421	10.33 ^a	1.560	32.88 ^b	1.651
	1.5	30.0	58.21 ^a	1.438	1.68 ^b	1.093	29.45 ^b	2.169
		40.0	55.87 ^b	3.567	7.32 ^a	0.507	35.04 ^a	2.771
	3.0	30.0	63.55 ^a	5.121	3.10 ^b	3.463	31.27 ^b	1.383
		40.0	57.64 ^b	3.689	5.29 ^a	0.855	32.51 ^a	2.747
Glisin	0	30.0	53.94 ^a	2.988	5.57 ^b	2.846	35.59 ^a	1.899
		40.0	42.42 ^b	3.421	10.33 ^a	1.560	32.88 ^b	1.651
	1.5	30.0	33.50 ^a	0.201	16.50 ^a	0.765	25.20 ^a	1.965
		40.0	30.91 ^b	1.698	14.93 ^b	0.305	21.48 ^b	2.299
	3.0	30.0	25.95 ^a	2.138	14.63 ^a	1.210	18.19 ^a	1.076
		40.0	25.10 ^a	1.002	13.25 ^b	1.754	15.42 ^b	2.611
NaCl	0	30.0	53.94 ^a	2.988	5.57 ^b	2.846	35.59 ^a	1.899
		40.0	42.42 ^b	3.421	10.33 ^a	1.560	32.88 ^b	1.651
	1.5	30.0	51.11 ^a	3.387	8.53 ^b	1.954	34.76 ^b	2.630
		40.0	49.56 ^b	6.109	10.11 ^a	1.239	36.06 ^a	2.612
	3.0	30.0	44.10 ^a	4.643	11.12 ^b	1.453	33.19 ^a	1.905
		40.0	41.74 ^b	6.450	13.96 ^a	0.868	33.18 ^a	6.156
NaHCO ₃	0	30.0	53.94 ^a	2.988	5.57 ^b	2.846	35.59 ^a	1.899
		40.0	42.42 ^b	3.421	10.33 ^a	1.560	32.88 ^b	1.651
	1.5	30.0	50.70 ^a	0.752	12.16 ^b	1.536	39.70 ^a	1.794
		40.0	45.70 ^b	1.133	14.56 ^a	0.545	36.45 ^b	0.485
	3.0	30.0	41.14 ^b	2.100	15.05 ^a	0.120	33.44 ^a	1.663
		40.0	42.76 ^a	14.185	13.76 ^b	0.930	28.29 ^b	1.636
Sakkaroz	0	30.0	53.94 ^a	2.988	5.57 ^b	2.846	35.59 ^a	1.899
		40.0	42.42 ^b	3.421	10.33 ^a	1.560	32.88 ^b	1.651
	1.5	30.0	54.30 ^a	1.935	7.45 ^b	0.743	37.69 ^a	1.843
		40.0	48.61 ^b	6.851	10.04 ^a	2.359	35.61 ^b	2.939
	3.0	30.0	52.02 ^a	1.146	8.70 ^b	1.006	37.27 ^a	0.366
		40.0	50.16 ^b	6.232	11.24 ^a	2.491	36.93 ^b	3.297

* Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

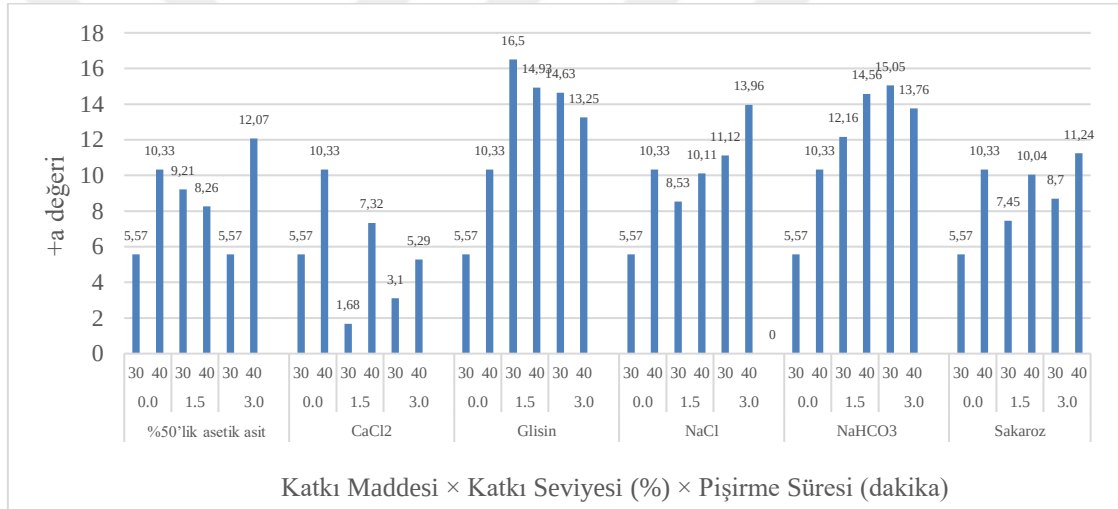
Çizelge 4.6.g ve Şekil 4.14.a’da görüldüğü gibi en yüksek L değeri 63.55 ile $\text{CaCl}_2 + \%3.0$ katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında açık rengin oluşumuna neden olmuştur. En düşük L değeri, glisin + $\%3.0$ katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 25.10 olarak tespit edilmiştir. Bu durum ise tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur.

Çizelge 4.6.g ve Şekil 4.14.b’de görüldüğü gibi en yüksek $+a$ değeri 16.50 ile glisin + $\%1.5$ katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur. En düşük $+a$ değeri, $\text{CaCl}_2 + \%1.5$ katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 1.68 olarak tespit edilmiştir. Bu durum ise tepsi kadayıflarında açık rengin oluşumuna neden olmuştur.

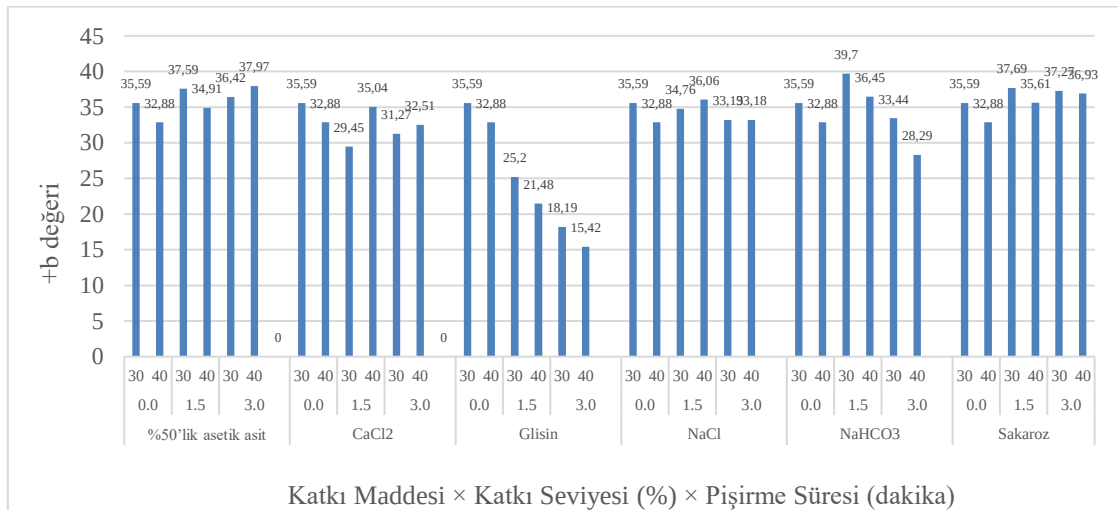
Çizelge 4.6.g ve Şekil 4.14.c’de görüldüğü gibi en yüksek $+b$ değeri 39.70 ile $\text{NaHCO}_3 + \%1.5$ katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında koyu sarı rengin oluşumuna neden olmuştur. En düşük $+b$ değeri, glisin + $\%3.0$ katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 15.42 olarak tespit edilmiştir.



a



b



c

Şekil 4.14. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi × piştirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayının a) L, b) +a ve c) +b renk değerleri üzerine etkileri

4.3. Tepsi Kadayıflarına Ait Duyusal Analiz Değerleri

Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresinin duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresine ait duyusal değerlendirme sonuçları

Katkı maddesi	Katkı seviyesi (%)	Pişirme süresi (dakika)	Dış görünüş	İç renk	Tat	Koku	Aroma	Tekstür	ABH	GKE
Asetik asit	0	30.0	8.25	7.88	7.50	8.13	7.88	7.88	7.75	7.88
		40.0	7.88	7.63	7.38	8.00	7.88	7.88	7.63	7.63
	1.5	30.0	5.88	6.13	2.63	4.88	4.38	3.88	3.25	3.50
		40.0	7.38	7.00	5.50	7.00	5.63	6.75	5.25	5.75
	3.0	30.0	5.63	5.38	2.63	5.13	3.25	3.13	2.50	2.75
		40.0	5.63	5.25	3.38	3.88	2.75	4.88	3.00	3.25
CaCl ₂	0	30.0	8.25	7.88	7.50	8.13	7.88	7.88	7.75	7.88
		40.0	7.88	7.63	7.38	8.00	7.88	7.88	7.63	7.63
	1.5	30.0	5.00	5.75	5.50	4.88	4.75	5.63	5.13	5.38
		40.0	7.50	7.00	7.25	7.00	7.13	7.13	7.00	7.50
	3.0	30.0	5.25	4.88	2.50	4.00	2.63	4.63	2.75	2.50
		40.0	6.75	6.00	2.38	4.63	2.75	5.13	1.75	2.63
Glisin	0	30.0	8.25	7.88	7.50	8.13	7.88	7.88	7.75	7.88
		40.0	7.88	7.63	7.38	8.00	7.88	7.88	7.63	7.63
	1.5	30.0	8.13	8.00	7.00	7.00	6.75	8.00	7.38	7.75
		40.0	6.63	7.38	6.88	6.88	7.13	7.63	7.00	7.38
	3.0	30.0	6.13	7.25	6.88	6.88	6.88	7.50	6.75	7.00
		40.0	6.00	7.50	6.75	6.38	7.00	7.25	6.75	6.25
NaCl	0	30.0	8.25	7.88	7.50	8.13	7.88	7.88	7.75	7.88
		40.0	7.88	7.63	7.38	8.00	7.88	7.88	7.63	7.63
	1.5	30.0	5.88	5.50	3.63	5.63	4.63	5.13	3.88	4.13
		40.0	7.00	6.00	4.13	6.50	4.88	4.38	4.25	4.38
	3.0	30.0	7.00	6.63	2.75	6.38	4.00	5.13	3.13	3.75
		40.0	7.63	6.75	2.88	6.00	4.13	4.38	3.25	4.00
NaHCO ₃	0	30.0	8.25	7.88	7.50	8.13	7.88	7.88	7.75	7.88
		40.0	7.88	7.63	7.38	8.00	7.88	7.88	7.63	7.63
	1.5	30.0	5.50	5.13	6.00	6.25	6.25	6.38	6.88	6.25
		40.0	5.00	4.88	5.75	6.75	6.38	5.88	6.25	6.13
	3.0	30.0	5.13	5.50	4.75	6.00	5.38	5.63	5.50	5.50
		40.0	3.88	4.25	6.38	7.00	6.38	5.00	6.13	6.00
Sakkaroz	0	30.0	8.25	7.88	7.50	8.13	7.88	7.88	7.75	7.88
		40.0	7.88	7.63	7.38	8.00	7.88	7.88	7.63	7.63
	1.5	30.0	5.00	5.25	6.13	7.00	5.88	5.38	5.75	5.50
		40.0	6.50	6.88	7.00	7.13	6.88	6.13	6.75	6.88
	3.0	30.0	7.13	7.25	6.75	6.75	6.38	6.63	6.50	6.50
		40.0	6.88	6.88	6.50	7.38	7.13	6.50	6.75	6.88

Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıfın dış görünüş, iç renk, tat, koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8.a'da ve aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8.b'de verilmiştir. Çizelge 4.8.a'da görüldüğü gibi dış görünüş değeri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi, katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi ve katkı maddesi $\times$ pişirme süresi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi ise istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur.

İç renk ve tat değerleri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi ve katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olmuştur.

Koku değeri üzerine katkı maddesi ve katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi ve katkı maddesi $\times$ pişirme süresi ise istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur.

Çizelge 4.8.a. Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıfın dış görünüş, iç renk, tat ve koku değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Dış görünüş		İç renk		Tat		Koku	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Maddesi (K)	5	10.75	6.10**	15.57	6.17**	50.29	14.94**	13.95	5.48**
Katkı Seviyesi (S)	2	114.06	64.79**	78.96	31.29**	205.76	61.15**	125.87	49.46**
Pişirme Süresi (P)	1	1.83	1.04	0.58	0.23	10.50	3.12	5.55	2.18
K $\times$ S	10	7.04	4.00**	7.37	2.92**	21.35	6.34**	5.93	2.33*
K $\times$ P	5	6.45	3.66**	2.37	0.94	2.35	0.69	1.67	0.65
S $\times$ P	2	7.98	4.53*	4.27	1.69	6.81	2.02	7.96	3.12*
K $\times$ S $\times$ P	10	2.84	1.61	1.54	0.61	2.74	0.81	2.57	1.01
Hata		1.76		2.52		3.36		2.54	

; $p<0,05$ düzeyinde önemli **, $p<0,01$ düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.8.b'de görüldüğü gibi aroma değeri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi ve katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve pişirme süresi ise istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur.

Tekstür değeri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi ve katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve katkı maddesi $\times$ pişirme süresi ise istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur.

Ağızda bıraktığı his değeri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi ve katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olmuştur.

Genel kabul edebilirlik değeri üzerine katkı maddesi, katkı seviyesi ve katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi ise istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur.

Çizelge 4.8.b. Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kısaltılan tepsi kadayıfın aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Aroma		Tekstür		ABH		GKE	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Maddesi (K)	5	35.52	13.09**	24.65	10.01**	51.53	16.85**	39.86	13.22**
Katkı Seviyesi (S)	2	222.33	81.97**	151.54	61.57**	239.38	78.29**	220.50	73.11**
Pişirme Süresi (P)	1	10.88	4.01*	3.55	1.40	3.55	1.16	5.56	1.84
K $\times$ S	10	16.37	6.03**	9.14	3.71**	21.10	6.90**	19.18	6.36**
K $\times$ P	5	0.89	0.33	7.20	2.92*	1.38	0.45	2.75	0.91
S $\times$ P	2	5.06	1.86	2.38	0.97	4.51	1.47	8.39	2.78*
K $\times$ S $\times$ P	10	1.56	0.57	2.11	0.85	2.44	0.80	1.73	0.57
Hata	72	2.71		2.46		3.05		3.02	

*; $p<0,05$ düzeyinde önemli **; $p<0,01$ düzeyinde çok önemli

Çizelge 4.8.a ve 4.8.b’de katkı maddesi değişkenine ait dış görünüş, iç renk, tat, koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9.a’da verilmiştir.





Çizelge 4.9.a. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi değişkenine ait duyusal analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı maddesi	Dış görünüş		İç renk		Tat		Koku		Aroma		Tekstür		ABH		GKE	
	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	6.77 ^a	1.716	6.54 ^{bc}	1.798	4.83 ^b	2.644	6.17 ^b	2.147	5.29 ^b	2.543	5.73 ^d	2.368	4.90 ^b	2.739	5.13 ^c	2.582
CaCl ₂	6.77 ^a	1.765	6.52 ^{bc}	1.856	5.42 ^b	2.872	6.10 ^b	2.381	5.50 ^b	2.721	6.38 ^{bcd}	2.110	5.33 ^b	2.927	5.58 ^c	2.842
Glisin	7.17 ^a	1.434	7.60 ^a	1.267	7.06 ^a	1.873	7.21 ^a	2.143	7.25 ^a	1.407	7.69 ^a	1.035	7.21 ^a	1.663	7.31 ^a	1.824
NaCl	7.27 ^a	1.349	6.73 ^b	1.842	4.71 ^b	2.673	6.77 ^{ab}	1.704	5.56 ^b	2.526	5.79 ^{cd}	2.163	4.98 ^b	2.630	5.29 ^c	2.440
NaHCO ₃	5.94 ^b	2.254	5.88 ^c	2.294	6.29 ^a	2.192	7.02 ^a	1.407	6.69 ^a	2.044	6.44 ^{bc}	2.123	6.69 ^a	1.970	6.56 ^b	2.052
Sakkaroz	6.94 ^a	1.563	6.96 ^b	1.515	6.88 ^a	1.409	7.40 ^a	1.300	7.00 ^a	1.399	6.73 ^b	1.634	6.85 ^a	1.544	6.88 ^{ab}	1.593

Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.9.a ve Şekil 4.15.a’da görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, panelistler tarafından en çok beğenilen dış görünüş 7.27 ile NaCl katkıda, en az beğenilen dış görünüş ise 5.94 ile NaHCO_3 katkısında görülmüştür. Gıdalara uygulanan ısıt işlemler ile patojenlerin yok edilmesi, reaksiyon katalizi ve enzim inaktivasyonu meydana gelmektedir. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile gıdalarda istenilen duyusal özellikler meydana gelmekte ve birçok gıda tüketilebilir hale gelmektedir. Aroma, tat, renk, tekstür ve görünüş, ısıt işleminden büyük ölçüde etkilenir ve gıdanın kabul edilebilirliğinde önemli bir rol oynamaktadır (Kocadağlı 2011).

Çizelge 4.9.a ve Şekil 4.15.b’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, panelistler tarafından en çok beğenilen iç renk 7.60 ile glisin katkısında, en az beğenilen iç renk ise 5.88 ile NaHCO_3 katkısında görülmüştür. Glisin katkısı karamelizasyonu hızlandırdığı için pişirme esnasında koyu kahve rengi oluşmaktadır.

Çizelge 4.9.a ve Şekil 4.15.c’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, panelistler tarafından en çok beğenilen tat 7.06 ile glisin katkısında, en az beğenilen tat ise 4.71 ile NaCl katkısında görülmüştür. Bu çalışmada NaCl’in eklenmesi tat’da olumsuz değişiklikler meydana getirmiştir.

Çizelge 4.9.a ve Şekil 4.15.d’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, panelistler tarafından en çok beğenilen koku 7.40 ile sakkaroz katkısında, en az beğenilen koku ise 6.10 ile CaCl_2 katkısında görülmüştür. Yakıcı (2012)’in yaptığı bir çalışmada şekeri %100 azaltılmış, bisküvi örneklerinde ise tüm duyusal analiz değerlendirmelerinde kontrol uygulamasına ait örneklerin en düşük performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca CaCl_2 katkısının eklenmesi özellikle yüksek seviyede (%3.0) tadı ve kokuyu olumsuz yönde etkilemiştir.

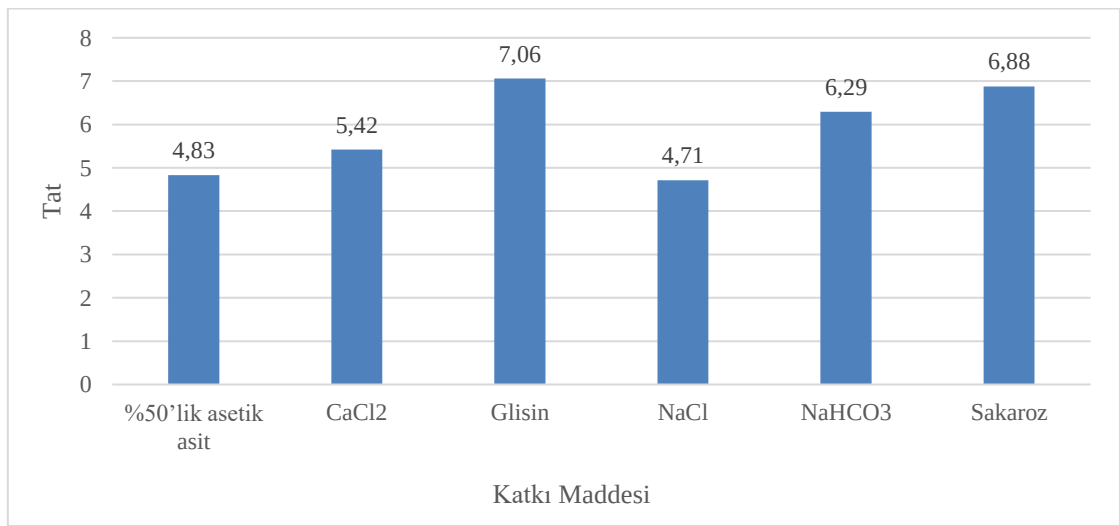
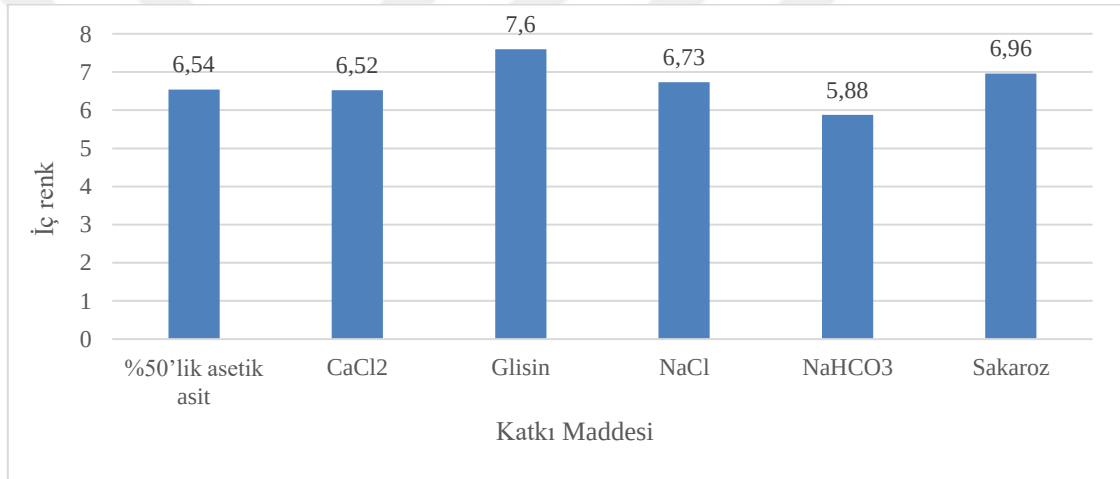
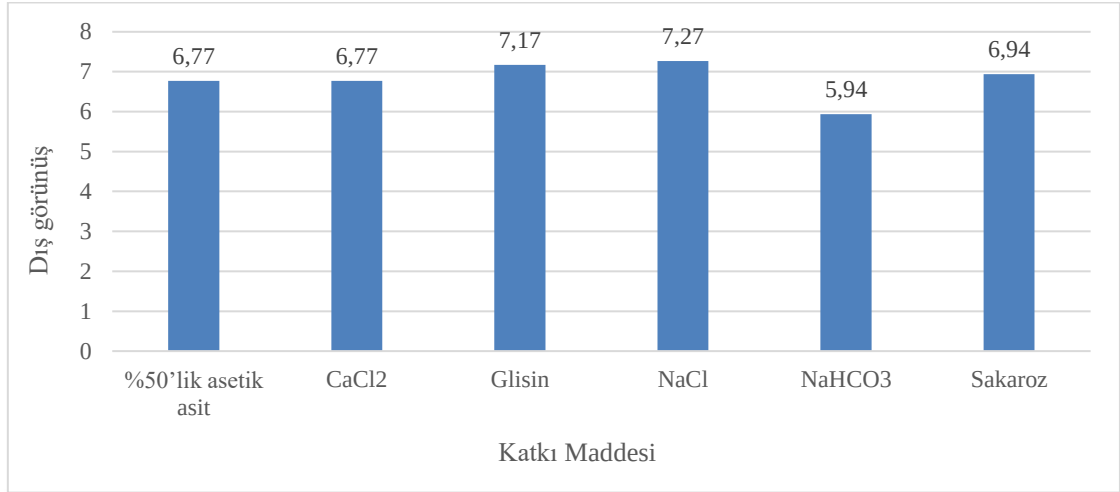
Çizelge 4.9.a ve Şekil 4.15.e’de görüldüğü gibi Ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, panelistler tarafından en çok beğenilen aroma 7.25 ile glisin katkısında, en az beğenilen aroma ise 5.29 ile asetik asit katkısında görülmüştür.

Bu çalışmada'da asetik asit ilavesi tat ve aromayı olumsuz yönde etkilemiştir. Çizelge 4.9.a'da görüldüğü gibi genel olarak glisin eklenen tepsi kadayıfı panelistler tarafından en çok beğenilen ve en az asetik asit beğenilmiştir. Amino bileşikleri ve indirgen şekerler arasındaki Maillard reaksiyonu ısıtma işlemi tabi tutulan gıdalarda aroma ve renk oluşumundan sorumludur. Reaksiyon, proses ve depolama esnasında gıdanın bozulması, ayrıca bazı Maillard reaksiyonu ürünlerinin antioksidan özelliklerini de içeren gıda endüstrisindeki diğer alanlarda da rol alır. Dolayısıyla, ısıtma işlemi maruz kalan gıdalarda akrilamid oluşumu ile pişmiş gıdalarda oluşan duyu özellikleri arasında sıkı bir ilişkinin bulunduğu belirtilmektedir (Stadler and Lineback 2009).

Çizelge 4.6.a ve Şekil 4.15.f'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, panelistler tarafından en çok beğenilen tekstür 7.69 ile glisin katkısında, en az beğenilen tekstür ise 5.73 ile asetik asit katkısında görülmüştür.

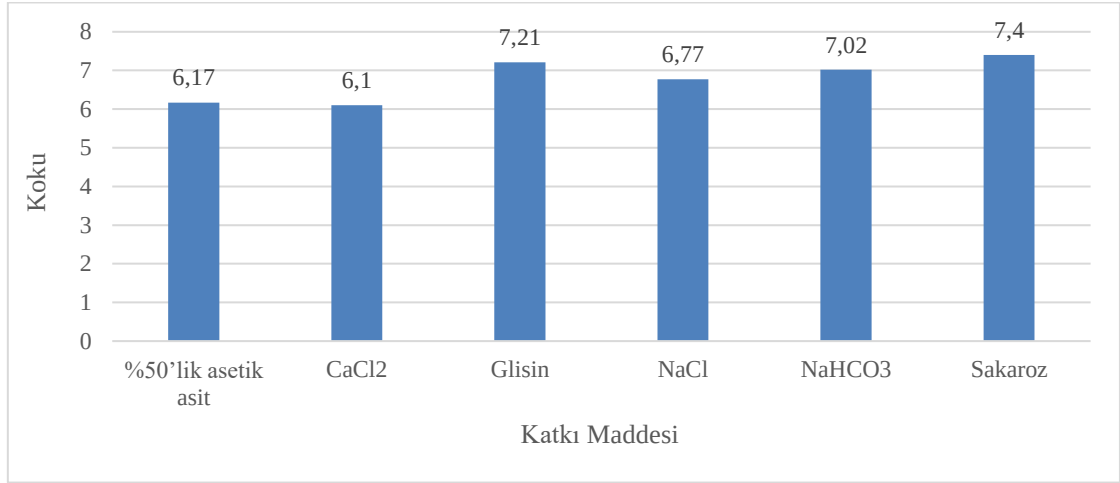
Çizelge 4.6.a ve Şekil 4.15.g'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, panelistler tarafından ağızda bıraktığı hisse verilen en yüksek değer 7.21 ile glisin katkısında, en az değer ise 4.90 ile asetik asit katkısında görülmüştür.

Çizelge 4.6.a ve Şekil 4.15.h'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı maddesine göre değerlendirme yapıldığında, panelistler tarafından genel kabul edebilirliğe verilen en yüksek değer 7.31 ile glisin katkısında, en az değer ise 5.13 ile asetik asit katkısında görülmüştür.

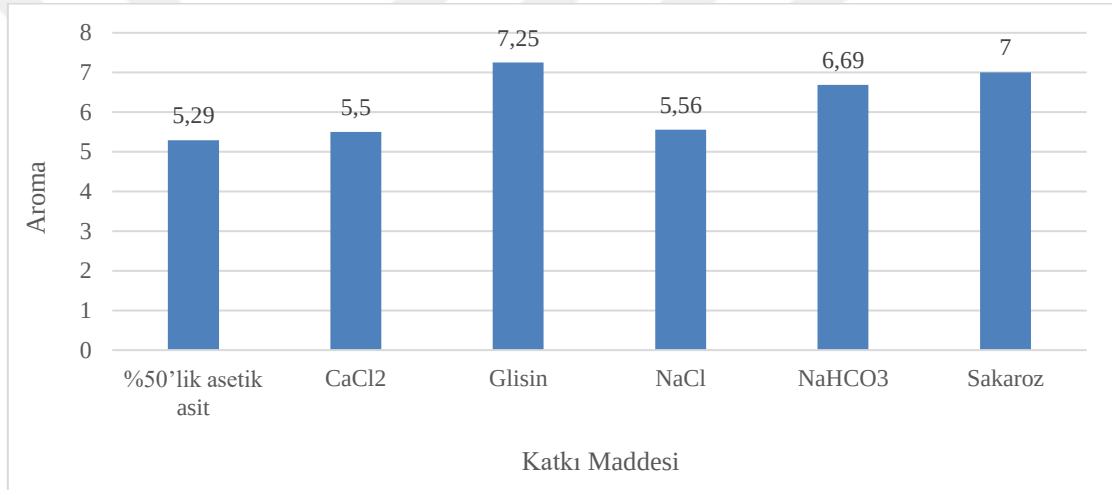


c

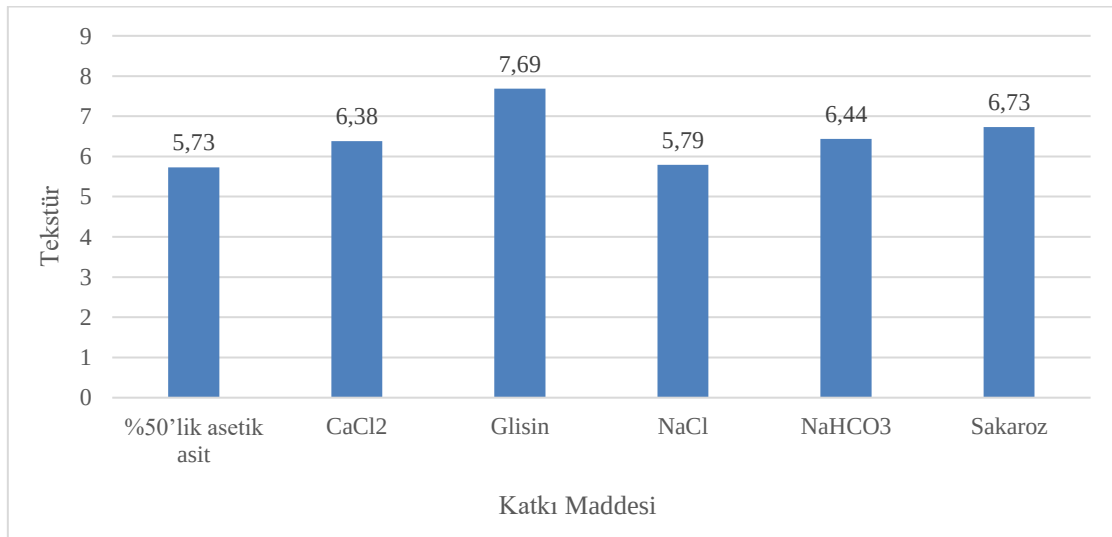
Şekil 4.15. Tepsi kadayıflarına farklı katkı maddesi ilavesinin a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri



d

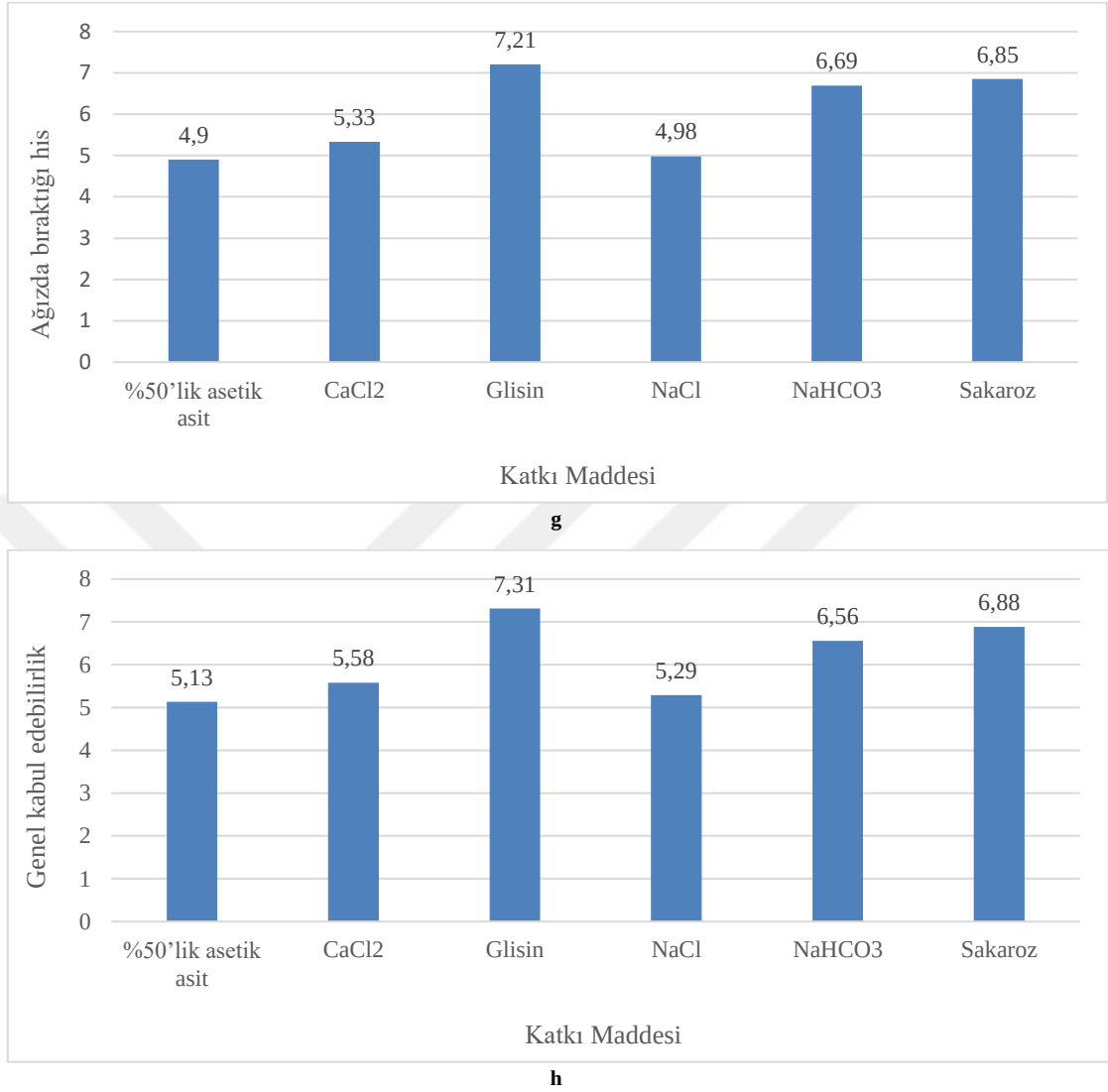


e



f

Şekil 4.15. Tepsi kadayıflarına farklı katkı maddesi ilavesinin a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)



Şekil 4.15. Tepsi kadayıflarına farklı katkı maddesi ilavesinin a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.8.a ve 4.8.b’de katkı seviyesi değişkenine ait dış görünüş, iç renk, tat, koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9.b’de verilmiştir.



Çizelge 4.9.b. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesine ait duyusal analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı seviyesi (%)	Dış görünüş		İç renk		Tat		Koku		Aroma		Tekstür		ABH		GKE	
	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
0.0	8.06 ^a	0.904	7.75 ^a	1.152	7.44 ^a	1.548	8.06 ^a	1.094	7.88 ^a	0.997	7.88 ^a	0.997	7.69 ^a	1.538	7.75 ^a	1.306
1.5	6.28 ^b	1.715	6.24 ^b	1.913	5.61 ^b	2.364	6.41 ^b	1.792	5.89 ^b	2.171	6.02 ^b	2.067	5.73 ^b	2.283	5.88 ^b	2.318
3.0	6.08 ^b	1.745	6.13 ^b	1.921	4.54 ^c	2.550	5.86 ^c	2.070	4.89 ^c	2.348	5.48 ^c	2.052	4.56 ^c	2.436	4.75 ^c	2.366

Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.9.b ve Şekil 4.16.a'da görüldüğü gibi Ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre değerlendirildiğinde, en çok beğenilen dış görünüş 8.06 ile %0.0'lık katkı seviyesinde, en az beğenilen dış görünüş ise 6.08 ile %3.0'lük katkı seviyesinde belirlenmiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki, yüksek seviyede katkıların eklenmesi örneklerin dış görünüşünü olumsuz yönde etkilemiştir.

Çizelge 4.9.b ve Şekil 4.16.b'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre değerlendirildiğinde, en çok beğenilen iç renk 7.75 ile %0.0'lık katkı seviyesinde, en az beğenilen iç renk ise 6.13 ile %3.0'lük katkı seviyesinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.b ve Şekil 4.16.c'de görüldüğü gibi ortalamlar esas alınarak katkı seviyesine göre değerlendirildiğinde, en çok beğenilen tat 7.44 ile %0.0'lık katkı seviyesinde, en az beğenilen tat ise 4.54 ile %3.0'lük katkı seviyesinde belirlenmiştir.

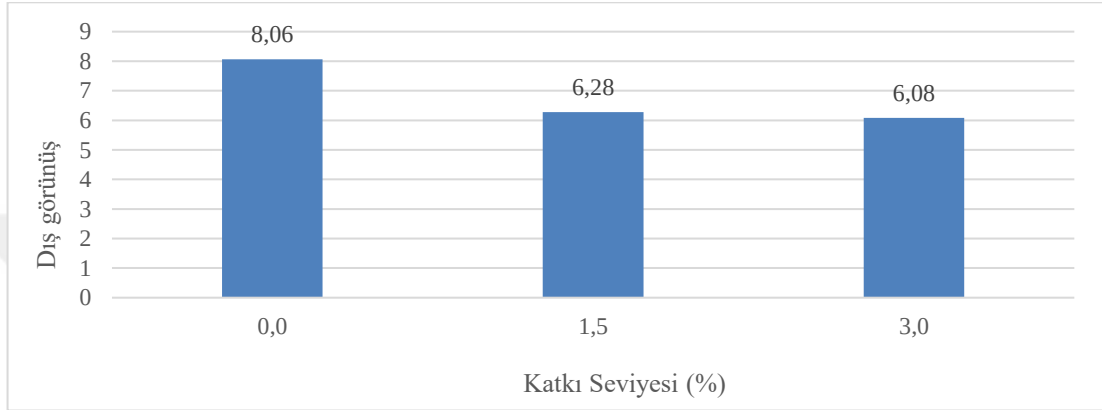
Çizelge 4.9.b ve Şekil 4.16.d'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre değerlendirildiğinde, en çok beğenilen koku 8.06 ile %0.0'lık katkı seviyesinde, en az beğenilen koku ise 5.86 ile %3.0'lük katkı seviyesinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.b ve Şekil 4.16.e'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre değerlendirildiğinde, en çok beğenilen aroma 7.88 ile %0.0'lık katkı seviyesinde, en az beğenilen aroma ise 4.89 ile %3.0'lük katkı seviyesinde belirlenmiştir.

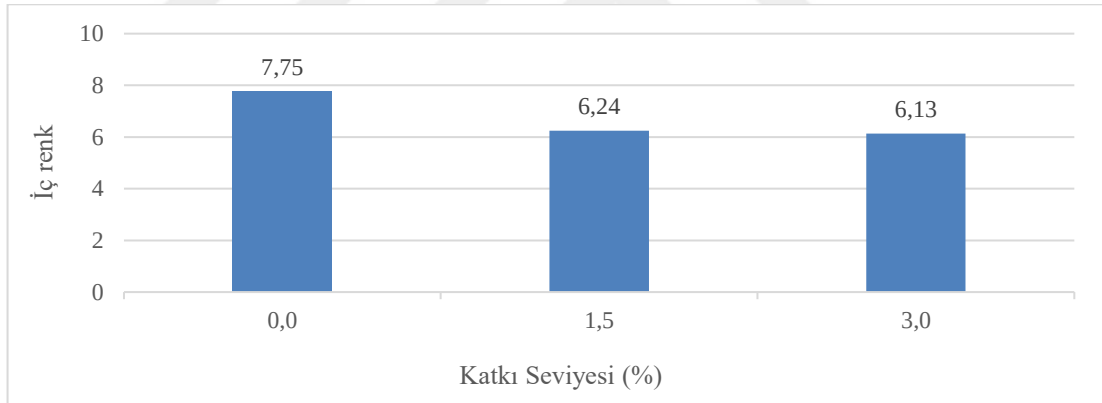
Çizelge 4.9.b ve Şekil 4.13.f'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre değerlendirildiğinde, en çok beğenilen tekstür 7.88 ile %0.0'lık katkı seviyesinde, en az beğenilen tekstür ise 5.48 ile %3.0'lük katkı seviyesinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.b ve Şekil 4.14.g'de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre değerlendirildiğinde, ağızda bıraktığı his için verilen en yüksek değer 7.69 ile %0.0'lık katkı seviyesinde, en düşük değer ise 4.56 ile %3.0'lük katkı seviyesinde belirlenmiştir.

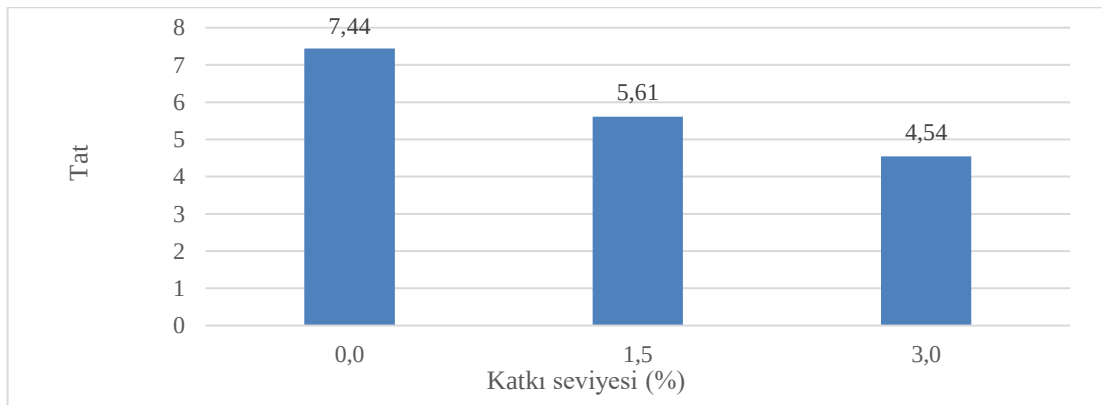
Çizelge 4.9.b ve Şekil 4.15.h’de görüldüğü gibi ortalamalar esas alınarak katkı seviyesine göre değerlendirildiğinde, genel kabul edebilirlik için verilen en yüksek değer 7.75 ile %0.0’lık katkı seviyesinde, en düşük değer ise 4.75 ile %3.0’lük katkı seviyesinde belirlenmiştir.



a

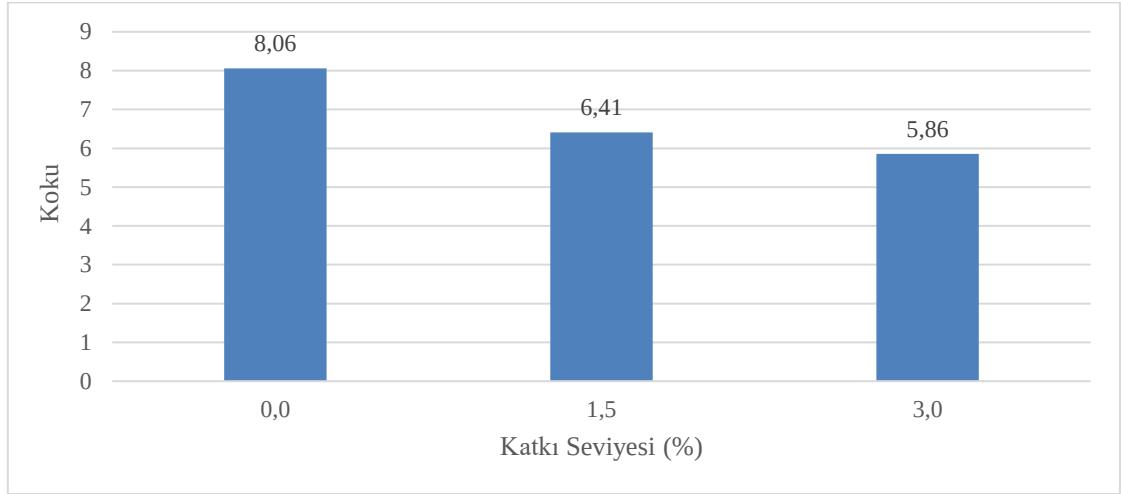


b

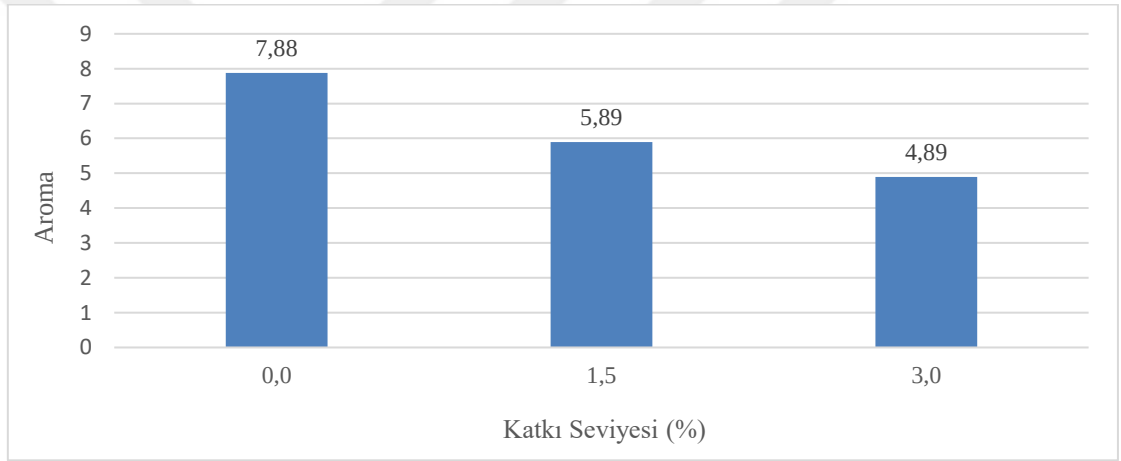


c

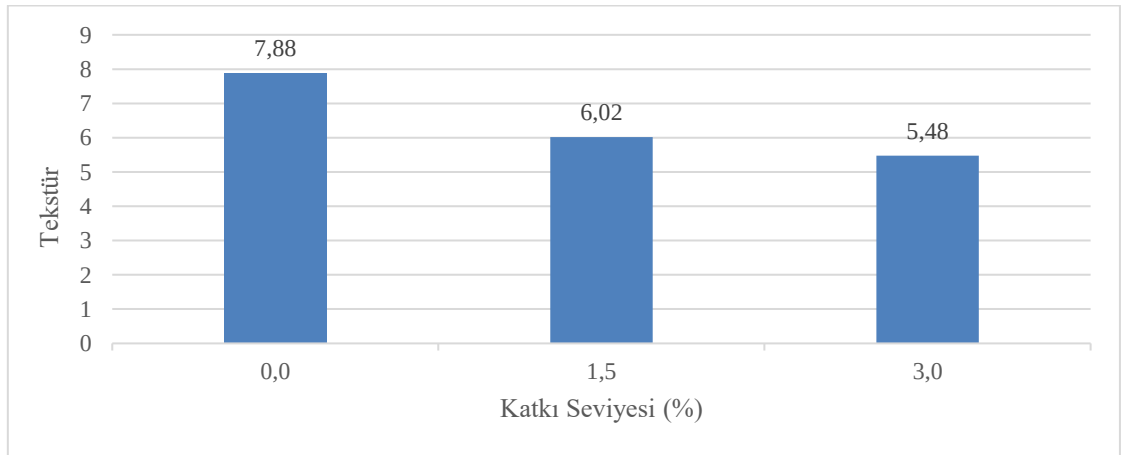
Şekil 4.16. Tepsi kadayıflarına farklı katkı seviyesi uygulanmalarının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri



d

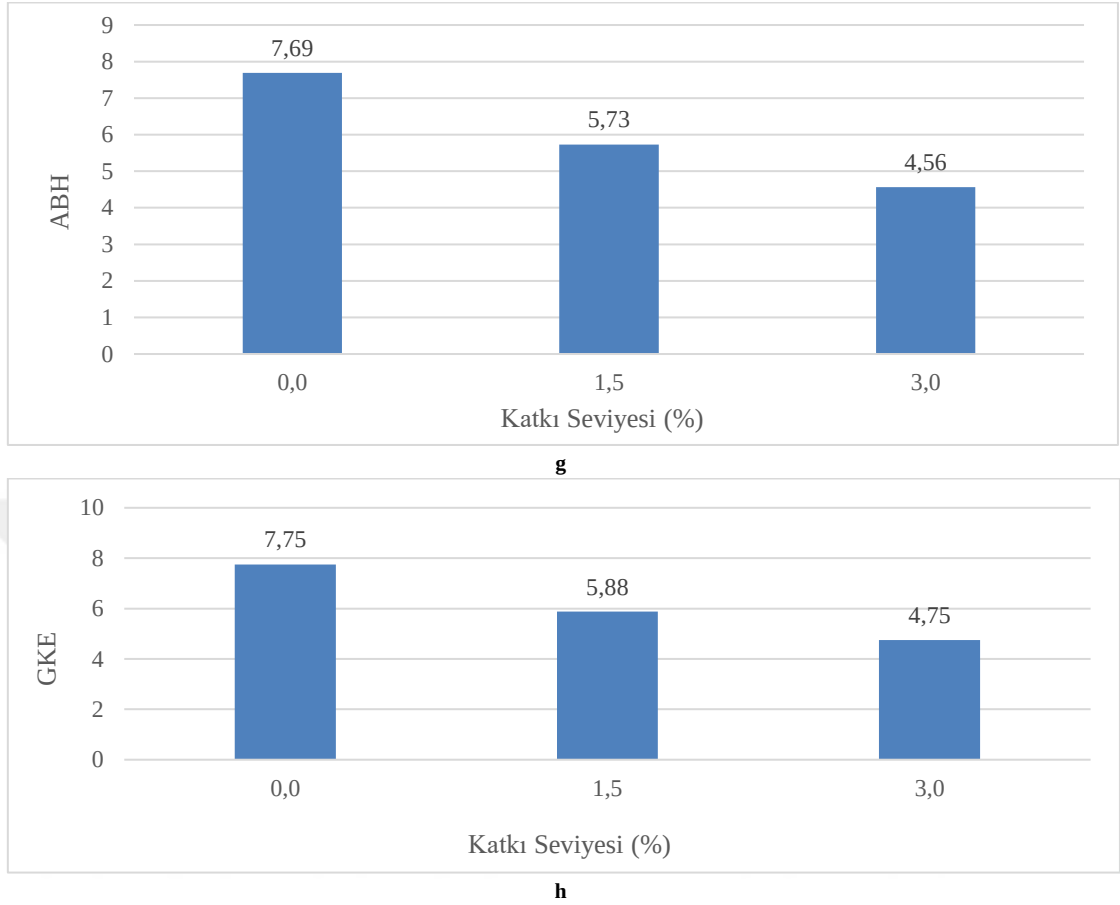


e



f

Şekil 4.16. Tepsi kadayıflarına farklı katkı seviyesi uygulanmalarının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)



Şekil 4.16. Tepsi kadayıflarına farklı katkı seviyesi uygulanmalarının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.8.a ve 4.8.b’de pişirme süresi değişkenine ait dış görünüş, iç renk, tat, koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9.c’de verilmiştir.



Çizelge 4.9.c. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı pişirme süresine ait duyusal analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Pişirme Süresi (dakika)	Dış görünüş		İç renk		Tat		Koku		Aroma		Tekstür		ABH		GKE	
	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
30	6.73 ^A	1.837	6.66 ^A	1.908	5.67 ^A	2.596	6.64 ^A	2.037	6.02 ^B	2.352	6.35 ^A	2.130	5.88 ^A	2.527	5.99 ^A	2.481
40	6.89 ^A	1.652	6.75 ^A	1.795	6.06 ^A	2.385	6.92 ^A	1.830	6.41 ^A	2.226	6.57 ^A	1.963	6.10 ^A	2.431	6.26 ^A	2.305

*Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.9.c ve Şekil 4.17.a'da görüldüğü gibi Pişirme süresinin ortalamalarına göre değerlendirme yapıldığında, en çok beğenilen dış görünüşü 40 dakika pişirme süresinde 6.89 olarak bulunurken, 30 dakika pişirme süresinde 6.73 ile en az beğenilen olmuştur. Yapılan diğer araştırmada, tepsi kadayıfın dış görünüş, iç renk, tat, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik değeri üzerine kızartma sıcaklığı istatistiksel olarak çok önemli derece etkili olmuştur. Kızartma süresi, tepsi kadayıfın tekstür ve ağızda bıraktığı his değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli derecede etki olmuştur. Kızartma sıcaklığı x kızartma süresi interaksyonu tepsi kadayıfın dış görünüş ve tat değerini çok önemli derecede, koku, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik değeri ise önemli derecede etkilediği belirlenmiştir (Seyyedcheraghi *et al.* 2019).

Çizelge 4.9.c ve Şekil 4.17.b'de görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre değerlendirme yapıldığında, en çok beğenilen iç renk 40 dakika pişirme süresinde 6.75 olarak bulunurken, 30 dakika pişirme süresinde 6.66 ile en az beğenilen olmuştur. Pişirme süresi arttıkça örneklerin renginin kahverengileşmesi daha çok meydana gelmektedir ve albenisi artmaktadır.

Çizelge 4.9.c ve Şekil 4.17.c'de görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre değerlendirme yapıldığında, en çok beğenilen tat 40 dakika pişirme süresinde 6.06 olarak bulunurken, 30 dakika pişirme süresinde 5.67 ile en az beğenilen olmuştur.

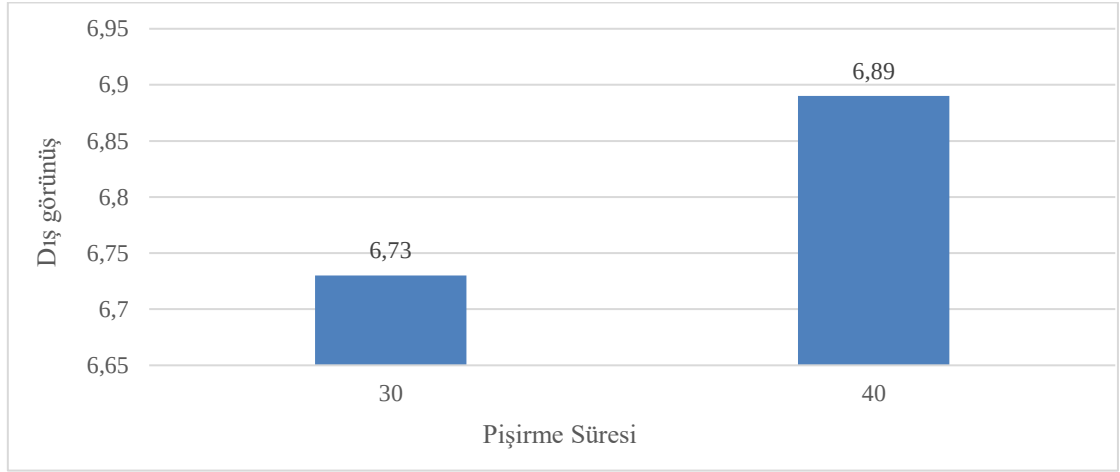
Çizelge 4.9.c ve Şekil 4.17.d'de görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre değerlendirme yapıldığında, en çok beğenilen koku 40 dakika pişirme süresinde 6.92 olarak bulunurken, 30 dakika pişirme süresinde 6.64 ile en az beğenilen olmuştur. Pişirme süresi arttıkça Maillard reaksiyonu artmaktadır ve daha fazla aroma ve koku meydana gelmektedir.

Çizelge 4.9.c ve Şekil 4.17.e'de görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre değerlendirme yapıldığında, en çok beğenilen aroma 40 dakika pişirme süresinde 6.41 olarak bulunurken, 30 dakika pişirme süresinde 6.02 ile en az beğenilen olmuştur.

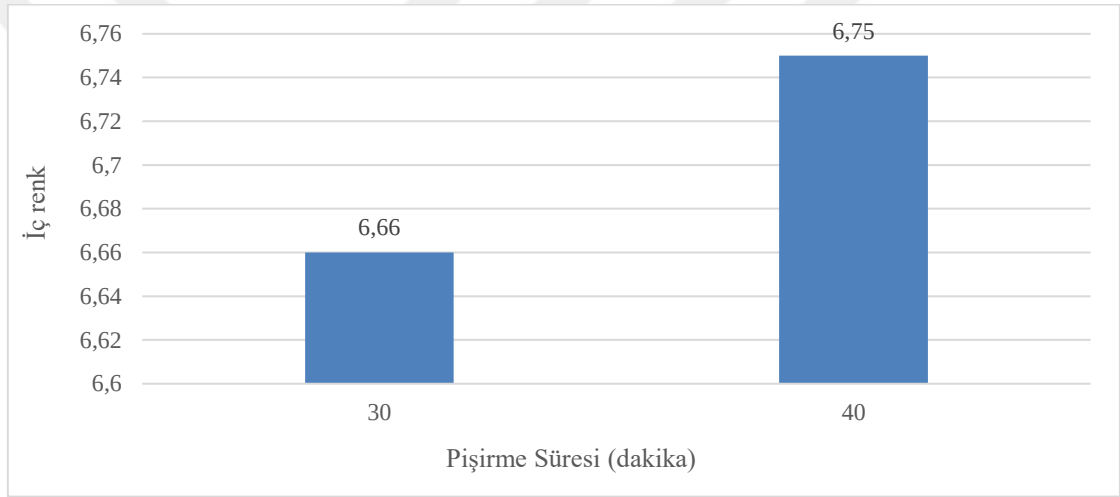
Çizelge 4.9.c ve Şekil 4.17.f'de görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre değerlendirme yapıldığında, en çok beğenilen tekstür 40 dakika pişirme süresinde 6.57 olarak bulunurken, 30 dakika pişirme süresinde 6.35 ile en az beğenilen olmuştur.

Çizelge 4.9.c ve Şekil 4.17.g'de görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre değerlendirme yapıldığında, ağızda bıraktığı his için verilen en yüksek değer 40 dakika pişirme süresinde 6.10 olarak bulunurken, 30 dakika pişirme süresinde 5.88 ile en az beğenilen olmuştur.

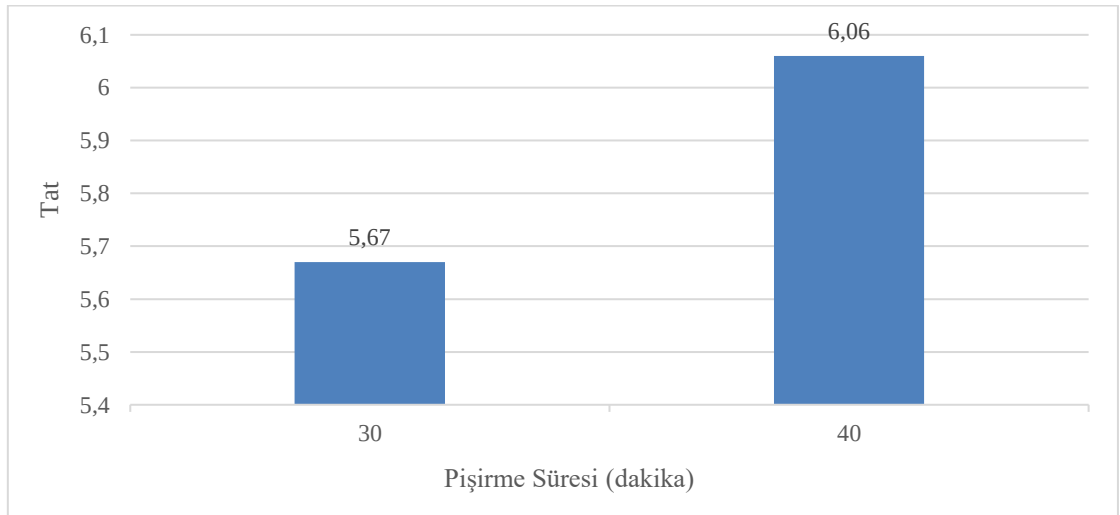
Çizelge 4.9.c ve Şekil 4.17.h'de görüldüğü gibi pişirme süresinin ortalamalarına göre değerlendirme yapıldığında, genel kabul edebilirlik için verilen en yüksek değer 40 dakika pişirme süresinde 6.25 olarak bulunurken, 30 dakika pişirme süresinde 5.99 ile en az beğenilen olmuştur. Sonuç olarak 40 dk pişirme süresi tüm duyuşsal özelliklerde en çok beğenilen olmuştur.



a

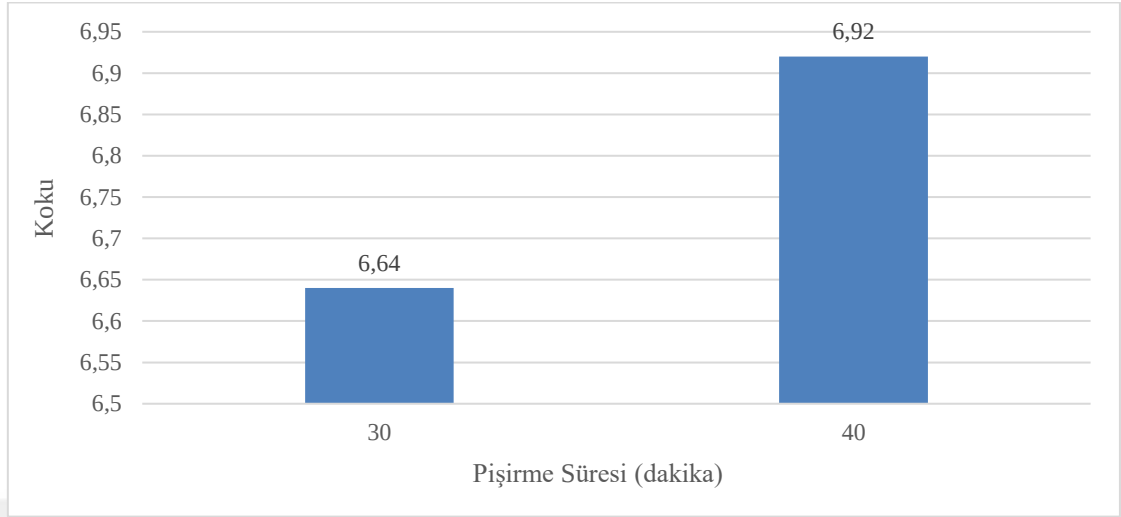


b

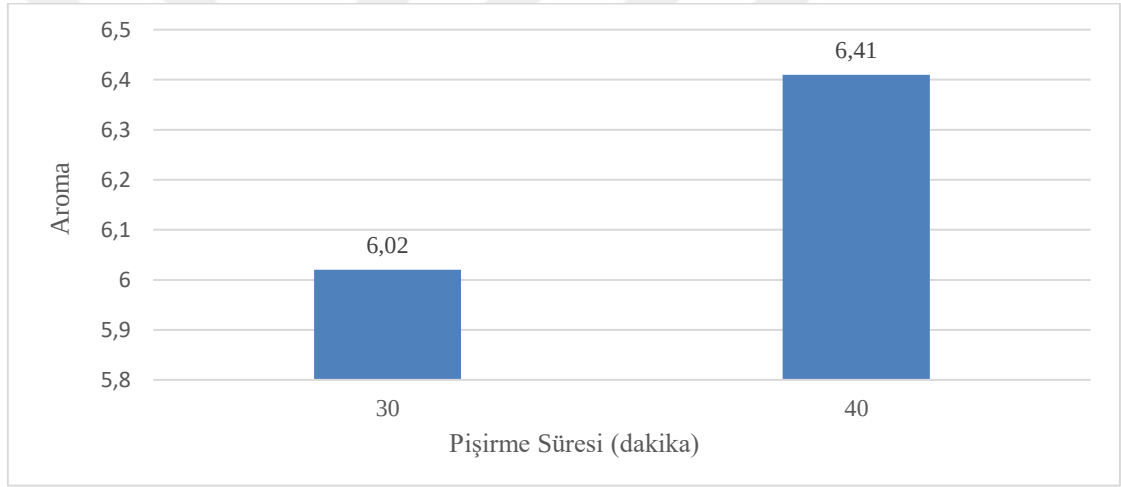


c

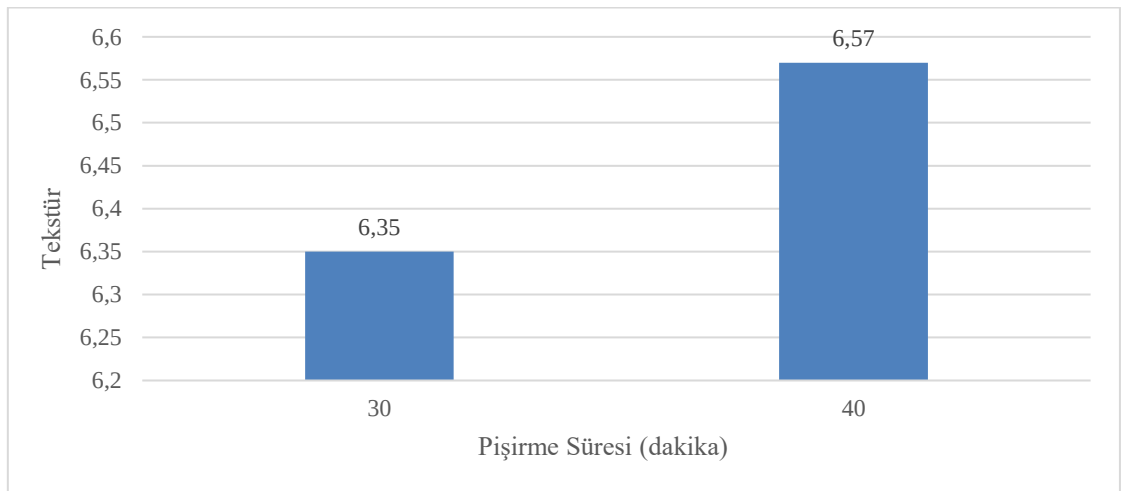
Şekil 4.17. Tepsi kadayıflarına farklı piştirme süresi uygulamalarının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri



d

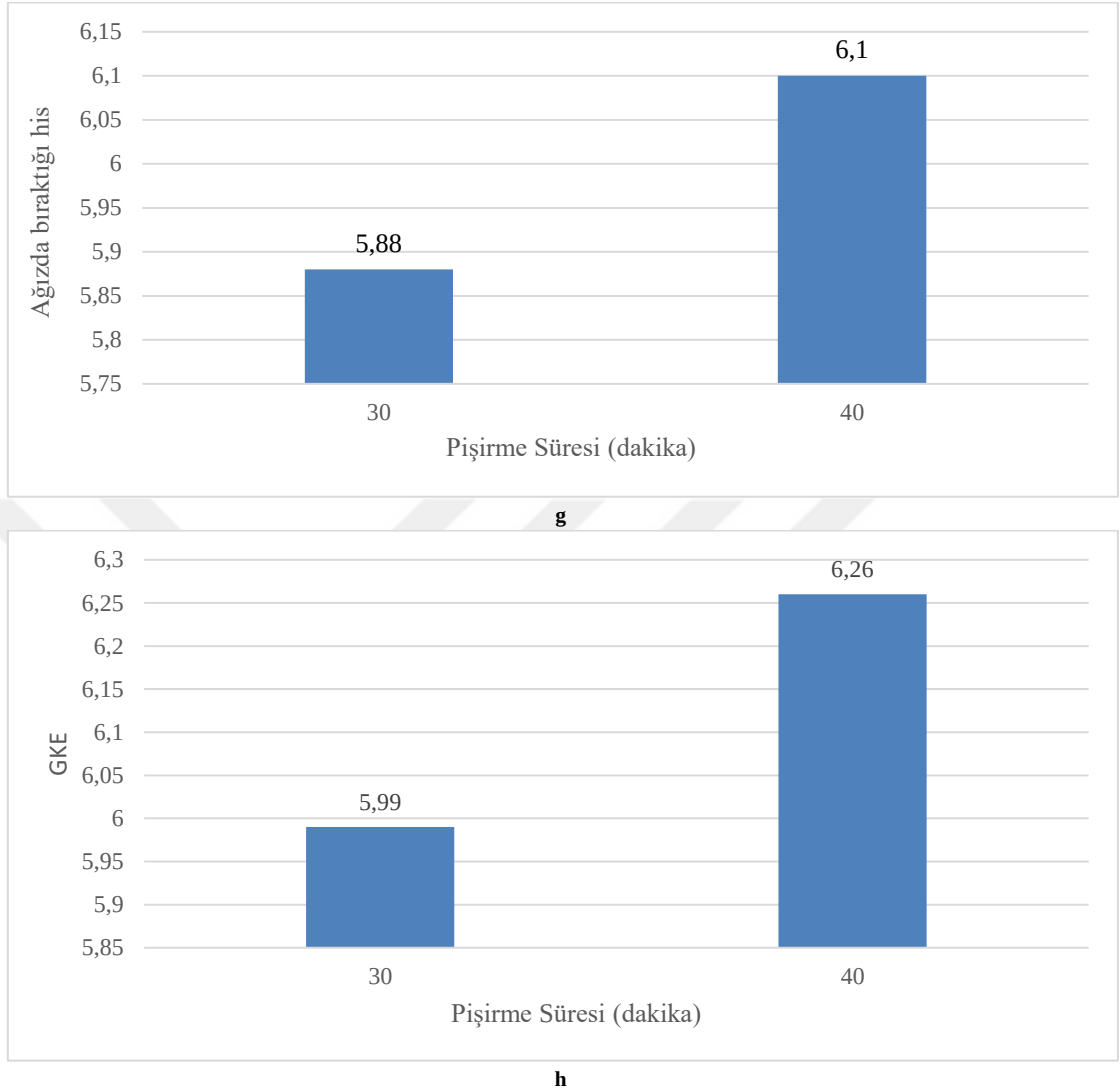


e



f

Şekil 4.17. Tepsi kadayıflarına farklı pişirme süresi uygulamalarının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)



Şekil 4.17. Tepsi kadayıflarına farklı piştirme süresi uygulanmalarının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.8.a ve 4.8.b’de katkı maddesi × katkı seviyesi değişkenine ait dış görünüş, iç renk, tat, koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9.d’de verilmiştir.

Çizelge 4.9.d. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve katkı seviyesi interaksiyonuna ait duyuşsal analiz değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı maddesi	Katkı seviyesi (%)	Dış görünüş		İç renk		Tat		Koku		Aroma		Tekstür		ABH		GKE	
		Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	0	8.06 ^a	0.929	7.75 ^a	1.183	7.44 ^a	1.590	8.06 ^a	1.124	7.88 ^a	1.025	7.88 ^a	1.025	7.69 ^a	1.580	7.75 ^a	1.342
	1.5	6.63 ^b	1.746	6.56 ^b	1.750	4.06 ^b	2.594	5.94 ^b	1.843	5.00 ^b	2.280	5.31 ^b	2.301	4.25 ^b	2.517	4.63 ^b	2.446
	3.0	5.63 ^c	1.455	5.31 ^c	1.580	3.00 ^b	1.095	4.50 ^c	1.713	3.00 ^c	1.095	4.00 ^c	1.713	2.75 ^c	1.000	3.00 ^c	0.816
CaCl ₂	0	8.06 ^a	0.929	7.75 ^a	1.183	7.44 ^a	1.590	8.06 ^a	1.124	7.88 ^a	1.025	7.88 ^a	1.025	7.69 ^a	1.580	7.75 ^a	1.342
	1.5	6.25 ^b	1.807	6.38 ^b	1.857	6.38 ^a	2.391	5.94 ^b	2.323	5.94 ^b	2.380	6.38 ^b	1.857	6.06 ^b	2.380	6.44 ^b	2.394
	3.0	6.00 ^b	1.713	5.44 ^b	1.750	2.44 ^b	1.672	4.31 ^c	1.887	2.69 ^c	1.352	4.88 ^c	2.156	2.25 ^c	1.438	2.56 ^c	1.504
Glisin	0	8.06 ^a	0.929	7.75 ^a	1.183	7.44 ^a	1.590	8.06 ^a	1.124	7.88 ^a	1.025	7.88 ^a	1.025	7.69 ^a	1.580	7.75 ^a	1.342
	1.5	7.38 ^a	1.204	7.69 ^a	1.078	6.94 ^a	1.806	6.94 ^a	2.144	6.94 ^a	1.340	7.81 ^a	0.834	7.19 ^a	1.377	7.56 ^a	1.413
	3.0	6.06 ^b	1.389	7.38 ^a	1.544	6.81 ^a	2.228	6.63 ^a	2.705	6.94 ^a	1.652	7.38 ^a	1.204	6.75 ^a	1.949	6.63 ^a	2.419
NaCl	0	8.06 ^a	0.929	7.75 ^a	1.183	7.44 ^a	1.590	8.06 ^a	1.124	7.88 ^a	1.025	7.88 ^a	1.025	7.69 ^a	1.580	7.75 ^a	1.342
	1.5	6.44 ^b	1.504	5.75 ^b	1.983	3.88 ^b	2.156	6.06 ^b	1.692	4.75 ^b	2.490	4.75 ^b	1.880	4.06 ^b	2.175	4.25 ^b	2.113
	3.0	7.31 ^a	1.078	6.69 ^{ab}	1.778	2.81 ^b	1.642	6.19 ^b	1.515	4.06 ^b	1.982	4.75 ^b	1.770	3.19 ^b	1.515	3.88 ^b	1.628
NaHCO ₃	0	8.06 ^a	0.929	7.75 ^a	1.183	7.44 ^a	1.590	8.06 ^a	1.124	7.88 ^a	1.025	7.88 ^a	1.025	7.69 ^a	1.580	7.75 ^a	1.342
	1.5	5.25 ^b	1.915	5.00 ^b	2.129	5.88 ^b	1.996	6.50 ^b	0.894	6.31 ^b	2.152	6.13 ^b	2.306	6.56 ^b	1.965	6.19 ^b	2.167
	3.0	4.50 ^b	1.966	4.88 ^b	2.217	5.56 ^b	2.529	6.50 ^b	1.549	5.88 ^b	2.247	5.31 ^b	2.024	5.81 ^b	1.974	5.75 ^b	2.082
Sakkaroz	0	8.06 ^a	0.929	7.75 ^a	1.183	7.44 ^a	1.590	8.06 ^a	1.124	7.88 ^a	1.025	7.88 ^a	1.025	7.69 ^a	1.580	7.75 ^a	1.342
	1.5	5.75 ^c	1.438	6.06 ^b	1.652	6.56 ^a	1.315	7.06 ^b	1.389	6.38 ^b	1.586	5.75 ^b	1.693	6.25 ^b	1.342	6.19 ^b	1.759
	3.0	7.00 ^b	1.366	7.06 ^a	1.237	6.63 ^a	1.204	7.06 ^b	1.181	6.75 ^b	1.125	6.56 ^b	1.413	6.63 ^b	1.408	6.69 ^b	1.302

*Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.9.d ve Şekil 4.18.a'da görüldüğü gibi en beğenilen dış görünüş kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi uygulamasında 8.06 ve en az beğenilen dış görünüş, NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında 4.50 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.d ve Şekil 4.18.b'de görüldüğü gibi en beğenilen iç renk kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi uygulamasında 7.75 ve en az beğenilen iç renk, NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında 4.88 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.d ve Şekil 4.18.c'de görüldüğü gibi en beğenilen tat kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi uygulamasında 7.44 ve en az beğenilen tat, CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında 2.44 olarak belirlenmiştir.

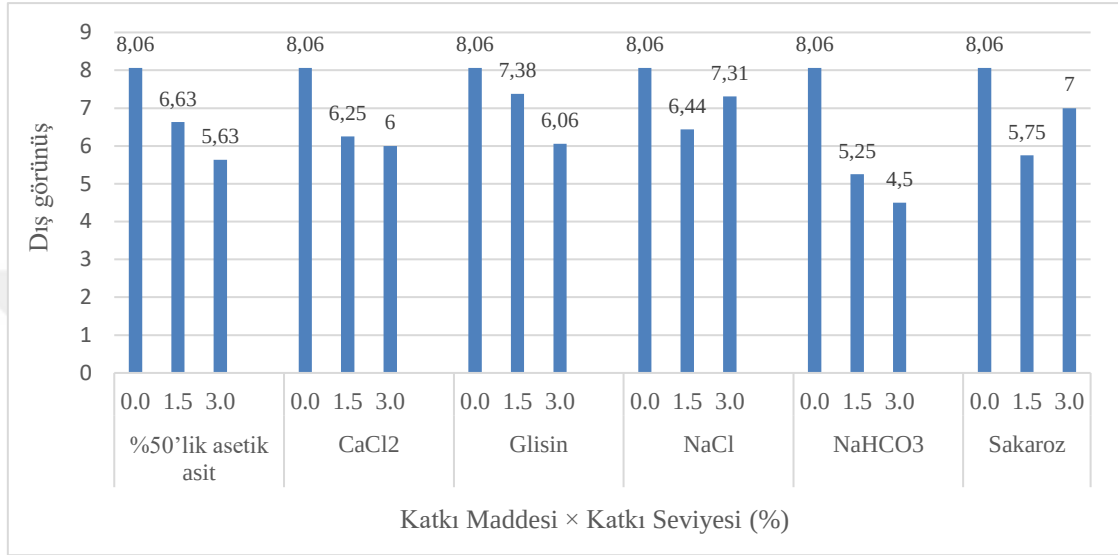
Çizelge 4.9.d ve Şekil 4.18.d'de görüldüğü gibi en beğenilen koku kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi uygulamasında 8.06 ve en az beğenilen koku, CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında 4.31 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.d ve Şekil 4.18.e'de görüldüğü gibi en beğenilen aroma kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi uygulamasında 7.88 ve en az beğenilen aroma, CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında 2.69 olarak belirlenmiştir.

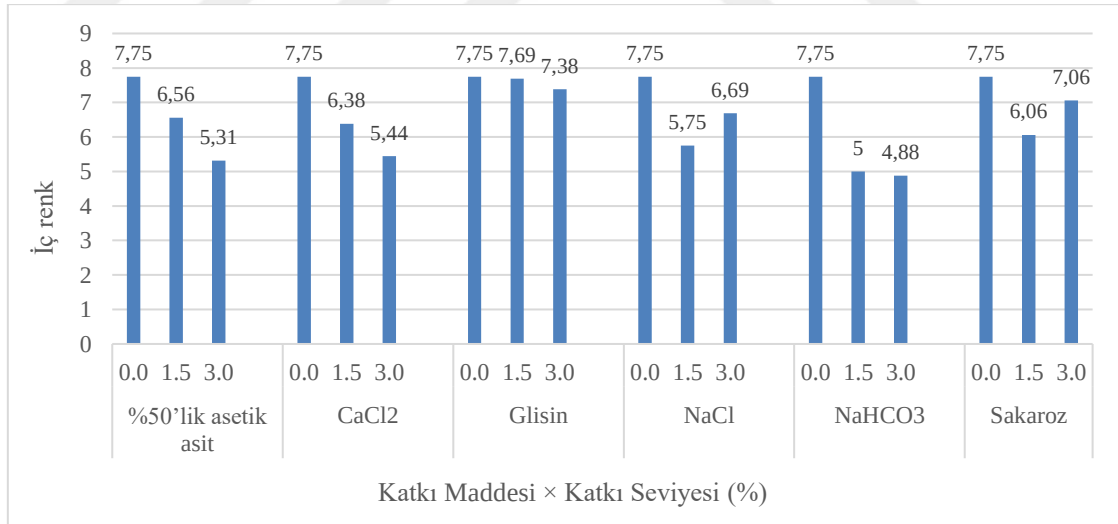
Çizelge 4.9.d ve Şekil 4.18.f'de görüldüğü gibi en beğenilen tekstür kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi uygulamasında 7.88 ve en az beğenilen tekstür ise asetik asit katkısı + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında 4.00 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.d ve Şekil 4.18.g'de görüldüğü gibi ağızda bıraktığı his için en yüksek değer kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi uygulamasında 7.69 ve en az değer, CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında 2.25 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.d ve Şekil 4.18.h’de görüldüğü gibi genel kabul edebilirlik için en yüksek değer kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi uygulamasında 7.75 ve en az değer ise CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi uygulamalarında 2.56 olarak belirlenmiştir.

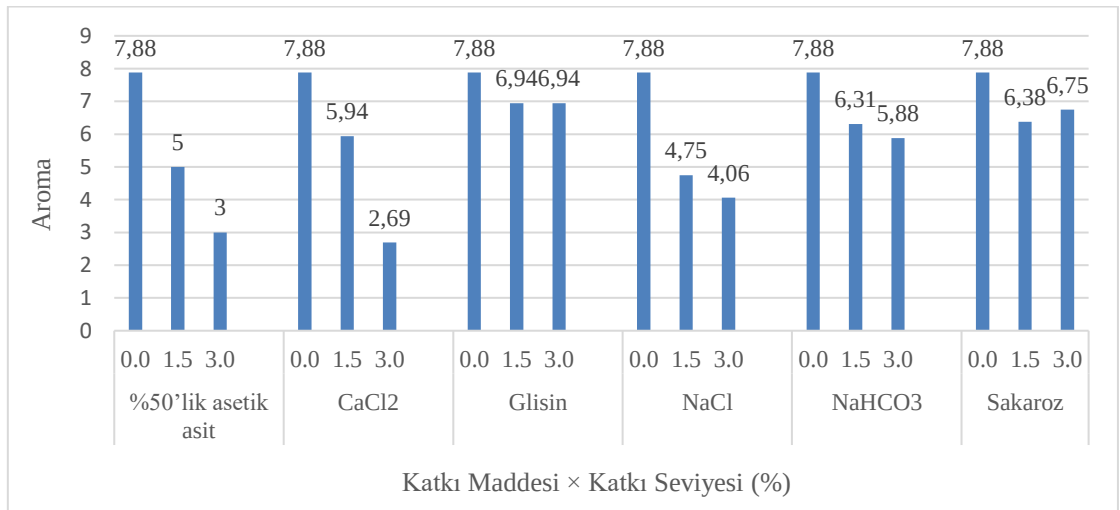
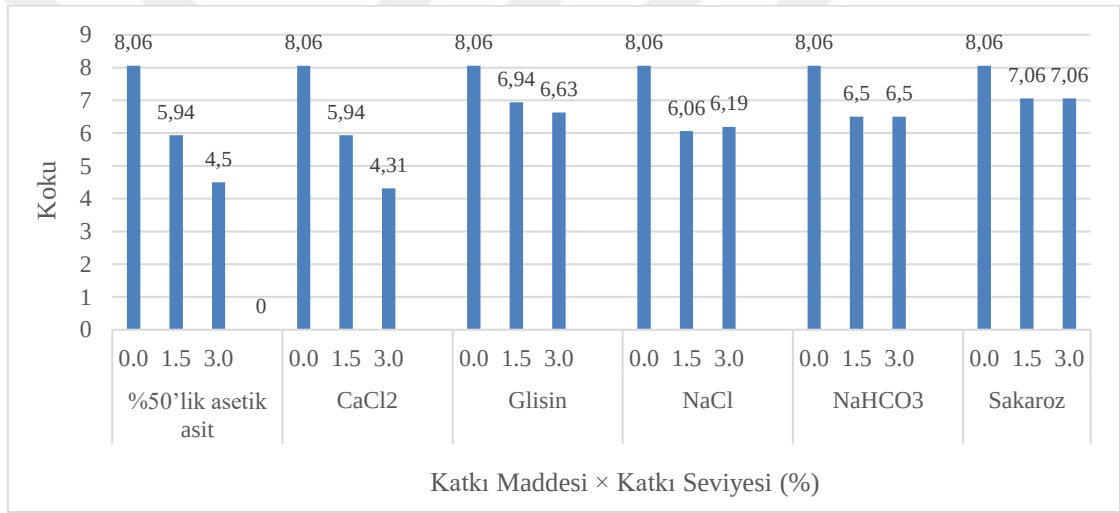
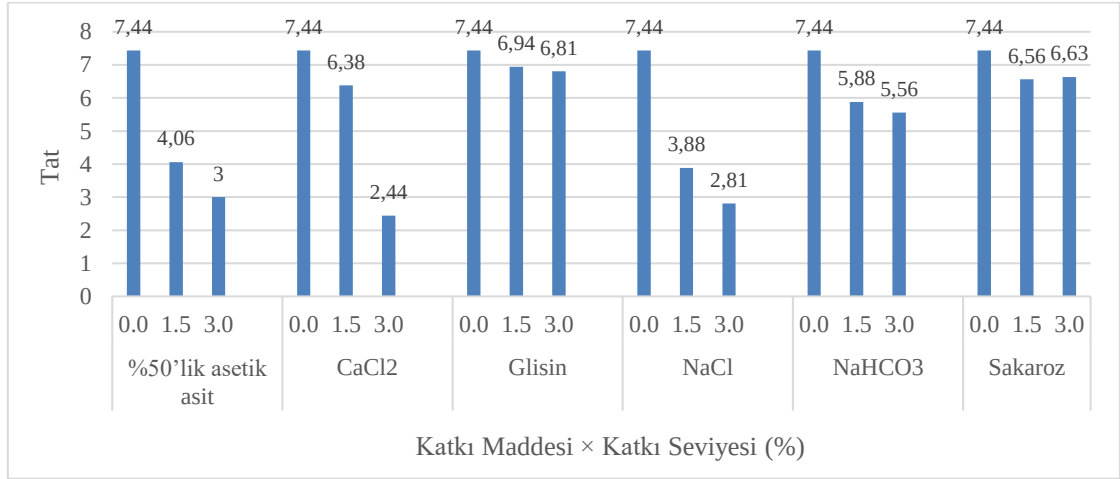


a

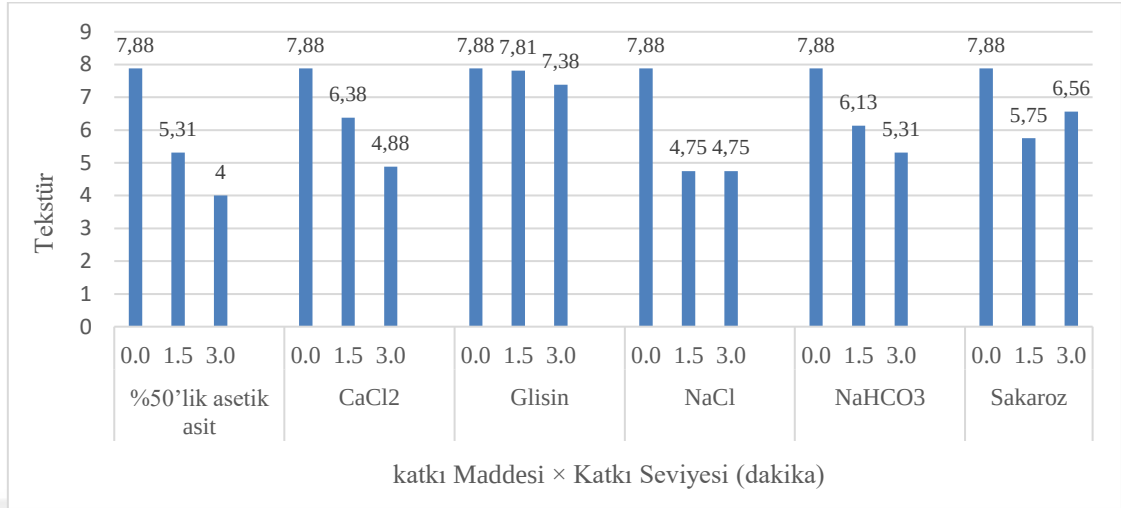


b

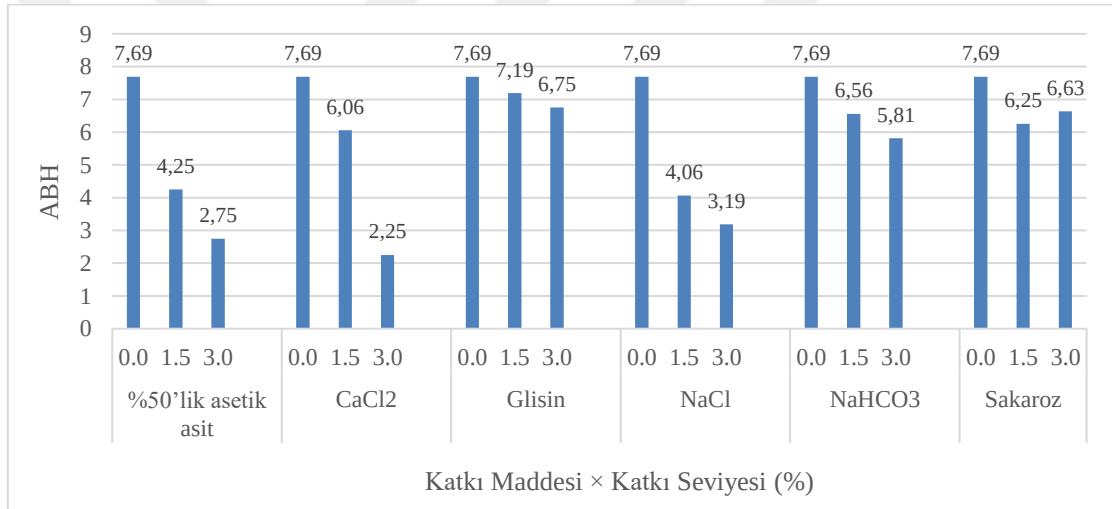
Şekil 4.18. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi interaksiyonunun tepsı kadayının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri



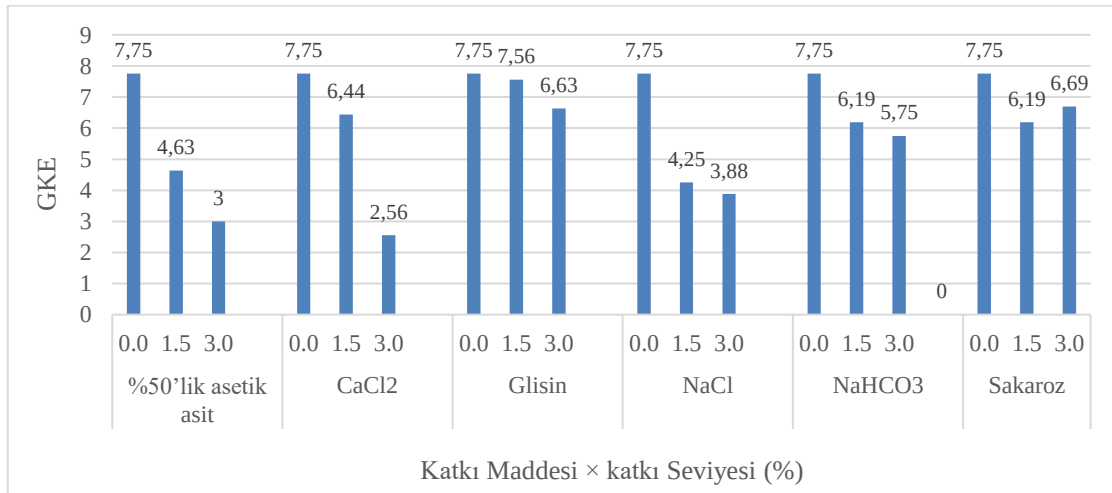
Şekil 4.18. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)



f



g



h

Şekil 4.18. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.8.a ve 4.8.b’de katkı maddesi $\times$ pişirme süresi değişkenine ait dış görünüş, iç renk, tat, koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9.e’de verilmiştir.



Çizelge 4.9.e. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait duyu analizi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı maddesi	Pişirme süresi (dakika)	Dış görünüş		İç renk		Tat		Koku		Aroma		Tekstür		ABH		GKE	
		Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	30	6.58 ^{ab}	1.932	6.46 ^a	1.978	4.25 ^a	2.754	6.04 ^a	2.053	5.17 ^a	2.565	4.96 ^b	2.562	4.50 ^a	2.813	4.71 ^a	2.678
	40	6.96 ^a	1.488	6.63 ^a	1.637	5.42 ^a	2.448	6.29 ^a	2.274	5.42 ^a	2.569	6.50 ^a	1.911	5.29 ^a	2.662	5.54 ^a	2.467
CaCl ₂	30	6.17 ^b	2.078	6.17 ^a	2.200	5.17 ^a	3.060	5.67 ^a	2.745	5.08 ^a	2.873	6.04 ^{ab}	2.274	5.21 ^a	2.963	5.25 ^a	2.938
	40	7.38 ^a	1.135	6.88 ^a	1.393	5.67 ^a	2.713	6.54 ^a	1.911	5.92 ^a	2.552	6.71 ^a	1.922	5.46 ^a	2.949	5.92 ^a	2.765
Glisin	30	7.50 ^a	1.383	7.71 ^a	1.083	7.13 ^a	1.849	7.33 ^a	2.036	7.17 ^a	1.435	7.79 ^a	0.977	7.29 ^a	1.628	7.54 ^a	1.719
	40	6.83 ^b	1.435	7.50 ^a	1.445	7.00 ^a	1.934	7.08 ^a	2.283	7.33 ^a	1.404	7.58 ^{ab}	1.100	7.13 ^a	1.727	7.08 ^a	1.932
NaCl	30	7.04 ^{ab}	1.398	6.67 ^a	1.857	4.63 ^a	2.667	6.71 ^a	1.681	5.50 ^a	2.537	6.04 ^a	1.989	4.92 ^a	2.653	5.25 ^a	2.507
	40	7.50 ^a	1.285	6.79 ^a	1.865	4.79 ^a	2.734	6.83 ^a	1.761	5.63 ^a	2.568	5.54 ^b	2.340	5.04 ^a	2.662	5.33 ^a	2.426
NaHCO ₃	30	6.29 ^a	2.216	6.17 ^a	2.160	6.08 ^a	2.205	6.79 ^a	1.641	6.50 ^a	2.085	6.63 ^a	2.060	6.71 ^a	1.944	6.54 ^a	2.064
	40	5.58 ^b	2.283	5.58 ^a	2.430	6.50 ^a	2.207	7.25 ^a	1.113	6.88 ^a	2.028	6.25 ^{ab}	2.212	6.67 ^a	2.036	6.58 ^a	2.083
Sakkaroz	30	6.79 ^b	1.693	6.79 ^a	1.693	6.79 ^a	1.532	7.29 ^a	1.429	6.71 ^a	1.628	6.63 ^{ab}	1.663	6.67 ^a	1.633	6.63 ^a	1.689
	40	7.08 ^a	1.442	7.13 ^a	1.329	6.96 ^a	1.301	7.50 ^a	1.180	7.29 ^a	1.083	6.83 ^a	1.633	7.04 ^a	1.459	7.13 ^a	1.484

* Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.9.e ve Şekil 4.19.a'da görüldüğü gibi en çok beğenilen dış görünüş 7.50 ile glisin + 30 dakika pişirme süresi ve NaCl + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen dış görünüş ise NaHCO_3 + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 5.58 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.e ve Şekil 4.19.b'de görüldüğü gibi en çok beğenilen iç renk 7.71 ile glisin + 30 dakika pişirme süresi uygulamasında gözlenmiştir. En az beğenilen iç renk ise NaHCO_3 + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 5.58 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.e ve Şekil 4.19.c'de görüldüğü gibi en çok beğenilen tat 7.13 ile glisin + 30 dakika pişirme süresi uygulamasında gözlenmiştir. En az beğenilen tat ise asetik asit + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 4.25 olarak belirlenmiştir. Çavdar hamuruna sitrik asit ilavesi çavdar ekmeğinin akrilamid içeriğini %66 oranına düşürmüştür. Ancak tadı üzerinde olumsuz bir etki meydana getirmiştir. Bu nedenle, ekmeğe eklenebilir sitrik asitin optimum miktarını, asidite ve tat gibi duyuşsal özelliklerini değiştirmeden bulmak gerekmektedir (Kunkulberga *et al.* 2014).

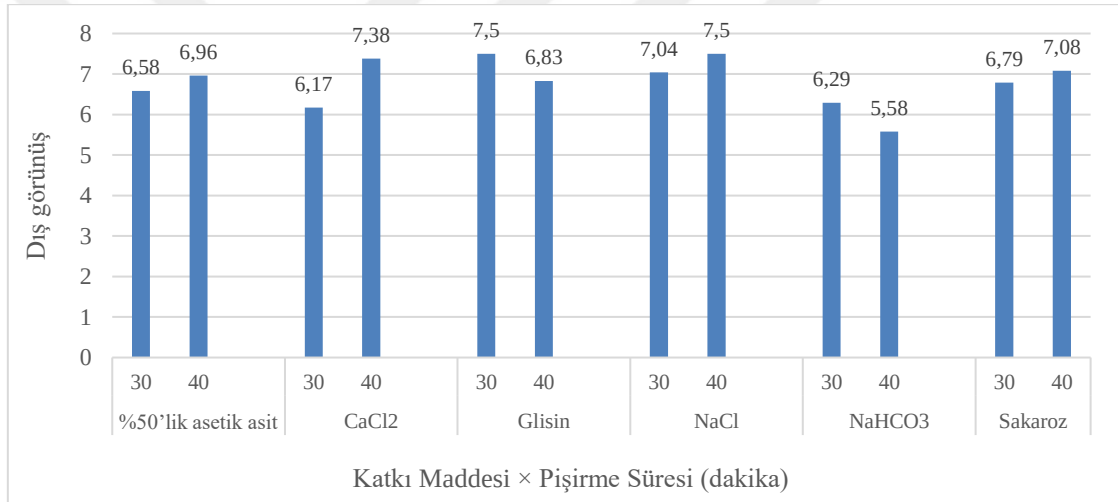
Çizelge 4.9.e ve Şekil 4.19.d'de görüldüğü gibi en çok beğenilen koku 7.50 ile sakkaroz + 40 dakika pişirme süresi uygulamasında gözlenmiştir. En az beğenilen koku ise CaCl_2 + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 5.67 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.e ve Şekil 4.19.e'de görüldüğü gibi en çok beğenilen aroma 7.29 ile sakkaroz + 40 dakika pişirme süresi uygulamasında gözlenmiştir. En az beğenilen aroma ise CaCl_2 + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 5.08 olarak belirlenmiştir. CaCl_2 katkısının verdiği acımsı bir tat'dan dolayı aroma ve tatdı en az beğenilen olmuştur .

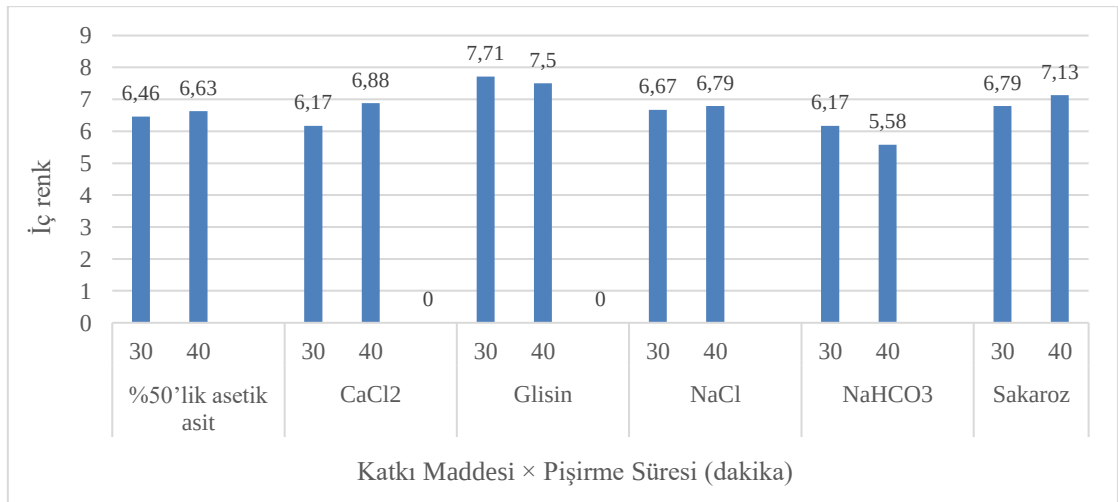
Çizelge 4.9.e ve Şekil 4.19.f'de görüldüğü gibi en çok beğenilen tekstür 7.79 ile glisin + 30 dakika pişirme süresi uygulamasında gözlenmiştir. En az beğenilen tekstür ise asetik asit + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 4.96 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.e ve Şekil 4.19.g’de görüldüğü gibi en çok beğenilen ağızda bıraktığı his 7.29 ile glisin + 30 dakika pişirme süresi uygulamasında gözlenmiştir. En az beğenilen ağızda bıraktığı his ise asetik asit + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 4.50 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.e ve Şekil 4.19.h’de görüldüğü gibi genel kabul edebilirlik için verilen en yüksek değer 7.54 ile glisin + 30 dakika pişirme süresi uygulamasında gözlenmiştir. En az değer ise asetik asit + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 4.71 olarak belirlenmiştir.

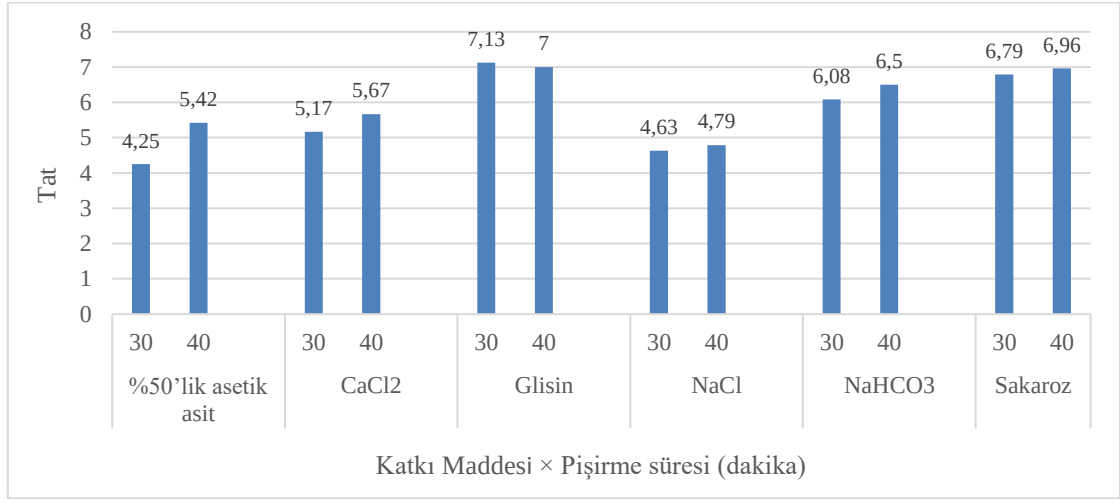


a

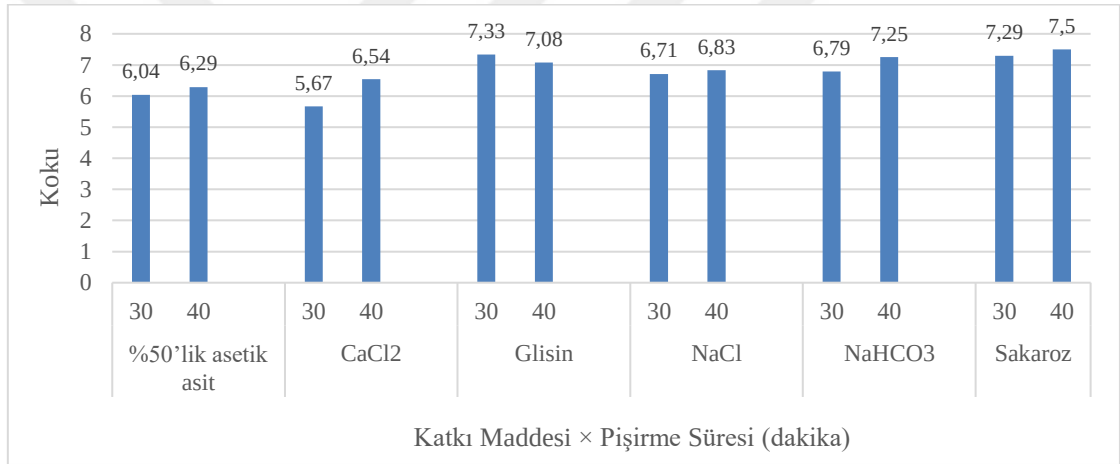


b

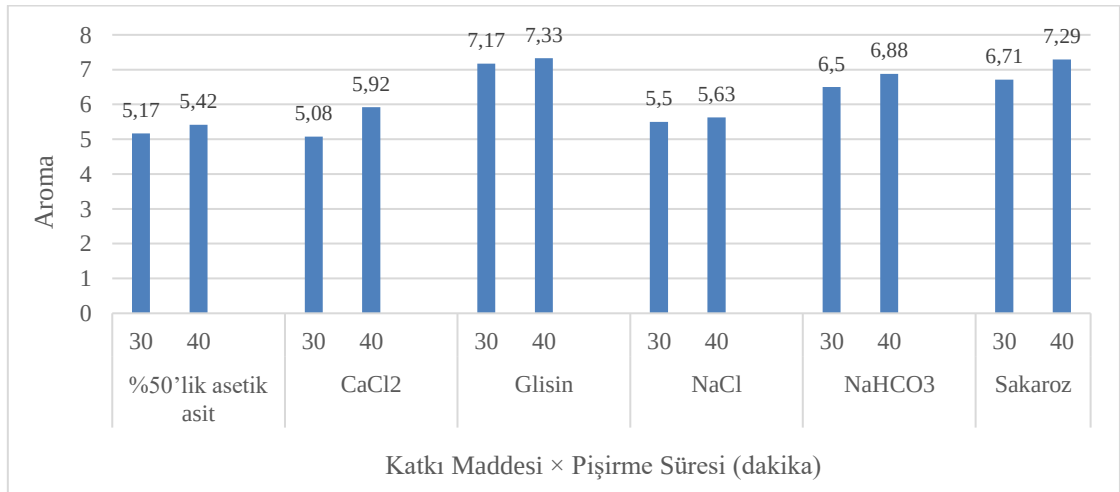
Şekil 4.19. Farklı katkı maddesi × pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri



c

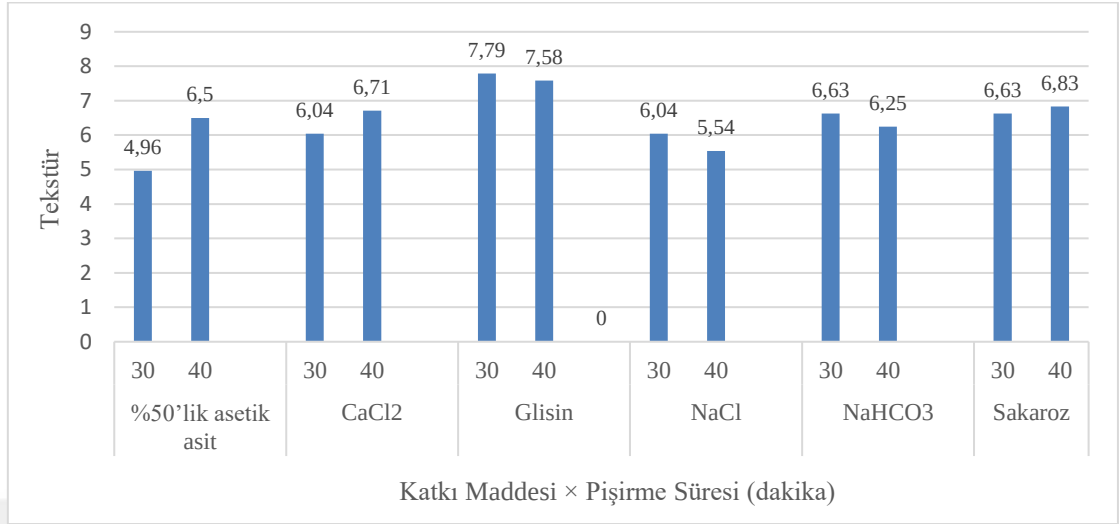


d

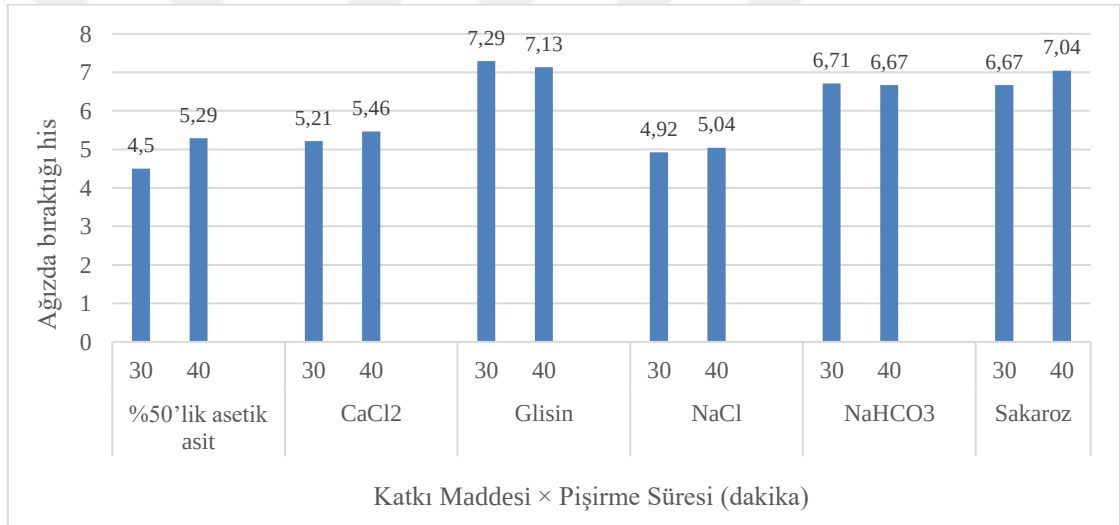


e

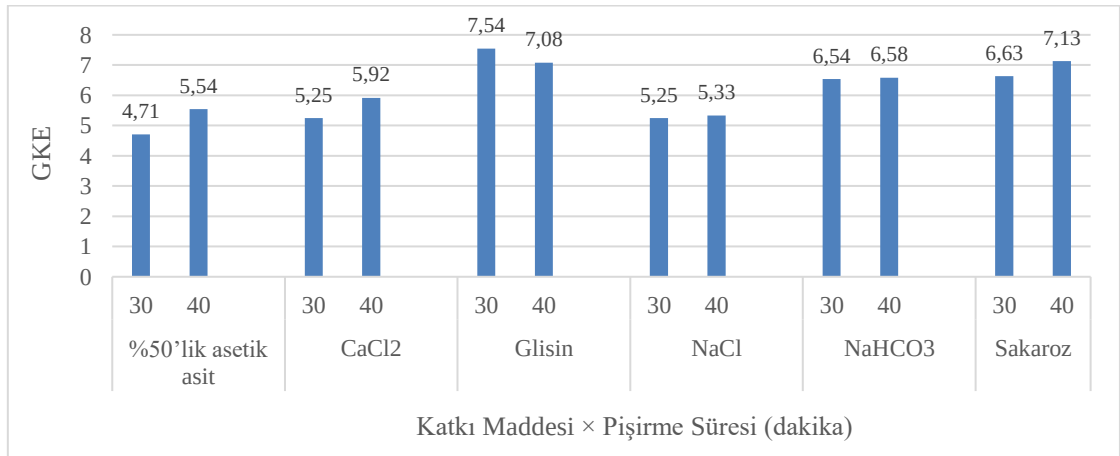
Şekil 4.19. Farklı katkı maddesi × pişirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)



f



g



h

Şekil 4.19. Farklı katkı maddesi × pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.8.a ve 4.8.b’de katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi değişkenine ait dış görünüş, iç renk, tat, koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9.f’de verilmiştir.



Çizelge 4.9.f. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı seviyesi ve pişirme süresi interaksiyonuna ait duyu analizi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı seviyesi (%)	Pişirme süresi (dakika)	Dış görünüş		İç renk		Tat		Koku		Aroma		Tekstür		ABH		GKE	
		Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
0	30	8.25 ^a	0.838	7.88 ^a	0.937	7.50 ^a	1.676	8.13 ^a	1.282	7.88 ^a	1.178	7.88 ^a	0.937	7.75 ^a	1.732	7.88 ^a	1.282
1.5	30	5.90 ^b	1.765	5.96 ^a	2.031	5.15 ^a	2.388	5.94 ^b	1.951	5.44 ^a	2.163	5.73 ^b	2.131	5.38 ^a	2.294	5.42 ^b	2.305
3.0	30	6.04 ^b	1.701	6.15 ^a	1.946	4.38 ^a	2.565	5.85 ^b	1.946	4.75 ^a	2.292	5.44 ^b	2.182	4.52 ^a	2.334	4.67 ^c	2.452
0	40	7.88 ^a	0.937	7.63 ^a	1.331	7.38 ^a	1.424	8.00 ^a	0.875	7.88 ^a	0.789	7.88 ^a	1.064	7.63 ^a	1.331	7.63 ^a	1.331
1.5	40	6.67 ^b	1.589	6.52 ^a	1.762	6.08 ^a	2.268	6.88 ^b	1.496	6.33 ^a	2.107	6.31 ^b	1.980	6.08 ^a	2.239	6.33 ^b	2.263
3.0	40	6.13 ^c	1.806	6.10 ^a	1.916	4.71 ^a	2.551	5.88 ^c	2.209	5.02 ^a	2.419	5.52 ^c	1.935	4.60 ^a	2.558	4.83 ^c	2.300

*Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.9.f ve Şekil 4.20.a'da görüldüğü gibi en çok beğenilen dış görünüş 8.25 ile %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen dış görünüş ise %1.5 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi 5.90 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.f ve Şekil 4.20.b'de görüldüğü gibi en çok beğenilen iç renk 7.88 ile %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen iç renk ise %1.5 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi 5.96 olarak belirlenmiştir. Tepsi kadayıf örneklerinin kontrol grubu panalistler tarafından çok beğenilmiştir.

Çizelge 4.9.f ve Şekil 4.20.c'de görüldüğü gibi en çok beğenilen tat 7.50 ile %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen tat ise %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi 4.38 olarak belirlenmiştir.

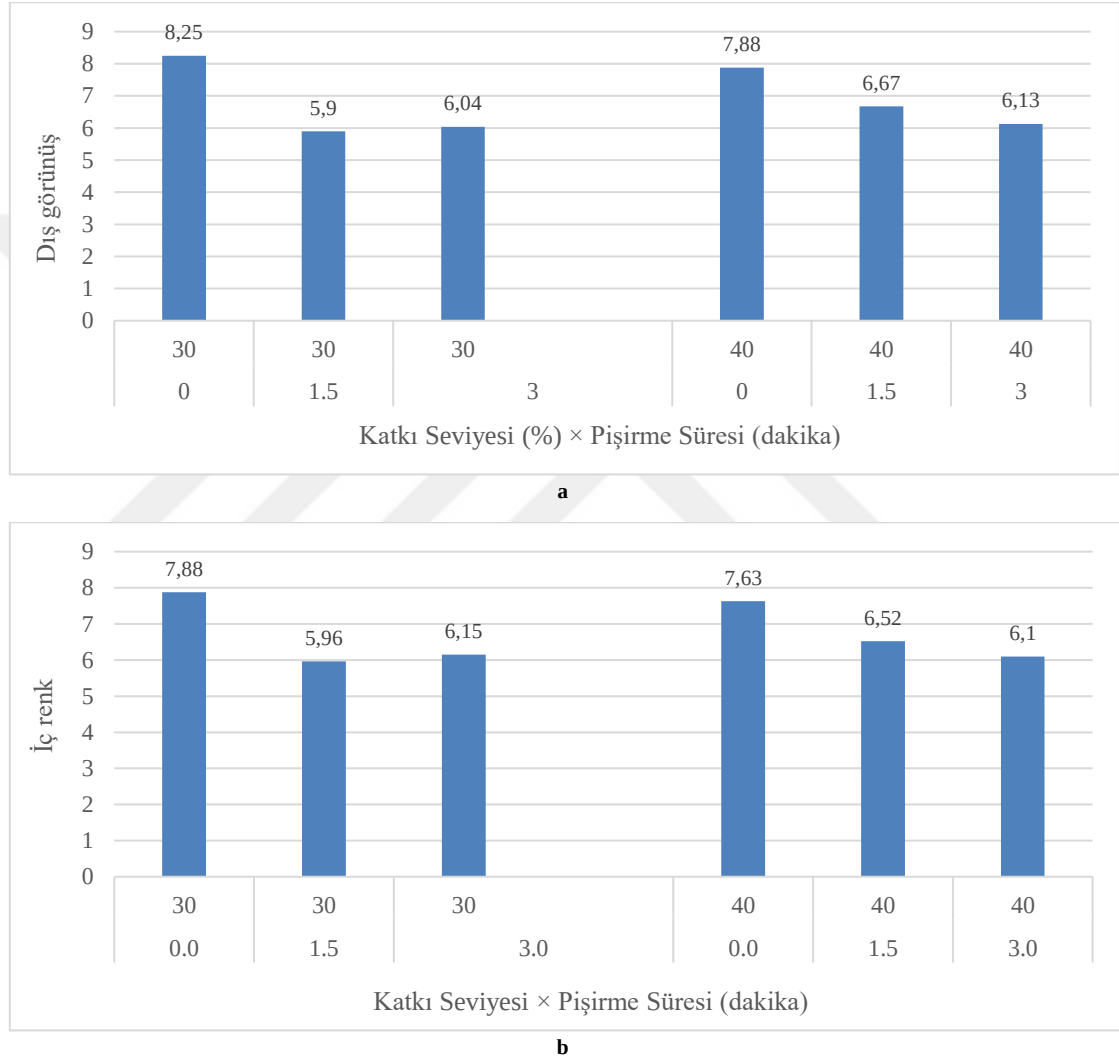
Çizelge 4.9.f ve Şekil 4.20.d'de görüldüğü gibi en çok beğenilen koku 8.13 ile %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen koku ise %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi 5.85 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.f ve Şekil 4.20.e'de görüldüğü gibi en çok beğenilen aroma 7.88 ile %0.0 katkı seviyesi ve her iki pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen aroma ise %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi 4.75 olarak belirlenmiştir.

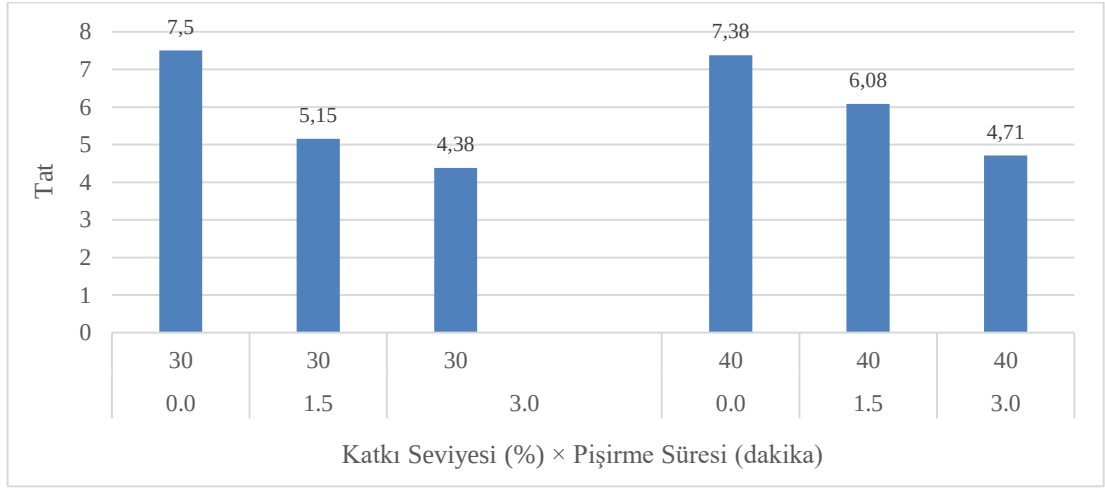
Çizelge 4.9.f ve Şekil 4.20.f'de görüldüğü gibi en çok beğenilen tekstür 7.88 ile %0.0 katkı seviyesi + her iki pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen tekstür ise %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi 5.44 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.9.f ve Şekil 4.20.g'de görüldüğü gibi en çok beğenilen ağızda bıraktığı his 7.75 ile %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen ağızda bıraktığı his ise %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi 4.52 olarak belirlenmiştir.

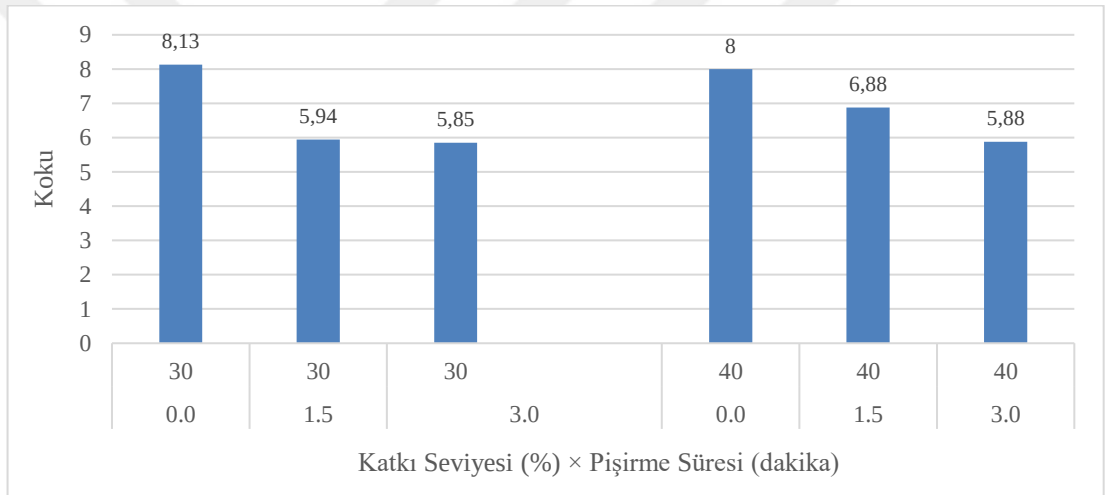
Çizelge 4.6.f ve Şekil 4.20.h’de görüldüğü gibi genel kabul edebilirlik için verilen en yüksek değer 7.88 ile %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az değer ise %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi 4.67 olarak belirlenmiştir.



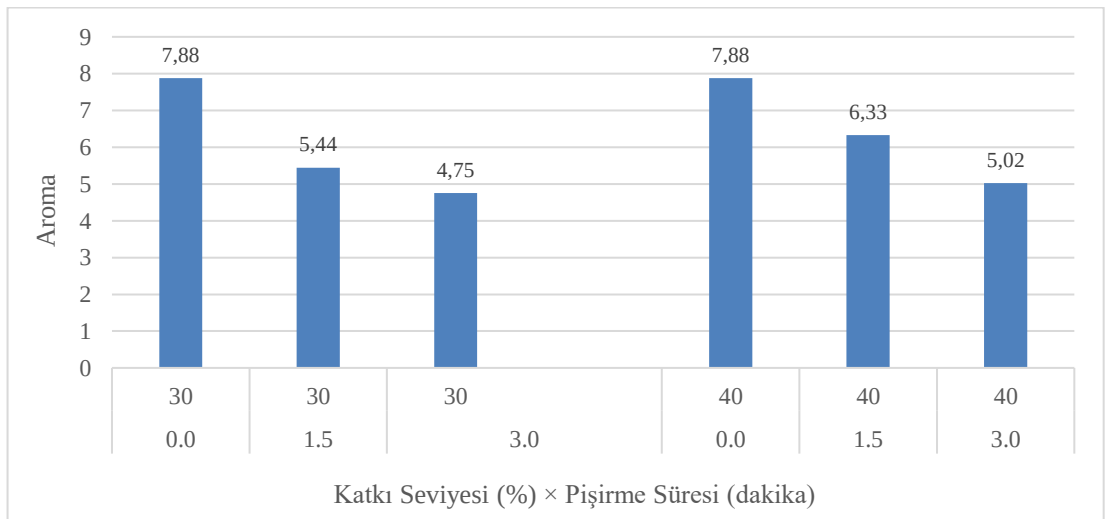
Şekil 4.20. Farklı katkı seviyesi × pişirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri



c

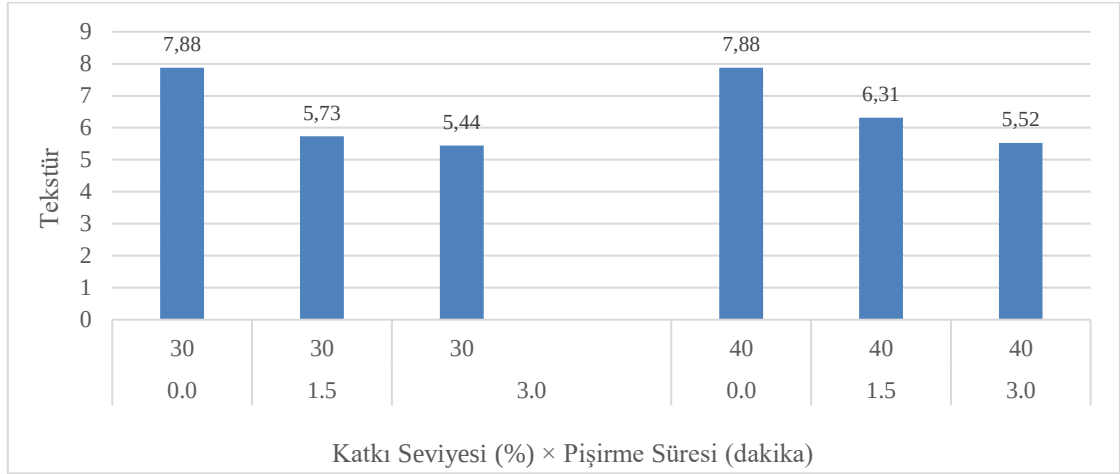


d

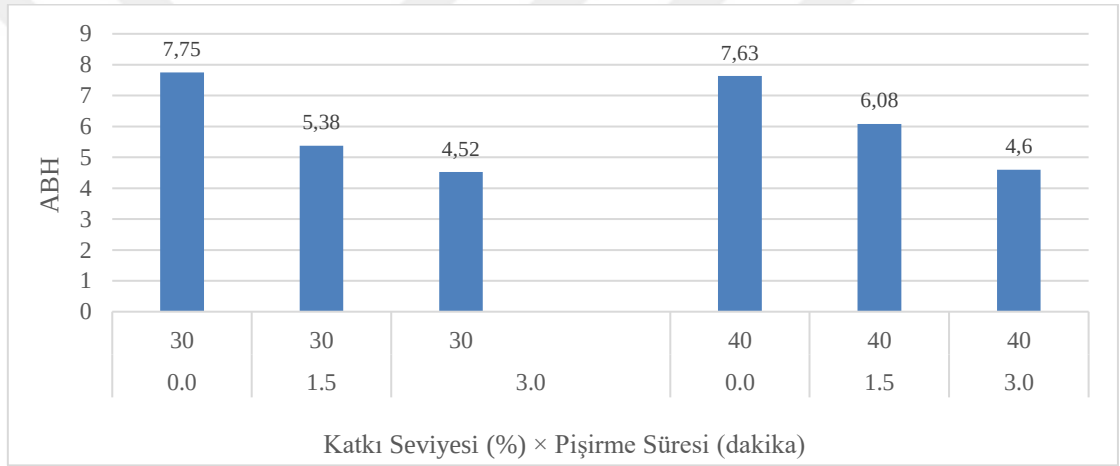


e

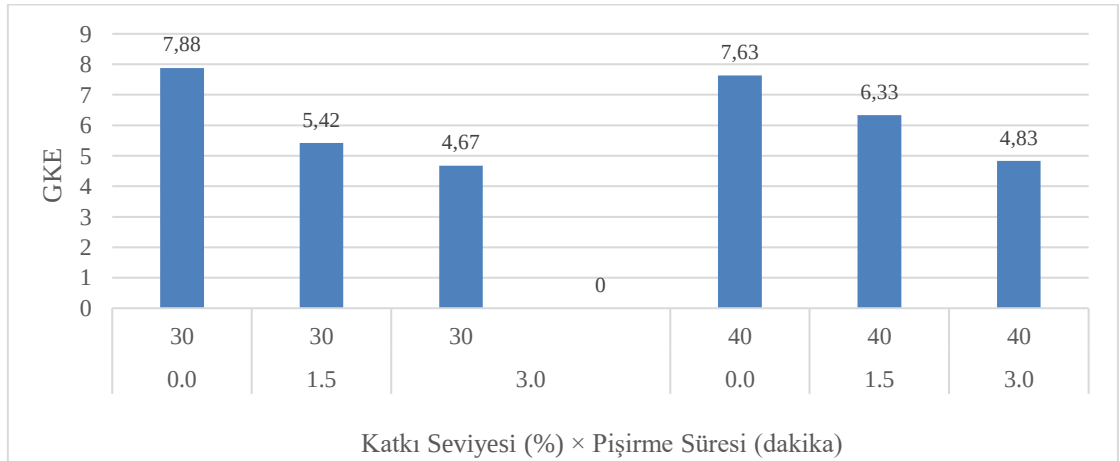
Şekil 4.20. Farklı katkı seviyesi × piştirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)



f



g



h

Şekil 4.20. Farklı katkı seviyesi × piştirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)

Çizelge 4.8.a ve 4.8.b’de katkı maddesi $\times$ katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi değişkenine ait dış görünüş, iç renk, tat, koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9.g’de verilmiştir.



Çizelge 4.9.g. Tepsi kadayıf örneklerinin farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme süresi interaksyonuna ait duyu analizi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Katkı maddesi	Katkı seviyesi (%)	Pişirme süresi (dakika)	Dış görünüş		İç renk		Tat		Koku		Aroma		Tekstür		ABH		GKE	
			Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata	Ort.	St. Hata
Asetik asit	0	30.0	8.25 ^a	0.886	7.88 ^a	0.991	7.50 ^a	1.773	8.13 ^a	1.356	7.88 ^a	1.246	7.88 ^a	0.991	7.75 ^a	1.832	7.88 ^a	1.356
		40.0	7.88 ^a	0.991	7.63 ^a	1.408	7.38 ^a	1.506	8.00 ^a	0.926	7.88 ^a	0.835	7.88 ^a	1.126	7.63 ^a	1.408	7.63 ^a	1.408
	1.5	30.0	5.88 ^a	1.959	6.13 ^a	2.295	2.63 ^a	1.598	4.88 ^a	1.808	4.38 ^a	2.200	3.88 ^a	1.959	3.25 ^a	1.982	3.50 ^a	1.927
		40.0	7.38 ^a	1.188	7.00 ^a	0.926	5.50 ^a	2.673	7.00 ^a	1.195	5.63 ^a	2.326	6.75 ^a	1.669	5.25 ^a	2.712	5.75 ^a	2.493
	3.0	30.0	5.63 ^a	1.685	5.38 ^a	1.685	2.63 ^a	1.061	5.13 ^a	1.126	3.25 ^a	1.389	3.13 ^a	1.356	2.50 ^a	0.535	2.75 ^a	0.707
		40.0	5.63 ^a	1.302	5.25 ^a	1.581	3.38 ^a	1.061	3.88 ^a	2.031	2.75 ^a	0.707	4.88 ^a	1.642	3.00 ^a	1.309	3.25 ^a	0.886
CaCl ₂	0	30.0	8.25 ^a	0.886	7.88 ^a	0.991	7.50 ^a	1.773	8.13 ^a	1.356	7.88 ^a	1.246	7.88 ^a	0.991	7.75 ^a	1.832	7.88 ^a	1.356
		40.0	7.88 ^a	0.991	7.63 ^a	1.408	7.38 ^a	1.506	8.00 ^a	0.926	7.88 ^a	0.835	7.88 ^a	1.126	7.63 ^a	1.408	7.63 ^a	1.408
	1.5	30.0	5.00 ^a	1.414	5.75 ^a	2.252	5.50 ^a	2.928	4.88 ^a	2.588	4.75 ^a	2.605	5.63 ^a	2.200	5.13 ^a	2.800	5.38 ^a	2.615
		40.0	7.50 ^a	1.195	7.00 ^a	1.195	7.25 ^a	1.389	7.00 ^a	1.512	7.13 ^a	1.458	7.13 ^a	1.126	7.00 ^a	1.512	7.50 ^a	1.690
	3.0	30.0	5.25 ^a	1.982	4.88 ^a	2.100	2.50 ^a	2.138	4.00 ^a	2.330	2.63 ^a	1.685	4.63 ^a	2.200	2.75 ^a	1.832	2.50 ^a	1.773
		40.0	6.75 ^a	1.035	6.00 ^a	1.195	2.38 ^a	1.188	4.63 ^a	1.408	2.75 ^a	1.035	5.13 ^a	2.232	1.75 ^a	0.707	2.63 ^a	1.302
Glisin	0	30.0	8.25 ^a	0.886	7.88 ^a	0.991	7.50 ^a	1.773	8.13 ^a	1.356	7.88 ^a	1.246	7.88 ^a	0.991	7.75 ^a	1.832	7.88 ^a	1.356
		40.0	7.88 ^a	0.991	7.63 ^a	1.408	7.38 ^a	1.506	8.00 ^a	0.926	7.88 ^a	0.835	7.88 ^a	1.126	7.63 ^a	1.408	7.63 ^a	1.408
	1.5	30.0	8.13 ^a	0.835	8.00 ^a	0.535	7.00 ^a	1.927	7.00 ^a	2.330	6.75 ^a	1.488	8.00 ^a	0.756	7.38 ^a	1.188	7.75 ^a	1.282
		40.0	6.63 ^a	1.061	7.38 ^a	1.408	6.88 ^a	1.808	6.88 ^a	2.100	7.13 ^a	1.246	7.63 ^a	0.916	7.00 ^a	1.604	7.00 ^a	1.598
	3.0	30.0	6.13 ^a	1.246	7.25 ^a	1.488	6.88 ^a	2.031	6.88 ^a	2.295	6.88 ^a	1.458	7.50 ^a	1.195	6.75 ^a	1.832	7.00 ^a	2.390
		40.0	6.00 ^a	1.604	7.50 ^a	1.690	6.75 ^a	2.550	6.38 ^a	3.204	7.00 ^a	1.927	7.25 ^a	1.282	6.75 ^a	2.188	6.25 ^a	2.550
NaCl	0	30.0	8.25 ^a	0.886	7.88 ^a	0.991	7.50 ^a	1.773	8.13 ^a	1.356	7.88 ^a	1.246	7.88 ^a	0.991	7.75 ^a	1.832	7.88 ^a	1.356
		40.0	7.88 ^a	0.991	7.63 ^a	1.408	7.38 ^a	1.506	8.00 ^a	0.926	7.88 ^a	0.835	7.88 ^a	1.126	7.63 ^a	1.408	7.63 ^a	1.408
	1.5	30.0	5.88 ^a	1.126	5.50 ^a	1.927	3.63 ^a	1.408	5.63 ^a	1.302	4.63 ^a	2.066	5.13 ^a	1.126	3.88 ^a	1.553	4.13 ^a	1.642
		40.0	7.00 ^a	1.690	6.00 ^a	2.138	4.13 ^a	2.800	6.50 ^a	2.000	4.88 ^a	2.997	4.38 ^a	2.446	4.25 ^a	2.765	4.38 ^a	2.615
	3.0	30.0	7.00 ^a	1.069	6.63 ^a	1.847	2.75 ^a	1.909	6.38 ^a	1.408	4.00 ^a	2.330	5.13 ^a	2.232	3.13 ^a	1.808	3.75 ^a	2.053
		40.0	7.63 ^a	1.061	6.75 ^a	1.832	2.88 ^a	1.458	6.00 ^a	1.690	4.13 ^a	1.727	4.38 ^a	1.188	3.25 ^a	1.282	4.00 ^a	1.195
NaHCO ₃	0	30.0	8.25 ^a	0.886	7.88 ^a	0.991	7.50 ^a	1.773	8.13 ^a	1.356	7.88 ^a	1.246	7.88 ^a	0.991	7.75 ^a	1.832	7.88 ^a	1.356
		40.0	7.88 ^a	0.991	7.63 ^a	1.408	7.38 ^a	1.506	8.00 ^a	0.926	7.88 ^a	0.835	7.88 ^a	1.126	7.63 ^a	1.408	7.63 ^a	1.408
	1.5	30.0	5.50 ^a	1.927	5.13 ^a	1.959	6.00 ^a	1.773	6.25 ^a	0.886	6.25 ^a	2.053	6.38 ^a	2.446	6.88 ^a	1.553	6.25 ^a	1.982
		40.0	5.00 ^a	2.000	4.88 ^a	2.416	5.75 ^a	2.315	6.75 ^a	0.886	6.38 ^a	2.387	5.88 ^a	2.295	6.25 ^a	2.375	6.13 ^a	2.475
	3.0	30.0	5.13 ^a	2.232	5.50 ^a	2.330	4.75 ^a	2.315	6.00 ^a	1.773	5.38 ^a	2.200	5.63 ^a	1.996	5.50 ^a	1.927	5.50 ^a	2.204
		40.0	3.88 ^a	1.553	4.25 ^a	2.053	6.38 ^a	2.615	7.00 ^a	1.195	6.38 ^a	2.326	5.00 ^a	2.138	6.13 ^a	2.100	6.00 ^a	2.070
Sakkaroz	0	30.0	8.25 ^a	0.886	7.88 ^a	0.991	7.50 ^a	1.773	8.13 ^a	1.356	7.88 ^a	1.246	7.88 ^a	0.991	7.75 ^a	1.832	7.88 ^a	1.356
		40.0	7.88 ^a	0.991	7.63 ^a	1.408	7.38 ^a	1.506	8.00 ^a	0.926	7.88 ^a	0.835	7.88 ^a	1.126	7.63 ^a	1.408	7.63 ^a	1.408
	1.5	30.0	5.00 ^a	1.309	5.25 ^a	1.753	6.13 ^a	1.553	7.00 ^a	1.512	5.88 ^a	1.885	5.38 ^a	1.768	5.75 ^a	1.488	5.50 ^a	1.927
		40.0	6.50 ^a	1.195	6.88 ^a	1.126	7.00 ^a	0.926	7.13 ^a	1.356	6.88 ^a	1.126	6.13 ^a	1.642	6.75 ^a	1.035	6.88 ^a	1.356
	3.0	30.0	7.13 ^a	0.835	7.25 ^a	1.035	6.75 ^a	1.035	6.75 ^a	1.165	6.38 ^a	1.061	6.63 ^a	1.188	6.50 ^a	0.926	6.50 ^a	0.756
		40.0	6.88 ^a	1.808	6.88 ^a	1.458	6.50 ^a	1.414	7.38 ^a	1.188	7.13 ^a	1.126	6.50 ^a	1.690	6.75 ^a	1.832	6.88 ^a	1.727

*Aynı harfle gösterilen ortamlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.9.g ve Şekil 4.21.a'da görüldüğü gibi en çok beğenilen dış görünüş 8.25 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen dış görünüş ise NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 3.88 olarak gözlenmiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki, eklenen katkılar tepsi kadayıf tatlısının duyu özelliklerini değiştirmiş ve kontrol örnekler panelistler tarafından daha çok beğenilmiştir.

Çizelge 4.9.g ve Şekil 4.21.b'de görüldüğü gibi en çok beğenilen iç renk 7.88 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen iç renk ise NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 4.25 olarak gözlenmiştir. NaHCO_3 eklendiği örneklerde altın sarısı kahve rengi ve ince bir yapı oluşmuştur.

Çizelge 4.9.g ve Şekil 4.21.c'de görüldüğü gibi en çok beğenilen tat 7.50 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen tat ise CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 2.38 olarak gözlenmiştir. Tepsi kadayıf örneklerine yüksek seviyede CaCl_2 eklendiğinde acı bir tat oluşmuştur.

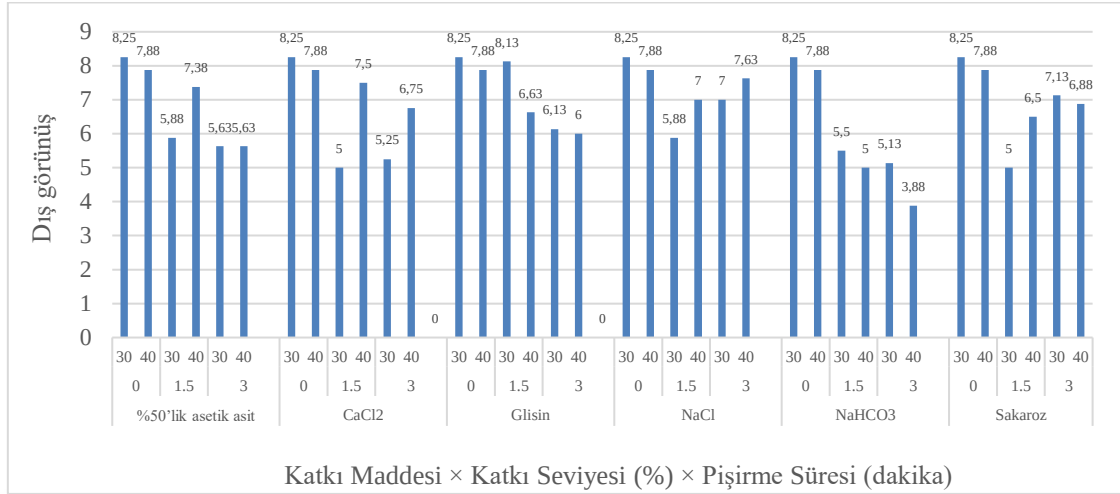
Çizelge 4.9.g ve Şekil 4.21.d'de görüldüğü gibi en çok beğenilen koku 8.13 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen koku ise asetik asit + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 3.88 olarak gözlenmiştir. Asetik asitin yoğun kokusundan dolayı panelistler tarafından beğenilmemiştir.

Çizelge 4.9.g ve Şekil 4.21.e'de görüldüğü gibi en çok beğenilen aroma 7.88 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + her iki pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen aroma ise CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 2.63 olarak gözlenmiştir.

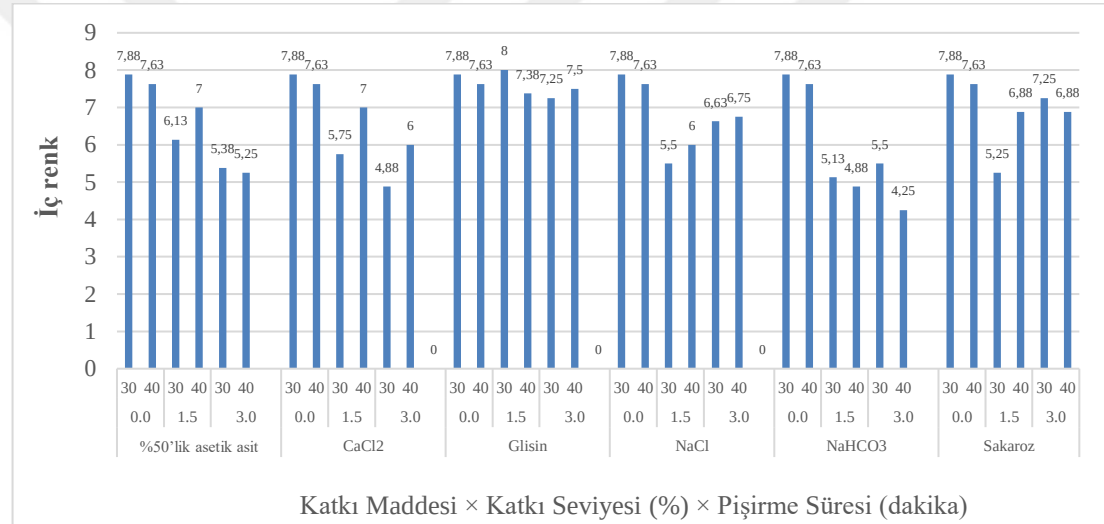
Çizelge 4.9.g ve Şekil 4.21.f'de görüldüğü gibi en çok beğenilen tekstür 7.88 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + her iki pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen tekstür ise asetik asit + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 3.13 olarak gözlenmiştir.

Çizelge 4.9.g ve Şekil 4.21.g'de görüldüğü gibi en çok beğenilen ağızda bıraktığı his 7.75 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen ağızda bıraktığı his ise CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 1.75 olarak gözlenmiştir.

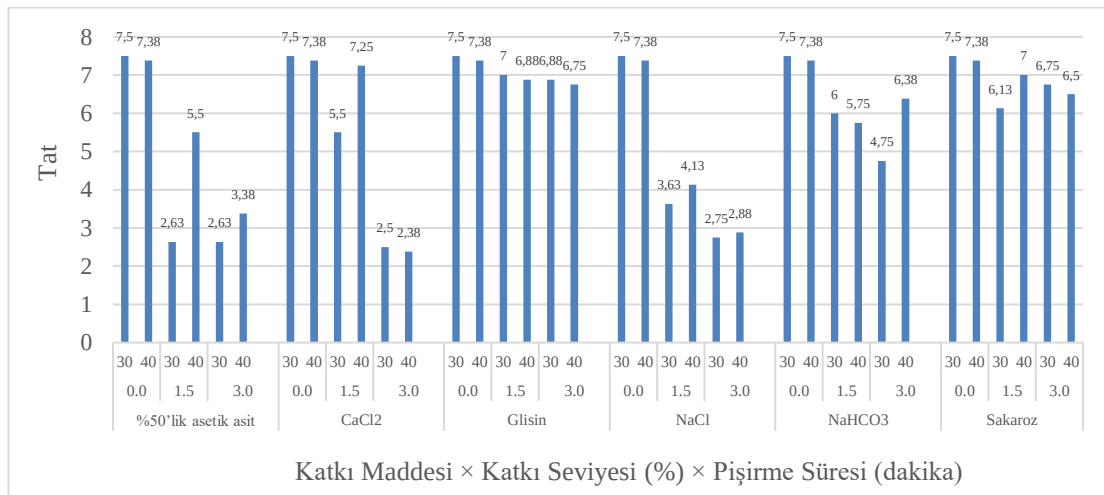
Çizelge 4.9.g ve Şekil 4.21.h'de görüldüğü gibi genel kabul edebilirlik için verilen en yüksek değer 7.88 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az değer ise CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 2.50 olarak gözlenmiştir.



a

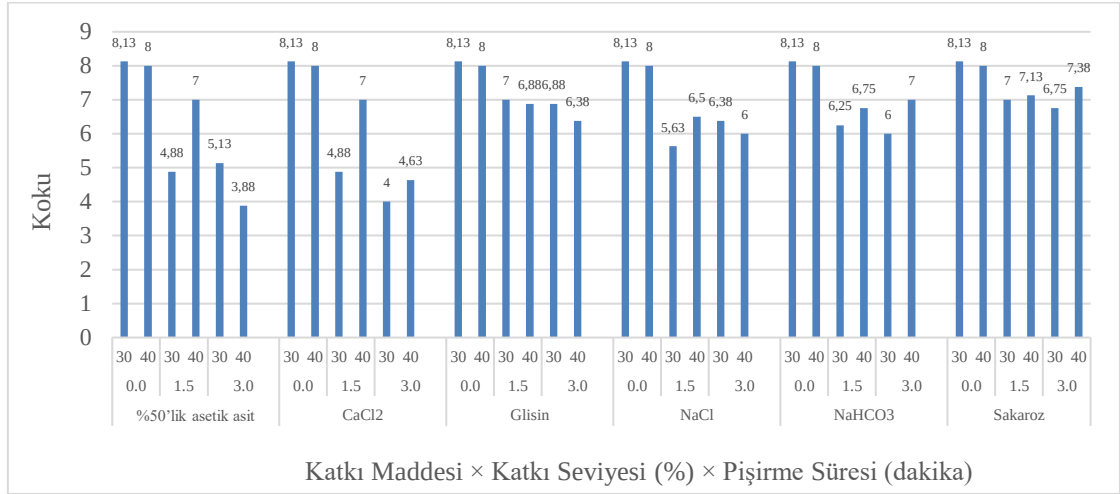


b

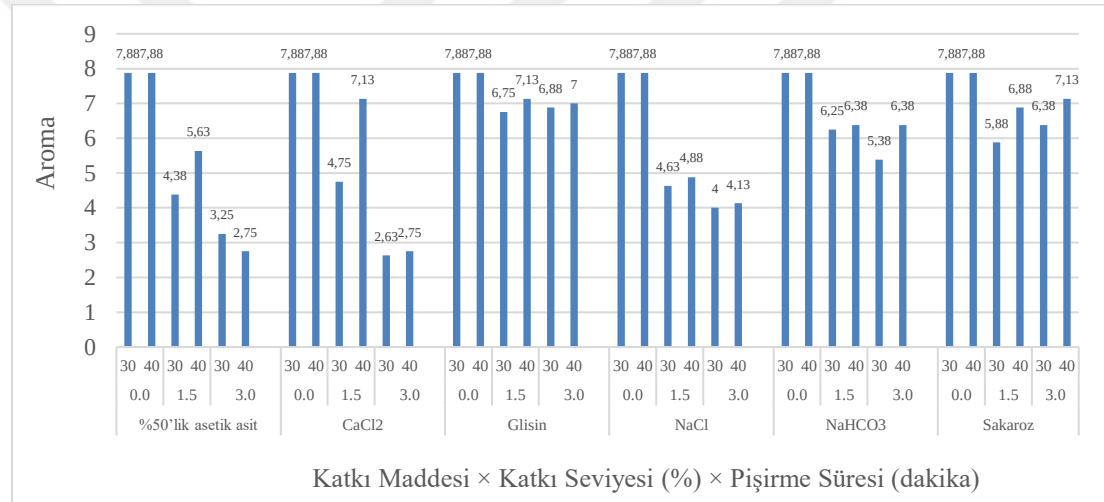


c

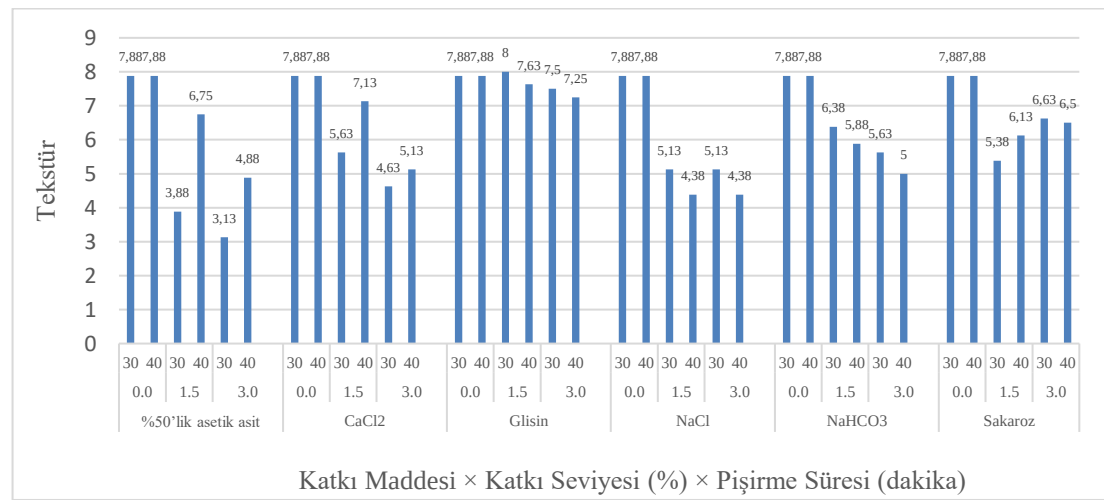
Şekil 4.21. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi × pişirme süresi interaksiyonunun tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri



d

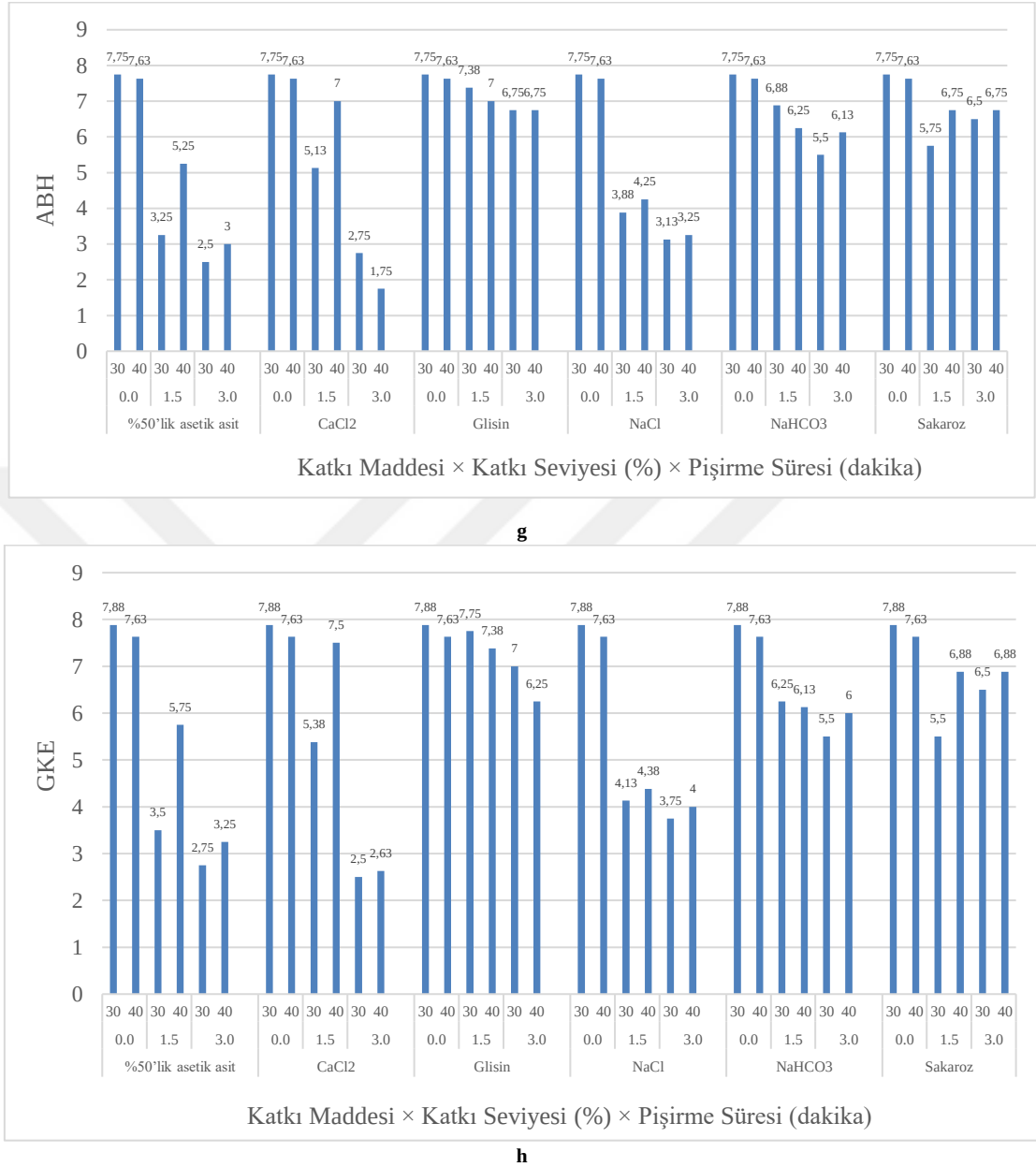


e



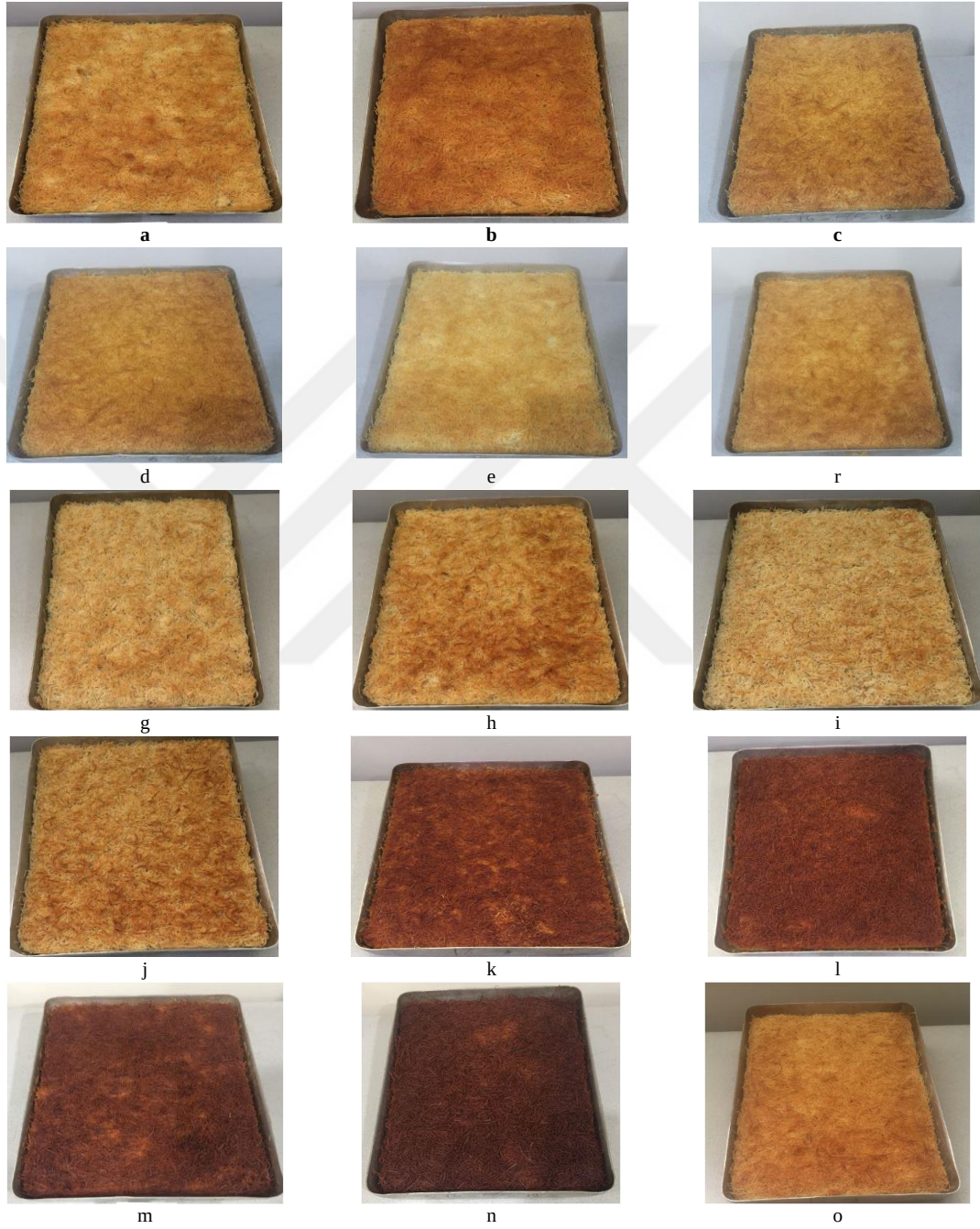
f

Şekil 4.21. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi × piştirme süresi interaksyonunun tepsi kadayıfının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)



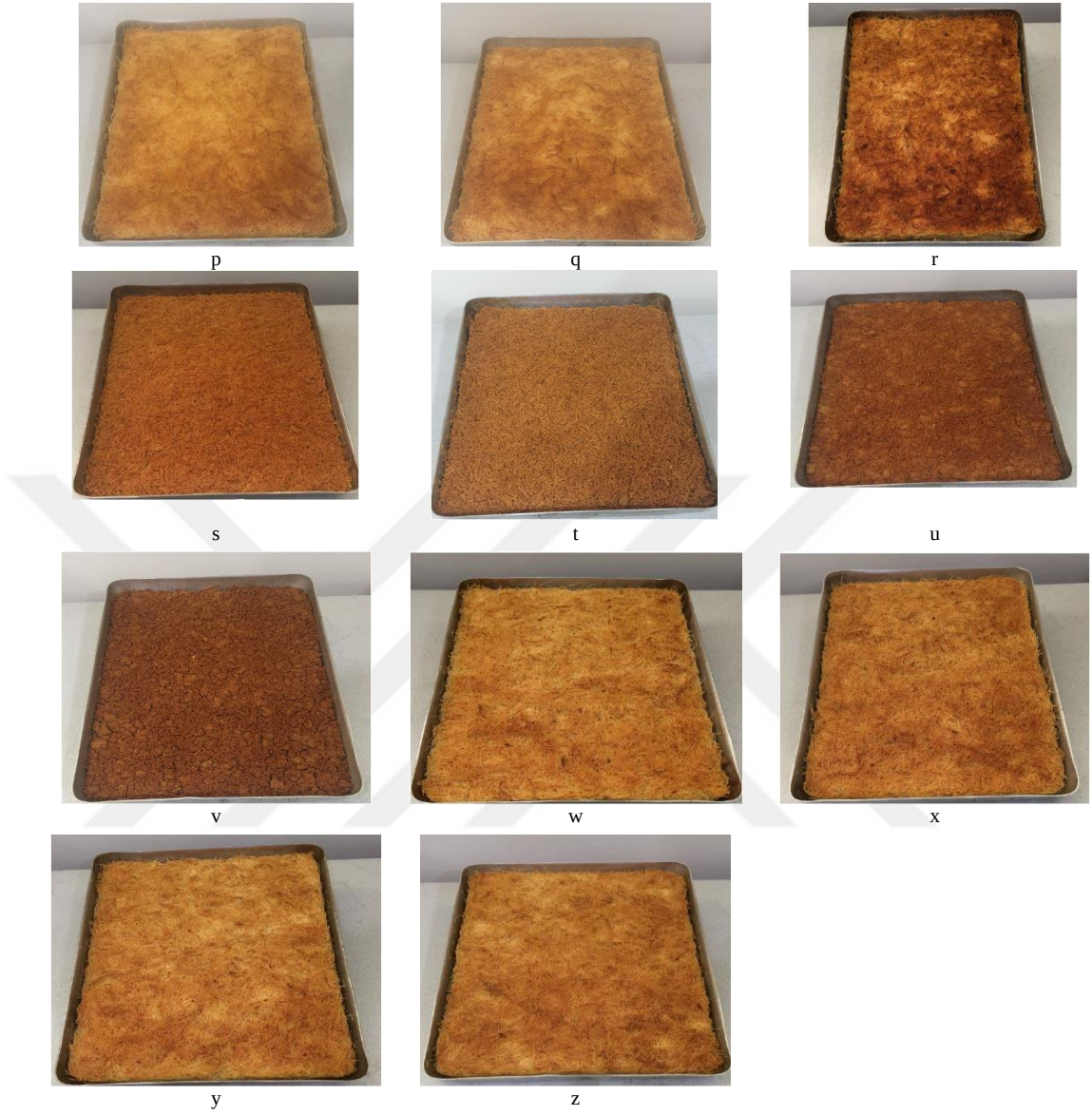
Şekil 4.21. Farklı katkı maddesi × katkı seviyesi × piştirme süresi interaksyonunun tepsi kadayının a) dış görünüş, b) iç renk, c) tat, d) koku, e) aroma, f) tekstür, g) ağızda bıraktığı his ve h) genel kabul edebilirlik üzerine etkileri (devam)

Tepsi kadayıflarına farklı katkı, katkı seviyeleri ve pişirme sürelerinin uygulanmalarının görüntüleri Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22. Tepsi kadayıflarına farklı katkı, katkı seviyeleri ve pişirme sürelerinin uygulanmalarının görüntüleri

a) %0.0 katkı + 30 dakika pişirme süresi , b) %0.0 katkı + 40 dakika pişirme süresi, c) %50’lik asetik asit + %1.5 katkı + 30 dakika pişirme süresi, d) %50’lik asetik asit + %1.5 katkı + 40 dakika pişirme süresi, e) %50’lik asetik asit + %3.0 katkı + 30 dakika pişirme süresi, f) %50’lik asetik asit + %3.0 katkı + 40 dakika pişirme süresi, g) CaCl_2 + %1.5 katkı + 30 dakika pişirme süresi, h) CaCl_2 + %1.5 katkı + 40 dakika pişirme süresi, i) CaCl_2 + %3.0 katkı + 30 dakika pişirme süresi, j) CaCl_2 + %3.0 katkı + 40 dakika pişirme süresi, k) Glisin + %1.5 katkı + 30 dakika pişirme süresi, l) Glisin + %1.5 katkı + 40 dakika pişirme süresi, m) Glisin + %3.0 katkı + 30 dakika pişirme süresi, n) Glisin + %3.0 katkı + 40 dakika pişirme süresi, o) NaCl + %1.5 katkı + 30 dakika pişirme süresi



Şekil 4.22. Tepsi kadayıflarına farklı katkı, katkı seviyeleri ve pişirme sürelerinin uygulanmalarının görüntüleri (devam)

p) NaCl + %1.5 katkı + 40 dakika pişirme süresi, q) NaCl + %3.0 katkı + 30 dakika pişirme süresi, r) NaCl + %3.0 katkı + 40 dakika pişirme süresi, s) NaHCO₃ + %1.5 katkı + 30 dakika pişirme süresi, t) NaHCO₃ + %1.5 katkı + 40 dakika pişirme süresi, u) NaHCO₃ + %3.0 katkı + 30 dakika pişirme süresi, v) NaHCO₃ + %3.0 katkı + 40 dakika pişirme süresi, w) Sakkaroz + %1.5 katkı + 30 dakika pişirme süresi, x) Sakkaroz + %1.5 katkı + 40 dakika pişirme süresi, y) Sakkaroz + %3.0 katkı + 30 dakika pişirme süresi, z) Sakkaroz + %3.0 katkı + 40 dakika pişirme süresi.

Bu çalışmada farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıfın su aktivitesi, pH, akrilamid ve HMF, L , $+a$ (kırmızı), $+b$ (sarı), dış görünüş, iç renk, tat, koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik özelliklerine bakılmış ve bu parametrelerin birbirleriyle olan ilgisi kolerasyon analizine tabii tutulmuş ve izelge 4.10’da verilmiştir.



Çizelge 4.10. Farklı katkı maddesi, katkı seviyesi ve pişirme sürelerinde kızartılan tepsi kadayıf tatlısının analize tabii tutulan parametrelerin birbirleriyle olan korelasyon sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Su aktivitesi (1)	1.00														
pH (2)	0.90**	1.00													
Akrilamid (3)	-0.09**	-0.08	1.00												
HMF (4)	-0.11	-0.19	0.03	1.00											
<i>L</i> (5)	0.07	-0.19	0.05	0.13	1.00										
+ <i>a</i> (6)	0.18	0.36*	0.07	-0.06	-0.82**	1.00									
+ <i>b</i> (7)	0.08	-0.04	0.25	0.07	0.75**	-0.39*	1.00								
Dış görünüş (8)	-0.54**	-0.41*	0.18	0.14	-0.05	-0.18	0.11	1.00							
İç renk (9)	-0.57**	-0.37*	0.11	-0.06	-0.30	-0.06	-0.20	.907**	1.00						
Tat (10)	-0.11	0.16	-0.06	-0.43**	-0.31	0.06	-0.16	0.49**	0.65**	1.00					
Koku (11)	-0.14	0.10	0.07	-0.29	-0.26	0.05	0.02	0.67**	0.72**	0.86**	1.00				
Aroma (12)	-0.13	0.17	0.01	-0.38*	-0.34*	0.10	-0.12	0.57**	0.71**	0.96**	0.93**	1.00			
Tekstür (13)	-0.28	0.02	-0.03	-0.31	-0.36*	0.04	-0.25	0.68**	0.81**	0.89**	0.81**	0.88**	1.00		
ABH (14)	-0.07	0.22	-0.02	-0.45**	-0.33*	0.11	-0.13	0.50**	0.66**	0.98**	0.88**	0.98**	0.90**	1.00	
GKE (15)	-0.12	0.16	0.00	-0.38*	-0.33*	0.10	-0.14	0.58**	0.72**	0.97**	0.90**	0.97**	0.92**	0.98**	1.00

* $p < 0,05$ düzeyinde önemli ** $p < 0,01$ düzeyinde çok önemli

1. Tepsi kadayıfının üst yüzeyine ait su aktivitesinin miktarının arttıkça; pH değeri artmış ancak akrilamid, dış görünüş ve iç renk azalmıştır.
2. pH değeri arttıkça; +a (kırmızı) renk değeri artmış ancak dış görünüş ve iç renk azalmıştır.
3. Akrilamid miktarının artışı hiçbir parametre üzerinde etkili olmamıştır.
4. HMF değeri arttıkça; tat, koku, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri azalmıştır.
5. L renk değeri arttıkça; + a renk değeri, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri azalmış ancak + b (sarı) renk değeri artmıştır.
6. + a (kırmızı) renk değeri arttıkça + b (sarı) renk değeri azalmıştır.
7. + b (sarı) renk değeri miktarının artışı hiçbir parametre üzerinde etkili olmamıştır.
8. Dış görünüş arttıkça; iç renk, tat, koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri artmıştır.
9. İç renk arttıkça; tat, koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri artmıştır.
10. Tat arttıkça; koku, aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri artmıştır.
11. Koku arttıkça; aroma, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri artmıştır.
12. Aroma arttıkça; tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri artmıştır.
13. Tekstür arttıkça; ağızda bıraktığı his ve genel kabul edebilirlik değerleri artmıştır.
14. Ağızda bıraktığı his arttıkça genel kabul edebilirlik değerleri artmıştır.

5. SONUÇ

Tel kadayıfı, günümüzde kızartılmadan veya kızartılarak piyasaya sunulmakta, küçük işletmelerin yerini büyük işletmeler almaktadır. Kızartma ve fırınlama işlemleri sırasında sıcaklık ve sürenin artması, akrilamid ve HMF miktarlarının artmasına neden olmaktadır. Çok fazla miktarda aroma maddelerinin meydana gelmesinden dolayı, kızartma işleminde yüksek sıcaklık ve uzun süre tercih edilmektedir. Kızartma işleminde ürünlerdeki kanserojen maddeler olarak bilinen akrilamid ve HMF miktarının da artmasına neden olmaktadır. Kızartma ve fırınlama sonucu oluşan akrilamid ve HMF'nin azaltılmasının sağlanması için bu çalışma planlanmıştır.

1. Akrilamid değeri üzerine; katkı, katkı seviyesi, pişirme süresi, katkı $\times$ katkı seviyesi, katkı $\times$ pişirme süresi, katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) ve katkı $\times$ katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olmuştur. HMF ve pH değerleri üzerine; katkı, katkı seviyesi, pişirme süresi, katkı $\times$ katkı seviyesi, katkı $\times$ pişirme süresi, katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi ve katkı $\times$ katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olmuştur. Su aktivitesi değeri üzerine katkı, katkı seviyesi, pişirme süresi, katkı $\times$ katkı seviyesi ve katkı $\times$ pişirme süresi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olmuştur, fakat katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi ve katkı $\times$ katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur.
2. En yüksek su aktivitesi %0.541 ile NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük su aktivitesi oranı ise glisin + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında %0.109 olarak elde edilmiştir.
3. En yüksek pH miktarı 9.04 ile NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük pH miktarı ise asetik asit + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 4.39 olarak elde edilmiştir.
4. En yüksek akrilamid miktarı 56.47 $\mu\text{g/kg}$ ile asetik asit + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük akrilamid miktarı,

glisin + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme uygulamalarında 10.06 µg/kg olarak elde edilmiştir.

5. En yüksek HMF miktarı 21.52 mg/kg ile NaCl + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En düşük HMF miktarı, asetik asit %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi, NaHCO₃ + %1.5 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi, NaHCO₃ + %1.5 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi, NaHCO₃ + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi, NaHCO₃ + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 0.0 mg/kg olarak tespit edilmiştir.
6. L değeri üzerine; katkı, katkı seviyesi, pişirme süresi, katkı × katkı seviyesi, katkı × pişirme süresi, katkı seviyesi × pişirme süresi ve katkı × katkı seviyesi × pişirme süresi istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) olmuştur. +a ve +b değerleri üzerine; katkı, katkı seviyesi, pişirme süresi, katkı × katkı seviyesi, katkı × pişirme süresi, katkı seviyesi × pişirme süresi istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) ve katkı × katkı seviyesi × pişirme süresi üzerine istatistiki olarak önemli (p<0,05) olmuştur.
7. En yüksek L değeri 63.55 ile CaCl₂ + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında açık rengin oluşumuna neden olmuştur. En düşük L değeri, glisin + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 25.10 olarak tespit edilmiştir.
8. En yüksek +a değeri 16.50 ile glisin + %1.5 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında koyu rengin oluşumuna neden olmuştur. En düşük +a değeri, CaCl₂ + %1.5 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 1.68 olarak tespit edilmiştir.
9. En yüksek +b değeri 39.70 ile NaHCO₃ + %1.5 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. Bu durum tepsi kadayıflarında koyu sarı rengin oluşumuna neden olmuştur. En düşük +b değeri, glisin + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 15.42 olarak tespit edilmiştir.
10. Dış görünüş değeri üzerine; katkı, katkı seviyesi, katkı × katkı seviyesi ve katkı × pişirme süresi istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) ve katkı seviyesi × pişirme süresi ise istatistiki olarak önemli (p<0,05) olmuştur. İç renk ve tat değerleri üzerine; katkı, katkı seviyesi ve katkı × katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) olmuştur. Koku değeri üzerine; katkı, katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli

($p<0,01$) ve katkı $\times$ katkı seviyesi ve katkı $\times$ pişirme süresi ise istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur. Tekstür değeri üzerine; katkı, katkı seviyesi ve katkı $\times$ katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve katkı $\times$ pişirme süresi ise istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur. Ağızda bıraktığı his değeri üzerine; katkı, katkı seviyesi ve katkı $\times$ katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olmuştur. Genel kabul edebilirlik değeri üzerine; katkı, katkı seviyesi ve katkı $\times$ katkı seviyesi istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve katkı seviyesi $\times$ pişirme süresi ise istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) olmuştur.

11. En çok beğenilen iç renk 7.88 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen iç renk ise NaHCO_3 + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 4.25 olarak gözlenmiştir
12. En çok beğenilen tat 7.50 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen tat ise CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 2.38 olarak gözlenmiştir.
13. En çok beğenilen koku 8.13 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen koku ise asetik asit + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 3.88 olarak gözlenmiştir.
14. En çok beğenilen aroma 7.88 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + her iki pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen aroma ise CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 2.63 olarak gözlenmiştir.
15. En çok beğenilen tekstür 7.88 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + her iki pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen tekstür ise asetik asit + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 3.13 olarak gözlenmiştir.
16. En çok beğenilen ağızda bıraktığı his 7.75 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az beğenilen ağızda bıraktığı his ise CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi + 40 dakika pişirme süresi uygulamalarında 1.75 olarak gözlenmiştir.

17. Genel kabul edebilirlik için verilen en yüksek değer 7.88 ile kullanılan tüm katkılar + %0.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında gözlenmiştir. En az değer ise CaCl_2 + %3.0 katkı seviyesi + 30 dakika pişirme süresi uygulamalarında 2.50 olarak gözlenmiştir.



KAYNAKLAR

- Açar, Ö.Ç., Pollio, M., Monaco, R.D., Fogliano, V. and Gökmen, V., 2010. Effect of calcium on acrylamide level and sensory properties of cookies, Food Bioprocess Technology. 11947-009-0317-5.
- Akıllıoğlu, H.G., Mogol, B.A. and Gökmen, V., 2011. Degradation of 5-hydroxymethylfurfural during yeast fermentation, Food Additives & Contaminants: Part A, ISSN: 1944-0049 (Print) 1944-0057.
- Amrein, T.M., Schönbächler, B., Escher, F. and Amado, R., 2004. Acrylamide in gingerbread: critical factors for formation and possible ways for reduction. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 52, 4282–4288.
- Anonim, 1992. TS 10344. Tel Kadayıfı Standardı.
- Anonim, 2002. Health implications of acrylamide in food. Report of a Joint FAO/WHO Consultation. World Health Organization, Geneva; 25–27 Haziran. (www.who.int/fsf/acrylamide/SummaryReportFinal.pdf).
- Anonim, 2003. Şeker ve tatlandırıcılar, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2012. MEGEP. Kadayıf çeşitleri, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2017. Asetik-asit. <https://inovatifkimyadergisi.com/asetik-asit>
- Anonim, 2018a. Kalsiyum klorür. <https://www.kalsiyum.gen.tr/kalsiyum-klorur>.
- Anonim, 2018b. Sodyum bikarbonat. <https://www.sodyum.gen.tr/>
- Ayaz, A., 2008. Tuz Tüketimi ve Sağlık, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Basıncı, F., 2010. Malt Üretiminde Akrilamid Oluşumunun Sınırlandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P., 2009. Sugars, sugar alcohols and sugar products, Food Chemistry, 19, 862-883.
- Bemiller, J.N. and Whistler, R.L., 1996. “Carbohydrates”, (ed: O.R. Fennema), Food Chemistry, New York: Marcel Dekker, Inc., 157-225.
- Biedermann, M. and Grob, K., 2003. Model studies on acrylamide formation in potato, wheat flour and corn starch, ways to reduce acrylamide contents in bakery ware. Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene, 94, 406–422.
- Brathen, E., Kita, A., Knutsen, S.H. and Wicklund, T., 2005. Addition of glycine reduces the content of acrylamide in cereal and potato product. Journal of Agricultural Food Chemistry, 52: 3259-3264.
- Brent, P. and Stanley, G., 2003. Toxicology of acrylamide. Food Standards Australia New Zealand. (www.foodstandards.gov.au).
- Can, N.Ö., 2007. Akrilamidin Gıda Maddelerinde Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi ve Miktarının Tayini. Doktora tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Capuano, E., Ferrigno, A., Acampa, I., Ait-Ameur, L. and Fogliano, V., 2008. Characterization of maillard reaction in bread crisps. European Food Research and Technology, 228, 311e319.
- Capuano, E., Ferrigno, A., Acampa, I., Serpen, A., Acar, O.C., Gokmen, V. and Fogliano, V., 2009. Effect of flour type on maillard reaction and acrylamide formation

- during toasting of bread crisp model systems and mitigation strategies, *Food Research International* 42 1295–1302, Turkey.
- Capuano, E., Garofalo, G., Napolitano, A., Zielinski, H. and Fogliano, V., 2010. Rye flour extraction rate affects maillard reaction development, antioxidant activity, and acrylamide formation in bread crisps. *Cereal Chemistry*, 87, 131e136.
- Capuano, E. and Vincenzo, F., 2011. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): a Review on Metabolism, Toxicity, Occurrence in Food and Mitigation Strategies, Department of Food Science, University of Napoli “Federico II”, Napoli, Italy.
- Claeys, W.L., De Vleeschouwer, K. and Hendrickx, M.E., 2005. Effect of amino acids on acrylamide formation and elimination kinetics. *Biotechnology Progress*, 21, 1525–1530.
- Eicher, K. and Karel, M., 1972. The influence of water content and water activity on the sugar-amino browning reaction in model systems under various conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 20: 218-223.
- Fredriksson, H., Tallving, J., Rosen, J. and Aman, P., 2004. Fermenkokuion reduces free asparajine in dough and acrylamide content in bread. *Cereal Chemistry*, 81(5), 650–653.
- Friedman, M., 2015. Acrylamide: inhibition of formation in processed food and mitigation of toxicity in cells, animals, and humans, Review. www.rsc.org/foodfunction.
- Gökmen, V. and Senyuva, H.Z., 2007. Acrylamide formation is prevented by divalent cations during the maillard reaction. *Food Chemistry*, 103, 196–203.
- Gökmen, V., Acar, Ö.C., Köksel, H. and Acar, J., 2007. Effects of dough formula and baking conditions on acrylamide and hydroxymethylfurfural formation in cookies, Department of Food Engineering, Hacettepe University, 06800 Beytepe, Ankara.
- Gökmen, V., Acar, Ö.Ç., Serpen, A. and Morales, F.J., 2008. Effect of leavening agents and sugars on the formation of hydroxymethylfurfural in cookies during baking. *European Food Research and Technology*, 226: 1031-1037.
- Gökmen, V., 2010. Termal Proses ve Gıda Güvenliği, Hacettepe Üniversitesi Gıda Araştırma Merkezi, Gıda Güvenliği Derneği, Ankara.
- Gölükçü, M. ve Tokgöz, H., 2005. Gıdalarda akrilamid oluşum mekanizması ve insan sağlığı üzerine etkileri, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya.
- Grivas, S., Jägerstad, M., Lingnert, H., Skog, K., Törnqvist, M. and Åman, P., 2002. Report from Swedish Scientific Expert Committee: Acrylamide in foodmechanisms of formation and influencing factors during heating of foods. <http://www.Li.Se/Dokument/News/Nyheter/Acrylamid%20Expertrapport%20Final.pdf>
- Hamlet, C.G., Baxter, D.E., Sadd, P.A., Slaidng, I., Liang, L. and Muller, R., 2005. Exploiting process factors to reduce acrylamide in cereal-based foods, C03032 and C03026. Report prepared on behalf of the U.K. Food Standards Agency, RHM Technology, High Wycombe, UK.
- Hedegaard, R.U., Fradsen, H., Graby, K., Apostolopoulou, A. and Skilosted, L.H., 2007. Model studies on acrylamide generation from glucose/asparajine in aqueous glycerol. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50 (2): 486-492.
- Hidalgo, F.J. and Zamora, R., 2000. The role of lipids in nonenzymatic browning. *Grasas Y Aceites*, 51: 35-49.

- Hwang, H., Hartman, T.G. and Ho, C., 1995. Relative reactivities of amino acids in pyrazine formation. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 43: 179-184.
- Janzowski, C., Glaab, V., Samimi, E., Schlatter, J. and Eisenbrand, G., 2000. 5-Hydroxymethylfurfural: assessment of mutagenicity, DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione, *Food and Chemical Toxicology* 38, 801±809.
- Jing, H. and Kitts, D.D., 2004. Antioxidant activity of sugar–lysine Maillard reaction products in cell free and cell culture systems. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 429: 154-163.
- Kahraman, S.D., 2012. Süzme Ballarda Muhafaza Sıcaklığının HMF Değeri ve Diastaz Aktivitesi Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Kaşarcı Hakan, A., 2013. Glisin, Triptofan, Lösin ve Fenilalanin Amino Asitlerinin Co(I), Ni(I), Cu(I) ve Zn(I) Geçiş Metalleri İle Komplekslerinin Sentezi, Yapısal Karakterizasyonu ve Biyolojik Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Hitit Üniversitesi, Çorum.
- Keramat, J., LeBail, A., Prost, C. and Jafari, M., 2011. Acrylamide in Baking Products: A Review Article, *Food Bioprocess Technol*, 4:530
- Kita, A., Bnithen, E., Knutsen, S. and Wicklund, T., 2004. Effective ways of decreasing acrylamide content in potato crisps during processing. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 52,7011-7016.
- Kocadağlı, T., 2011. Farklı Pişirme Uygulamaları ile Fırıncılık Ürünlerinde Akrilamid Oluşumunun Sınırlandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Konings, E.J.M., Baars, A.J., Klaveren, J.D., Spanjer, M.C., Rensen, P.M., Hiemstra, M., Van Kooij, J.A. and Peters, P.W.J., 2003. Acrylamide exposure from foods of the Dutch population and an assessment of the consequent risks. *Food and Chemical Toxicology* 41: 1569–1579.
- Kotancılar, H.G., 2013. Labratuar Teknikleri ve Enstrümental Analiz Uygulama Kılavuzu-I, Atatürk Üniversitesi, Zırrat Fakültesi Ders Yayınları NO: 245. (Düzeltilmiş 2. Baskı)
- Kramer, A. and Twigg, B.A., 1980. Quality control for the food industry. Vol. 2-Applications.
- Kuilman, M. and Wilms, L., 2007. Safety of the enzyme asparaginase, a means of reduction of acrylamide in food. *Abstracts/Toxicology Letters*, 172S, S1–S240.
- Kunkulberga, D., Gedrovica, I., Ozolina, V., Ciprovica, I. and Sterna, V., 2014. Acrylamide reduction options in rye bread, Faculty of Food Technology, 2 Forest Faculty, Latvia University of Agriculture, Akademijas street 11, Jelgava, Latvia 3 Skokue Stende Cereals Breeding Institute, Dizstende, Libagi parish, Talsi, Latvia.
- Lindsay, R.C. and Jang, S., 2005. Chemical intervention strategies for substantial suppression of acrylamide formation in fried pokokuo products. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 561, 393–404.
- LoPachin, R.M. and Canady, R.A., 2004. Acrylamide toxicities and food safety: session iv summary and research needs. *neurotoxicology (in pres).icultural Food Chemistry*, 57: 9011-5.

- Mariotti, M. and Alemprese, C., 2012. About the use of different sweeteners in baked goods. Influence on the mechanical and rheological properties of the doughs. *LWT-Food Science and Technology*, 48, 9-15.
- Mlotkiewicz, J.A., 1998. The Role of the Maillard Reaction in the Food Industry. In: *The Maillard Reaction in Foods and Medicine*, Ed: J.O'Brien, M.J.C. Crabbe, J.M. Ames, vol.223, The Royal Society of Chemistry Special Publication, Cambridge, UK, pp. 19–27.
- Mottram, D.S., 1994. Flavour Compounds Formed During the Maillard Reaction. *Thermally Generated Flavours: Maillard Microvawe and Extrusion Process*, Ed: Parliment TH, Morello MJ, McGarrin RJ. American Chemical Society, Michigan, 104-125.
- Nizamlioğlu, N.M., 2015. Kavurma ve Depolama Koşullarının Bademin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Oliver, J.R., 2003. www.allemmand.com/BakerYeastNA/eng/PDFs
- Palazoğlu, T.K., Coşkun, Y., Tuta, S., Atac Mogol, B. and Gökmen, V., 2015. Effect of vacuum-combined baking of cookies on acrylamide content, texture and color. *Eur Food Res Technol* 240:243–249.
- Pekak, R., 2006. Bir Ticari Değirmende Kadayıfık Un Üretiminin Optimizasyonu Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Rada-Mendoza, M., Olano, A. and Villamiel, M., 2002. Determination of hydroxymethylfurfural in commercial jams and in fruit-based infant foods. *Food Chemistry*, 79, 513–516.
- Robarge, T., Phillips, E. and Conoley, M., 2003. Analysis of Acrylamide in Food by GC–MS. *The Applications Book*, Thermo Electron Corporation Press. Austin, Texas, USA.
- Rydberg, P., Eriksson, S., Tareke, E., Karlsson, P., Ehrenberg, L. and Törnqvist, M., 2003. Investigations of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs. *J. Agric. Food Chem.* 51, 7012-7018.
- Seyyed Cheraghi, K., 2014. Farklı Süre ve Sıcaklıklarda Kızartılan Tepsi Kadayıfının Akrilamid, HMF ve Duyusal Özelliklerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (Danışman: Prof.Dr.H.Gürbüz KOTANCILAR), Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Seyyed Cheraghi, K., Kotancılar, H.G. and Karaoğlu, M.M., 2019. Determination of acrylamide and hydroxymethylfurfural (HMF) values affected by frying duration and temperature levels during the preparation of tray kadayif dessert. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2):4007-4017.
- Sharp, D., 2003. Acrylamide in food. *The Lancet*, 361.
- Stadler, R.H. and Lineback, D.R., 2009. Process induced food toxicants. John Wiley & Sons, Inc.
- Stadler, R.H., Blank, I., Varga, N., Robert, F., Hau, J. and Guy, P.A., 2002. Acrylamide from maillard reaction products. *Nature*, 419, 449–450.
- Summa, C., Wenzl, T., Brohee, M., De La Calle, B. and Anklaam, E., 2006. Investigation of the correlation of the acrylamide content and the antioxidant activity of model cookies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 853–859.

- Svensson, K., Abramsson, L., Becker, W., Glynn, A., Hellenas, K.E., Lind, Y. and Rosen, J., 2003. Dietary intake of acrylamide in Sweden. *Food and Chemical Toxicology* 41:1581–1586.
- Teixid'o, E., Santos, F.J., Puignou, L. and Galceran, M.T., 2006. Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in foods by gas chromatography–mass spectrometry, *Journal of Chromatography A*, 1135, 85–90.
- Torley, P.J., De Boer, J., Bhandari, B.R., Kasapis, S., Shrinivas, P. and Jiang, B., 2008. Application of the synthetic polymer approach to the glass transition of fruit leathers. *Journal of Food Engineering*, 86, 243–250.
- Tressl, R. and Rewicki, D., 1999. Heat Generated Flavors and Precursors. In: *Flavor Chemistry: Thirty Years of Progress*, Ed: R.Teranishi, I. Hornstein, E.L. Wick, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp. 305-325.
- Van Der Fels-Klerx, H.J., Capuano, E., Nguyena, H.T., Ataç Mogol, B., Kocadağlı, T., Göncüoğlu Taş, N., Hamzalıoğlu, A., Van Boekel, M.A.J.S. and Gökmen, V., 2014. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural formation during baking of biscuits: NaCl and Temperature–Time Profile Effects and Kinetics, RIKILT Wageningen UR (Wageningen University and Research Centre), Wageningen, The Netherlands, Food Engineering Department, Hacettepe University, Beytepe Campus, 06800 Ankara, Turkey, Food Quality and Design Group, Wageningen University, Wageningen UR, Wageningen, The Netherlands.
- Xu, X. and An, X., 2016. Study on acrylamide inhibitory mechanism in maillard model reaction: Effect of P-coumaric acid. *Food Research International*, 84, 9-17.
- Yakıcı, T., 2012. Farklı Reçetelerle Üretilen Bisküvilerde Aroma ve Akrilamid Oluşumu. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Yamazaki, W.T. and Greenwood, C.T., 1981. Soft Wheat Production. Breeding, Milling and Uses. A.A.C.C. Inc. St. Paul, M.N., 26-35.
- Yıldırım, A., 2010. Amino Asit Zenginleştirmesinin Bisküvi ve Benzeri Ürünlerde Akrilamid Oluşumuna Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 2003. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın 266, Erzurum.
- Yilmaz, Y. and Toledo, R., 2005. Antioxidant activity of water-soluble Maillard reaction products. *Food Chemistry*, 93: 273-278.
- Zhang, Y. and An, X., 2017. Inhibitory mechanism of quercetin against the formation of 5-hydroxymethyl)-2-furaldehyde in buckwheat flour bread by ultra-performance liquid chromatography coupled with high-resolution tandem Mass Spectrometry. *Food Research International*, 95, 68–81.

ÖZGEÇMİŞ

02 Mayıs 1988 yılında İran'ın Batı Azerbaycan Bölgesinin Macoo ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Nikoo ilkokulu, orta öğrenimini Mahdiye kız okulu, ve lise öğrenimini ise Nikandiş'de tamamladı. 2006 yılında Macoo'nun Azad İslamic Üniversitesinde Gıda Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2010 yılında mezun oldu. 2011 Yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisansa başladı ve 2014 yılında “Farklı Süre ve Sıcaklıklarda Kızartılan Tepsi Kadayıfının Akrilamid, HMF ve Duyusal Özelliklerinin Tespiti” konulu yüksek lisansını başarıyla tamamladı. 2014 yılında aynı üniversite aynı anabilim dalında doktora programına başladı. Uluslararası ve ulusal hakemli dergilerde makaleler ve ulusal kongre ve sempozyumlarda bildiriler yayınladı.