

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**FARKLI ASİT VE TUZ KONSANTRASYONLARINDA HAZIRLANAN BALIK
MARİNATININ OLGUNLAŞMA SIRASINDAKİ FİZİKOKİMYASAL
DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

Yusuf Kürşad ÖĞRETİCİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MART 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**FARKLI ASİT VE TUZ KONSANTRASYONLARINDA HAZIRLANAN BALIK
MARİNATININ OLGUNLAŞMA SIRASINDAKİ FİZİKOKİMYASAL
DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

Yusuf Kürşad ÖĞRETİCİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MART 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ASİT VE TUZ KONSANTRASYONLARINDA HAZIRLANAN BALIK
MARİNATININ OLGUNLAŞMA SIRASINDAKİ FİZİKOKİMYASAL
DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Yusuf Kürşad ÖĞRETİCİ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 18/03/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU (Danışman)

Prof. Dr. Pınar YERLİKAYA KEBAPÇIOĞLU

Doç. Dr. İlknur BAĞDATLI

ÖZET
FARKLI ASİT VE TUZ KONSANTRASYONLARINDA HAZIRLANAN BALIK
MARİNATININ OLGUNLAŞMA SIRASINDAKİ FİZİKOKİMYASAL
DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Yusuf Kürşad ÖĞRETİCİ

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

Mart 2022; 87 Sayfa

Marinatlar asit ve tuz ile olgunlaştırılan sınırlı raf ömrüne sahip ürünlerdir. Asetik asit ve tuz, bakteri ve enzimlerin etkisini geciktirmek, balık etinin tat, doku ve yapısal özelliklerini geliştirmek amacı ile kullanılmaktadır. Marinatların olgunlaşma olarak adlandırılan yenilebilir hale gelmesi oldukça komplike fizikokimyasal değişimlerin bir sonucudur. Bu çalışmada marinatin olgunlaşması sırasında meydana gelen fizikokimyasal değişimlerin incelenmesi ve olgunlaşma mekanizmasının açıklanması amaçlanmıştır.

Çalışmada materyal olarak gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır. Fileto haline getirilen balıklar sofraya tuzu ve asetik asit kullanılarak 4 farklı konsantrasyonda hazırlanan marinat çözeltisine bırakılmıştır. Bu konsantrasyonlar şu şekilde oluşturulmuştur: A=%8 tuz, %2 asetik asit; B=%8 tuz %4 asetik asit; C=%12 tuz %2 asetik asit; D= %12 tuz %4 asetik asit. Balıklar 1 / 1.5 balık / çözelti oranında çözeltilere bırakılmış ve 4°C’de saklanmıştır. Marinatin olgunlaşması sırasında 6 saat aralıklarla 48 saat boyunca hem balık hem de çözelti örnekleri alınarak analizler gerçekleştirilmiştir. Çiğ balık analizleri ile karşılaştırılarak olgunlaşma sırasındaki fizikokimyasal değişimler incelenmiştir. Tuz tayini, asitlik tayini ve pH ölçümleri hem balık ve çözeltilerde gerçekleştirilirken, pişirme kaybı, toplam serbest amino asit, renk ölçümleri, tekstür ölçümleri ve duyu analizi balık etinde yapılmıştır.

Marinatin olgunlaşması sırasında balık dokusuna asetik asit ve tuz nüfuz ederken etteki konsantrasyonları artmış çözeltilerdeki konsantrasyonları ise azalmıştır. A grubunun ilk 6 saatte çözeltisinde asitlik düzeyi hızla düşmüş, balık etinde ise hızla artmıştır. Daha sonraki saatlerde ise önemli bir değişim gözlenmemiştir. B grubunun çözeltisinde asitlik düzeyi ilk 12 saatte hızla düşmüş, balık etinde ilk 6 saatte artmıştır. Daha sonraki saatlerde ise önemli bir değişim gözlenmemiştir. C grubunun çözeltisinde asitlik düzeyindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmazken, balık etinde ise ilk 6 saate artış göstermiş daha sonra önemli değişim saptanmamıştır. D grubunun çözeltisinde 6 saat sonra düşmüş ve bu değer 30 saate kadar önemli bir değişim göstermemiştir. Ancak 30. saatten sonra önemli düşüş göstermiştir. D grubunun balık etindeki asitlik değeri ise ilk 6 saate kadar artmış daha sonra ise bir önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Çözeltideki ve etteki asitlik düzeyleri A ve B grubunda 24 saatte C ve D grubunda 30 saatte dengeye ulaşmıştır.

Tüm gruplarının çözeltisinde tuz düzeyi ilk 6 saatte hızla düşmüş daha sonraki saatlerde düşmeye devam etmiş, balık etinde ise olgunlaşma işlemi boyunca sürekli önemli artmıştır. Çözeltideki ve etteki tuz miktarı A ve D grubunda 36 saatte, B ve C grubunda 42 saatte dengeye ulaşmıştır.

Marinatın olgunlaşması sırasında etteki pH değerleri azalırken, çözeltinin pH değerleri artmıştır. Olgunlaşma süresince çözeltilerin A, B, C ve D gruplarının pH değerlerinde ilk 6 saatte keskin bir artış tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın kalan sürelerinde ise pH değerlerinde önemli bir değişim saptanmamıştır. Ette en düşük pH değerleri B ve D grubunda belirlenirken en yüksek pH değerleri A ve C grubunda belirlenmiştir.

En yüksek pişirme kayıpları A grubunda belirlenmiş olup, diğer gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. A, B ve C gruplarında ilk 12 saatte, D grubunda ilk 6 saatte artış saptanmış olup, kalan saatlerde önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Marinatın olgunlaşması sırasında ilk 6 saatte tüm grupların L* değerlerinde önemli artış saptanmıştır. Olgunlaşmanın 6. Saatinden sonra L* değerlerinde önemli bir değişim saptanmamıştır. Gruplar arasında en yüksek L* değerleri B grubunda en düşük değerler C grubunda belirlenmiştir. Çiğ balıkta a* değeri marinat çözeltisine bırakılmasından sonra önemli derecede azalmış olup, bu azalma marinat çözeltisinde bekletme süresince devam etmiştir. Çiğ balıkta b* değeri marinat çözeltisine bırakılmasından sonra önemli derecede artmış olup, bu artış marinat çözeltisinde bekletme süresince devam etmiştir.

Tuz konsantrasyonu %12 olan grupların daha yüksek sertlik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Balık etinin A ve D çözeltilerine bırakılmasından 36 saat sonra, B ve C çözeltilerine bırakıldıktan 42 saat sonra en yüksek sertlik değerlerine ulaşmıştır. Balık etinin marinat çözeltisine bırakılmasından 6 saat sonra esneklik değerleri azalmış daha sonraki saatlerde ise önemli bir değişim göstermemiştir. Uygulama grupları ve marinat çözeltisinde bekleme sürelerinin bağlılık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde önemli bir etkisi saptanmamıştır. Balık eti elastikiyeti üzerinde uygulama gruplarının önemli bir etkisi gözlenmezken, çözeltilerde bekleme süresinin önemli etkisi olduğu belirlenmiştir.

Toplam serbest amino asit içeriği bakımından gruplar arasında ve olgunlaşma süresince önemli bir farklılık saptanmamıştır.

Balık etinde 30 saat sonra tüm gruplar marinat için uygun tekstüre ulaşmıştır. Balık etinin duyuusal renk özellikleri incelendiğinde 24 saat sonra marinata özgü beyaz renge ulaşılmış olup 48 saate kadar bu beyaz renk değişmemiştir. 24. Saatten sonra yürütülen asitlik ve tuz tadı analiz sonuçlarına göre marinata özgü tipik asit tadına 30 saatte, tuz tadına B ve C gruplarında 36 saatte, A ve B gruplarında 42 saatte ulaşılmıştır.

Bu sonuçlarla marinasyonda olgunlaşma sürecinde balık etinde meydana gelen değişimler bilimsel olarak ortaya konulmuş olup, en iyi duyusal özelliklere sahip marinat üretimi için uygun konsantrasyonların belirlenmesinde yol gösterici olacaktır.

ANAHTAR KELİMELEER: Alabalık, Asit, Fizikokimyasal, Marinat, Olgunlaşma, Tuz

JÜRİ: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

Prof. Dr. Pınar YERLİKAYA KEBAPÇIOĞLU

Doç. Dr. İlknur BAĞDATLI



ABSTRACT

INVESTIGATION OF PHYSICOCHEMICAL CHANGES DURING MATURATION OF FISH MARINADE PREPARED AT DIFFERENT ACID AND SALT CONCENTRATIONS

Yusuf Kürşad Öğretici

MSc Thesis in Department of Fisheries and Fish Processing Technology

Supervisor: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

March 2022; 87 pages

Marinades are products with a limited shelf life that are matured with acid and salt. Acetic acid and salt are used to delay the effects of bacteria and enzymes, and to improve the taste, texture and structural properties of fish meat. The edibility of marinades, which is called ripening, is the result of highly complex physicochemical changes. In this study, it is aimed to examine the physicochemical changes that occur during maturation of the marinade and to explain the ripening mechanism.

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) was used as material in the study. Filleted fish were left in a marinade solution prepared at 4 different concentrations using table salt and acetic acid. These concentrations were established as follows: A=8% salt, 2% acetic acid; B=8% salt 4% acetic acid; C= 12% salt 2% acetic acid; D= 12% salt, 4% acetic acid. Fish were left into solutions at a ratio of 1 / 1.5 fish / solution and stored at 4°C. During the maturation of the marinade, both fish and solution samples were taken for 48 hours at 6-hour intervals and analyzed. Physicochemical changes during maturation were investigated by comparing with raw fish analyses. Salt and acidity analyses and pH measurements were performed in both fish and solution, while cooking loss, total free amino acid, color measurements, texture measurements and sensory analyzes were performed in fish meat.

During the maturation of the marinade, acetic acid and salt penetrated the fish tissue, while their concentration in the meat increased, and their concentration in the solution decreased. The acidity level in the solution of group A decreased rapidly in the first 6 hours, and increased rapidly in fish meat. No significant change was observed in the following hours. Acidity level decreased rapidly in the first 12 hours in the solution of group B, and increased in the first 6 hours in fish meat. No significant change was observed in the following hours. While the change in acidity level in the solution of group C was not found statistically significant, it increased in the first 6 hours in fish meat, but no significant change was detected thereafter. In the solution of group D, it decreased after 6 hours and this value did not show a significant change until 30 hours. However, after the 30 hour, it showed a significant decrease. The acidity value in the

fish meat of group D increased until the first 6 hours, and then no significant change was observed. Acidity levels in the solution and meat reached equilibrium in 24 hours in groups A and B, and in 30 hours in groups C and D.

The salt level in the solution of all groups decreased rapidly in the first 6 hours, continued to decrease in the following hours, and increased significantly during the maturation process in fish meat. The amount of salt in the solution and meat reached equilibrium in 36 hours in groups A and D, and in 42 hours in groups B and C.

During the maturation of the marinade, the pH values of the meat decreased, while the pH values of the solution increased. A sharp increase was observed in the pH values of groups A, B, C and D of the solutions in the first 6 hours during maturation. No significant changes were detected in pH values during the remaining maturation periods. While the lowest pH values in meat were determined in groups B and D, the highest pH values were determined in groups A and C.

The highest cooking losses were determined in group A, and there was no significant difference between the other groups. There was an increase in the first 12 hours in groups A, B and C, and in the first 6 hours in group D, but no significant change was observed in the remaining hours.

A significant increase was observed in the L^* values of all groups in the first 6 hours during the maturation of the marinade. There was no significant change in L^* values after the 6th hour of maturation. Among the groups, the highest L^* values were determined in group B and the lowest values in group C. The a^* value in raw fish, decreased significantly after being left in the marinade solution, and this decrease continued during the holding period in the marinade solution. The b^* value in raw fish, increased significantly after being left in the marinade solution, and this increase continued during the holding period in the marinade solution.

It was determined that the groups with 12% salt concentration had higher hardness values. The highest hardness values were reached after 36 h in A and D groups, and after 42 h B and C groups. The elasticity values decreased after 6 h and did not show a significant change in the following hours. No significant effect was found on the cohesiveness, gumminess and chewiness values of the application groups and the waiting time in the marinade solution. While no significant effect of the application groups was observed on the resilience values of fish meat, it was determined that the waiting time in the solutions had a significant effect.

There was no significant difference between the groups in terms of total free amino acid content and during maturation.

After 30 hours, fish meat reached the appropriate sensory texture for marinating in all groups. When the sensory color characteristics of fish meat were examined, the white color specific to the marinade was reached after 24 hours, and this white color did

not change until 48 hours. According to the results of acidity and salt taste analysis carried out after the 24th hour, the typical acid taste of the marinade was reached in 30 hours, the salt taste in 36 hours in groups B and C, and in 42 hours in groups A and B.

With these results, the changes in fish meat during the maturation process in marination have been scientifically proven and will guide the determination of appropriate concentrations for the production of marinades with the best sensory properties.

KEYWORDS: Acid, Marinade, Maturation, Physicochemical, Salt, Trout

COMMITTEE: Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU

Prof. Dr. Pınar YERLİKAYA KEBAPÇIOĞLU

Assoc. Prof. Dr. İlknur BAĞDATLI

ÖNSÖZ

Su ürünleri işleme yöntemlerinden birisi olan marinasyon teknolojisi ürünün asit ve tuz ile muamele edilerek olgunlaştırılması suretiyle yapılmaktadır. Soğuk marinatlar herhangi bir ısıtma işlemi görmeden doğrudan tüketilen ve minimal işlem görmüş ürünlerdir. Özellikle son yıllarda tüketicilerde sentetik katkı maddelerine karşı gittikçe artan endişe ve diğer taraftan da besinsel ve duyu özellikleri korunmuş gıdaya gösterdikleri ilgi nedeniyle minimal işlem görmüş ürünlere olan ilgi de artmaktadır. Marinat üretiminde marinata özgü karakteristik lezzetin ve yapının sağlanması kabul edilebilirliği üzerinde önemli etkiye sahiptir. Duyusal olarak kabul edilebilir marinat üretiminde kullanılan asit ve tuz konsantrasyonu etkilidir. Üreticiler asit ve tuzu farklı oranlarda kullanmaktadırlar. Böylece üretimden üretime farklı lezzetli ürünler ortaya çıkmaktadır. Asit ve tuz aynı zamanda marinatın raf ömrü üzerinde de çok önemli etkiye sahiptir. Asit ve tuz konsantrasyonundaki artış raf ömrünü arttırmaktadır. Ancak yüksek asit ya da tuz konsantrasyonları kullanıldığı durumlarda önemli lezzet kayıpları görülmektedir. Marinatta lezzet oluşumu ve dokunun yumuşaması olgunlaşma safhasında meydana gelmektedir. Olgunlaşması tamamlanmış marinat artık kendine özgü lezzet ve yapısına kavuşmuş demektir. Bu nedenle marinat üretiminde uygun konsantrasyonun belirlenmesi kritik öneme sahiptir.

Bu çalışmada marinatın olgunlaşma aşamasında meydana gelen fizikokimyasal değişimler incelenerek olgunlaşmada balık etinde meydana gelen değişimler aşama aşama ortaya konulmuştur. Bu tez çalışmasının sonuçlarının endüstride marinat üreticileri için katkı sağlamasını ve bu konuda yürütülecek bilimsel çalışmalara temel oluşturmasını temenni ederim.

Bu tez çalışmamın önerilmesi, planlanması, yürütülmesi ve yazılması aşamalarında bana yol gösteren ve her aşamasında yanımda olan büyük destek ve yardımlarını gördüğüm Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Nalan GÖKOĞLU'na, analizlerimin yürütülmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Afşin CEYLAN ve Aycan ULUTAŞ'a, Çalışma materyalinin temin edilmesinde büyük desteğini gördüğüm Sayın Prof. Dr. Mehmet GÖKOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu Tezi beni bugünlere getiren, biricik annem Raziye ÖĞRETİCİ, biricik babam Dr. Bünyamin ÖĞRETİCİ ve canım kardeşlerim Timuçin Ata ÖĞRETİCİ, Bünyamin Alperen ÖĞRETİCİ'ye ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	vii
AKADEMİK BEYAN	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
3. MATERYAL VE METOT	9
3.1. Materyal	9
3.2. Metot	11
3.3. Analizler.....	12
3.3.1. pH ölçümü.....	12
3.3.2. Asitlik tayini.....	12
3.3.3. Tuz tayini	13
3.3.4. Pişirme kaybı.....	13
3.3.5. Toplam serbest Amino asit (SAA) tayini.....	13
3.3.6. Tekstür ölçümü.....	14
3.3.7. Renk ölçümü	14
3.3.8. Duyusal analiz.....	14
3.3.9. İstatistik analiz	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	16
4.1. Asitlik tayini bulguları	16
4.2. Tuz tayini bulguları	23
4.3. pH tayini bulguları	30
4.4. Pişirme kaybı bulguları	39
4.5. Renk değerleri (L^* , a^* , b^*) ölçüm bulguları.....	47
4.5.1. L^* değeri ölçüm bulguları.....	47
4.5.2. a^* değeri bulguları.....	54
4.5.3. b^* değeri bulguları	58
4.6. Tekstür ölçüm bulguları	60

4.6.1. Sertlik (hardness) değeri bulguları	60
4.6.2. Esneklik (springiness) değeri bulguları.....	63
4.6.3. Bağlılık (Cohesiveness) değeri bulguları	65
4.6.4. Sakızımsılık (Gumminess) değeri bulguları.....	67
4.6.5. Çiğnenebilirlik (Chewiness) değeri bulguları	69
4.6.6. Elastikiyet (Resilience) değeri bulguları.....	71
4.7. Serbest amino asit bulguları	73
4.8. Duyusal analiz bulguları	76
5. SONUÇLAR	79
6.KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Farklı asit ve tuz konsantrasyonlarında hazırlanan balık marinatinın olgunlaşma sırasındaki fizikokimyasal değişimlerinin incelenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

18/03/2022

Yusuf Kürşad ÖĞRETİCİ



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m	: Metre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
cm	: Santimetre
g	: Gram
kg	: Kilogram
°C	: Santigrat derece
M	: Molarite
nm	: Nanometre
sn	: Saniye
%	: Yüzde
L*	: Parlaklık
a*	: Kırmızılık
b*	: Sarılık

Kisaltmalar

M.Ö	: Milattan Önce
Dk.	: Dakika
SAA	: Serbest Amino Asit
S.D	: Serbestlik Derecesi
K.O	: Kareler Ortalaması
SAS	: İstatiksel Analiz Sistemi (Statistical Analysis System)
TPA	: Tekstür Profil Analizi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan alabalıklar.....	9
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan alabalıkların fileto edilmesi	10
Şekil 3.3. Dilimlenmiş alabalık filetoları.....	11
Şekil 3.4. Farklı konsantrasyonlardaki marinat çözeltilerine bırakılmış balıklar	12
Şekil 4.1. Tüm grupların çözeltisindeki asitlik konsantrasyonundaki değişim	17
Şekil 4.2. A grubuna ait çözelti ve balık etindeki % asitlik düzeylerindeki değişim	19
Şekil 4.3. B grubuna ait çözelti ve balık etindeki % asitlik düzeylerindeki değişim.....	20
Şekil 4.4. C grubuna ait çözelti ve balık etindeki % asitlik düzeylerindeki değişim.....	20
Şekil 4.5. D grubuna ait çözelti ve balık etindeki % asitlik düzeylerindeki değişim	21
Şekil 4.6. Farklı gruplara (A, B, C ve D) ait balık etindeki % asitlik düzeylerindeki değişim	23
Şekil 4.7. Olgunlaşma süresince A grubuna ait çözelti ve balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim	26
Şekil 4.8. Olgunlaşma süresince B grubuna ait çözelti ve balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim	26
Şekil 4.9. Olgunlaşma süresince C grubuna ait çözelti ve balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim	27
Şekil 4.10. D grubuna ait çözelti ve balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim	28
Şekil 4.11. Farklı gruplara (A, B, C ve D) ait balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim	29
Şekil 4.12. Olgunlaşma süresince farklı gruplara (A, B, C ve D) ait balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim	30
Şekil 4.13. Farklı gruplara (A, B, C ve D) ait balık etinde pH değerlerindeki değişim	34
Şekil 4.14. Farklı gruplara (A, B, C ve D) ait çözeltilerde pH değerlerindeki değişim..	34
Şekil 4.15. A grubuna ait asitlik ve pH değerlerindeki değişimin karşılaştırması.....	35
Şekil 4.16. B grubuna ait asitlik ve pH değerlerindeki değişimin karşılaştırması.....	35
Şekil 4.17. C grubuna ait asitlik ve pH değerlerindeki değişimin karşılaştırması.....	36
Şekil 4.18. D grubuna ait asitlik ve pH değerlerindeki değişimin karşılaştırması.....	36
Şekil 4.19. A grubu çözeltinin asitlik ve pH değişim karşılaştırması.....	37
Şekil 4.20. B grubu çözeltinin asitlik ve pH değişim karşılaştırması	37
Şekil 4.21. C grubu çözeltinin asitlik ve pH değişim karşılaştırması	38

Şekil 4.22. C grubu çözeltinin asitlik ve pH değişim karşılaştırması	38
Şekil 4.23. Farklı gruplara (A, B, C ve D) ait pişirme kaybı değerlerindeki değişimler	40
Şekil 4.24. A grubuna ait pişirme kaybı ve pH değerlerinin karşılaştırması	41
Şekil 4.25. B grubuna ait pişirme kaybı ve pH değerlerinin karşılaştırması	41
Şekil 4.26. C grubuna ait pişirme kaybı ve pH değerlerinin karşılaştırması	42
Şekil 4.27. D grubuna ait pişirme kaybı ve pH değerlerinin karşılaştırması	42
Şekil 4.28. A grubuna ait pişirme kaybı ve asitlik değerlerinin karşılaştırması	43
Şekil 4.29. B grubuna ait pişirme kaybı ve asitlik değerlerinin karşılaştırması	43
Şekil 4.30. C grubuna ait pişirme kaybı ve asitlik değerlerinin karşılaştırması	44
Şekil 4.31. D grubuna ait pişirme kaybı ve asitlik değerlerinin karşılaştırması	44
Şekil 4.32. A grubuna ait pişirme kaybı ve tuz konsantrasyonu değişiminin karşılaştırması	45
Şekil 4.33. B grubuna ait pişirme kaybı ve tuz konsantrasyonu değişiminin karşılaştırması	45
Şekil 4.34. C grubuna ait pişirme kaybı ve tuz konsantrasyonu değişiminin karşılaştırması	46
Şekil 4.35. D grubuna ait pişirme kaybı ve tuz konsantrasyonu değişiminin karşılaştırması	46
Şekil 4.36. Olgunlaşma süresince A,B,C ve D gruplarına ait L^* değerleri	49
Şekil 4.37. A grubuna ait L^* değerleri ve tuz içeriklerindeki değişimler	50
Şekil 4.38. B grubuna ait L^* değerleri ve tuz içeriklerindeki değişimler	50
Şekil 4.39. C grubuna ait L^* değerleri ve tuz içeriklerindeki değişimler	51
Şekil 4.40. D grubuna ait L^* değerleri ve tuz içeriklerindeki değişimler	51
Şekil 4.41. A grubunun L^* değerleri ve asitlik içeriklerindeki değişimler	52
Şekil 4.42. B grubunun L^* değerleri ve asitlik içeriklerindeki değişimler	52
Şekil 4.43. C grubunun L^* değerleri ve asitlik içeriklerindeki değişimler	53
Şekil 4.44. Olgunlaşma süresince D grubunun L^* değerleri ve asitlik içeriklerindeki değişimler	53
Şekil 4.45. Balık etinin a^* değerlerindeki değişim	56
Şekil 4.46. Olgunlaşma süresince A grubunun a^* değerleri ve asitlik değişimleri	56
Şekil 4.47. Olgunlaşma süresince B grubunun a^* değerleri ve asitlik değişimleri	57
Şekil 4.48. Olgunlaşma süresince C grubunun a^* değerleri ve asitlik değişimleri	57

Şekil 4.49. Olgunlaşma süresince D grubunun a* değerleri ve asitlik değişimleri	58
Şekil 4.50. Balık etinin b* değerlerindeki değişim.....	60
Şekil 4.51. Balık etini sertlik değerlerindeki değişimler.....	62
Şekil 4.52. Balık etinin esneklik değerlerindeki değişimler	65
Şekil 4.53. Balık etinin bağlılık değerleri	67
Şekil 4.54. Balık etinin sakızimsılık değerleri	69
Şekil 4.55. Balık etinin çiğnenebilirlik değerlerindeki değişimler	71
Şekil 4.56. Balık etinin elastikiyet değerleri.....	73
Şekil 4.57. Balık etinin toplam serbest amino asit içeriklerindeki değişimler.....	75
Şekil 4.58. Marinasyon işleminde balık etinde duyuşal tekstür değişimleri.....	76
Şekil 4.59. Marinasyon işleminde balık etinde duyuşal renk değişimleri	77
Şekil 4.60. Marinasyon işleminde balık etinde asit tadı değişimleri	78
Şekil 4.61. Marinasyon işleminde balık etinde tuz tadı değişimleri	79

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan çözeltilerin konsantrasyonları	11
Çizelge 4.1. Tüm grupların çözeltilerindeki asitlik konsantrasyonunda değişimler.....	16
Çizelge 4.2. Tüm grupların etlerindeki asitlik konsantrasyonunda değişimler	17
Çizelge 4.3. Çözeltideki asitlik değişimine ait varyans analiz sonuçları	18
Çizelge 4.4. Çözeltideki asitlik değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	18
Çizelge 4.5. Etteki asitlik değişimine ait varyans analiz sonuçları.....	22
Çizelge 4.6. Etteki asitlik değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları...	22
Çizelge 4.7. Tüm grupların çözeltilerindeki tuz konsantrasyonlarındaki değişimler	24
Çizelge 4.8. Tüm grupların balık etindeki tuz konsantrasyonlarındaki değişimler	24
Çizelge 4.9. Çözeltideki tuz konsantrasyonlarına ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.10. Çözeltideki tuz konsantrasyonlarına ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	25
Çizelge 4.11. Balık etindeki tuz konsantrasyonundaki değişime ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.12. Balık etindeki tuz konsantrasyonuna ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	29
Çizelge 4.13. Çözeltideki pH değişimleri	31
Çizelge 4.14. Balık etindeki pH değişimleri	31
Çizelge 4.15. Çözeltideki pH değişime ait varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.16. Çözeltideki pH değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	32
Çizelge 4.17. Balık etindeki pH değişime ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.18. Balık etindeki pH değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	33
Çizelge 4.19. Balık etinde pişirme kayıpları	39
Çizelge 4.20. Balık etinin pişirme kayıplarına ait varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.21. Balık etinin pişirme kayıplarına ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	40
Çizelge 4.22. Balık eti L* değerleri	48
Çizelge 4.23. Balık etinde L* değerinde değişime ait varyans analiz sonuçları	48
Çizelge 4.24. Balık etinin L* değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	49
Çizelge 4.25. Balık etinin a* değerleri	54
Çizelge 4.26. Balık etinde a* değerinde değişime ait varyans analiz sonuçları	54
Çizelge 4.27. Balık etinin a* değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	55
Çizelge 4.28. Balık etinin b* değerleri	58
Çizelge 4.29. Balık etinde b* değerinde değişime ait varyans analiz sonuçları	59

Çizelge 4.30. Balık etinin b* değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	59
Çizelge 4.31. Balık eti sertlik değerleri (kg).....	60
Çizelge 4.32. Balık etinde sertlik değerinde değişime ait varyans analiz sonuçları.....	61
Çizelge 4.33. Balık etinin sertlik değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	61
Çizelge 4.34. Balık etinin esneklik değerleri (cm)	63
Çizelge 4.35. Balık etinde esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	64
Çizelge 4.36. Balık etinin esneklik değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	64
Çizelge 4.37. Balık etinin bağlılık değerleri	65
Çizelge 4.38. Balık etinde bağlılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	66
Çizelge 4.39. Balık etinin bağlılık değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	66
Çizelge 4.40. Balık etinin sakızimsılık değerleri	67
Çizelge 4.41. Balık etinde sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	68
Çizelge 4.42. Balık etinin sakızimsılık değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	68
Çizelge 4.43. Balık etinin çiğnenebilirlik değerleri	69
Çizelge 4.44. Balık etinde çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	69
Çizelge 4.45. Balık etinin çiğnenebilirlik değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	70
Çizelge 4.46. Balık etinin elastikiyet değerleri.....	71
Çizelge 4.47. Balık etinde elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	72
Çizelge 4.48. Balık etinin elastikiyet değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları	72
Çizelge 4.49. Balık etinin toplam serbest amino asit düzeyleri.....	73
Çizelge 4.50. Balık etinde toplam serbest amino asit içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	74
Çizelge 4.51. Balık etinin toplam serbest amino asit içeriklerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	75

1.GİRİŞ

Marinasyon çok eski zamanlardan beri kullanılan bir muhafaza tekniğidir. Balık marinatları dünyada yaygın olarak üretilen ve sevilerek tüketilen ürünlerdir. Bu teknoloji balıklara hem ayrı bir lezzet kazandırmakta hem de raf ömrünü uzatmaktadır. Marinat terimi taze, dondurulmuş ve tuzlanmış balık veya balık kısımlarının tuz ve organik asitle muamelesinden sonra salamura, sos veya yağ içinde ambalajlanması ile elde edilen ürünler için kullanılmaktadır (Gökoğlu 2002). İlave edilen asit ve tuz bakteri ve enzimlerin faaliyetini engellerken ürüne karakteristik lezzet ve tekstürünü kazandırmakta ve raf ömrünü uzatmaktadır (Poligne ve Colignan 2000).

Marinatlar sınırlı raf ömrüne sahip ürünlerdir. Genellikle asetik asit ve tuz, bakteri ve enzimlerin etkisini geciktirmek amacı ile balığa eklenir. Koruyuculuğu sağlayan asetik asit ve tuzun birleşimidir. Amaç yalnızca mikroorganizma üremesini engellemek değildir. Marinasyon aynı zamanda tat, doku ve yapısal özelliklerini yumuşatmak veya değiştirmek için de kullanılmaktadır (Gökoğlu vd. 2004). Tat ve aromanın iyileşmesi için marinasyon esnasında bazı katkı maddeleri kullanılabilir. Bu katkı maddelerinin antibakteriyel ve antioksidan olması durumunda ürünün özellikleri korunacak ve saklama süresi uzayacaktır.

Marinatlar yarı konservelerdir. Genellikle asit, asetik asit olup, tuz ile kullanıldığında bakteri ve enzim faaliyetlerini bir süre engellenerek, kendine has lezzette, raf ömrü uzatılmış ürün elde edilir (McLay 1972). Marinatın olgunlaşması oldukça komplike fiziksel kimyasal bir olay bütünüdür. Olgunlaşma ne sadece tuzun ne de sadece asidin etkisi ile gerçekleşir. Sirke ve tuzun balığın enzimleri ile birlikte balığın mevcut protein ve yağın belirli bir derece de yıkımı sonucu hoş kokulu ve lezzetli ürünlerin oluşması söz konusudur (Gökoğlu 2002).

Olgunlaştırma işleminde, balık dokusunun suyu ve çözeltinin tuz ve sirke oranı eşit olana kadar, balık dokusunda tuz ve sirke geçişi devam etmektedir. Sirke proteine etki eder fakat tuzun etkisi yoktur. Bu geçiş çok kısa sürede tamamlanır. Gerçek olgunlaşma ise bu kadar kısa değildir ve daha uzun süre devam eder ayrıca sıcaklığa da bağlıdır (Gökoğlu 2002).

Marinat üretiminde marinata özgü karakteristik lezzetin ve yapının sağlanması kabul edilebilirliği üzerinde önemli etkiye sahiptir. Duyusal olarak kabul edilebilir marinat üretiminde kullanılan asit ve tuz konsantrasyonu etkilidir. Marinasyonun temel prensibi asit ve tuzun birlikte etkisi ile balık etindeki değişimlerin gerçekleşmesidir (Simat vd. 2011). Marinasyonda kullanılan asetik asit ise mikroorganizmaların hidrojen iyonları ve disosiye olmamış asit partiküllerine karşı hassasiyetleri nedeniyle koruyucu etki yapmaktadır. Asit ve tuz aynı zamanda marinatın raf ömrü üzerinde de çok önemli etkiye sahiptir. Asit ve tuz konsantrasyonundaki artış raf ömrünü arttırmaktadır. Ancak yüksek asit ya da tuz konsantrasyonları kullanıldığı durumlarda önemli lezzet kayıpları görülmektedir. Asidin koruyucu etkisi konsantrasyonuna bağlıdır (Gökoğlu 2002). Ancak asitlik oranının yükseltilmesi ürün lezzetini olumsuz etkilemektedir. Tuz konsantrasyonunun yüksek olması marinatın raf ömrünü uzatmakla birlikte yüksek tuz konsantrasyonu aroma kayıplarına yol açmaktadır. Marinatta lezzet oluşumu ve dokunun yumuşaması olgunlaşma safhasında meydana gelmektedir. Olgunlaşması tamamlanmış marinat artık kendine özgü lezzet ve yapısına kavuşmuş demektir.

Üreticiler asit ve tuzu farklı oranlarda kullanmaktadırlar. Böylece üretimden üretime farklı lezzete ürünler ortaya çıkmaktadır.

Marinatın olgunlaşma mekanizması tam olarak aydınlatılabilmiş değildir. Bu çalışma ile marinatin olgunlaşması sırasında fizikokimyasal değişimler incelenerek olgunlaşma mekanizması aydınlatılmaya çalışılmıştır. Ayrıca kabul edilebilir duyu özelliklere sahip marinat üretimi için uygun konsantrasyonlar fizikokimyasal değişimler incelenerek belirlenmiş olacaktır.



2. KAYNAK TARAMASI

Marinat, gıda muhafazasında bilinen en eski uygulamalardan birisidir. Tarihi M.Ö. 7. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Marinasyon işlemi, tuz ve asetik asitten oluşan salamura yardımı ile balığın muhafaza edilmesidir. Balık marinatı ürünün sirke ve tuz ile muamele edilip olgunlaştırılarak yenilebilir hale getirilmesi olarak tanımlanmıştır (Varlık vd. 1993). Marinasyon sırasında, farklı konsantrasyonlarda organik asitler ve tuz ile koruyucu etki elde edilmektedir. Bu etki, ürünün pH değerini ve su aktivitesini düşürmeye ve tuz içeriğini arttırmaya dayalıdır, bu da bakteri ve enzim aktivitesinin azaltılmasına neden olmaktadır. Bu işlem, karakteristik bir tada ve uzatılmış ancak sınırlı bir raf ömrüne sahip bir ürünle sonuçlanmaktadır (McLay 1972; Poligne ve Collingan 2000; Pons-Sanchez-Cascado vd. 2005; Yeannes ve Casales 2008; Olgunoğlu vd. 2009). Tuzlama ve marine etme prosedürleri genellikle üretici ülke ve şirketin yerel geleneklerine bağlı olarak değişmektedir. Bununla birlikte, ortak bir payda, pH değerini bakteri ve enzimlerin yavaşlamasına indirmek ve balıkları yılın çoğunda tüketime hazır hale getirmektir (McLay 1972; Rodger vd. 1984; Szymczak 2011). Almanya'da ringa filetoları doğrudan kuvvetli bir tuz ve asetik asit çözeltisi içinde marine edilir. Danimarka'da, ringa balığı filetolarının kalitesini ve ağırlık verimini iyileştirdiğine inanılan bir ara salamura aşamasının kullanımı yaygın bir uygulamadır (Karl vd. 1995).

Marinasyon, balık etinin yapısal özelliklerini desteklemekte, ürüne karakteristik bir tat ve aroma ve yumuşak bir doku vermektedir. Ancak buzdolabında depolamada 1 ila 6 ay arasında sınırlı bir raf ömrü sağlamaktadır (Simat vd. 2019). Akdeniz diyetinin sağlıklı bir yaşam biçimi olarak tanıtılmasında, minimal düzeyde işlenmiş deniz ürünleri son derece popüler hale gelmektedir. Bu nedenle, marine edilmiş balık ürünlerine artan bir ilgi oluşmaktadır (Simat vd. 2019). Bu ilgede marinat teknolojisinin fiyatının daha uygun olması, taze balığının raf ömrünü arttırması, kas yapısını yumuşatması, balığa farklı tat ve aroma kazandırması gibi nedenler etkili olmaktadır (Duyar ve Eke 2009).

Marinat işlemede temel prensip, ürünün sirke ve tuz ile olgunlaştırılıp yenilebilir şekile getirilmesidir (Çelik 2004). Marinatlarda asit, tuz ve diğer katkıların ete geçişi, etin tekstürel ve duyu kalitesini geliştirmektedir (Yashoda vd. 2005). Marine edilmiş etin olgunlaşması, çoklu fiziksel biyokimyasal ve mikrobiyolojik dönüşümlerin bir sonucu olarak ilerler. Bu dönüşümlerin çoğu, proteinlerin ve lipidlerin hidrolizi ve bunların etkileşimleri ile ilişkilidir. Düşük pH değerlerine sahip marinatlarda, katepsin D ve E ve pepsin gibi asidik aspartil proteazların yanı sıra katepsin B ve L gibi sistein proteazlar aktiftir (Szymczak 2017; Szymczak ve Lepczyński 2016). Çözeltideki tuzun balık dokusuna taşınması difüzyonla gerçekleşir. Difüzyonun taşınmadan sorumlu en önemli kütle aktarım mekanizması olduğu bilinmektedir. Kas hücreleri ve tuzlama maddesi arasındaki konsantrasyon ve ozmotik basınç farklılıkları nedeniyle, dokuya madde girişi ve dokudan su çıkışı olmaktadır (Gallart-Jornet vd. 2007).

Tuz ve asitin balık dokusuna geçişinde balığın türü, boyu, kas tipi, fileto kalınlığı, kompozisyonu, fizyolojik durumu, çözelti konsantrasyonu, çözeltide bekleme süresi, balık çözelti oranı, uygulama yöntemi, sıcaklık, dondurma ve çözündürme gibi birçok faktör etkili olmaktadır. Bu etkilerin incelendiği çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Marinat üretiminde sıcaklığın tuz ve sirke geçişi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada 20°C'de yapılan marinasyon işleminde sirke ve tuzun balık dokusuna geçişinin 4°C'de yapılandan daha hızlı olduğu belirlenmiştir (Varlık vd. 1993). Derili,

derisiz, pullu ve pulsuz olarak levrek filetolerının marine edildiği bir çalışmada ise olgunlaşma açısından derisiz ve pulsuz filetoların kullanımı önerilmiştir (Baygar vd. 2010). Ayrıca, derinin yanı sıra yağın da tuzlama sürecini etkilediği ve tuz ve su difüzyonu için sınırlayıcı bir faktör olduğu, yağın transfer için bir yol olarak hizmet eden veya fiziksel bir bariyer görevi gören sulu fazın yerini alabileceği bildirilmiştir (Gallart-Jornet vd. 2007a; Rodger et al. 1984). Szymczak vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada %3-8 arasında farklı konsantrasyonlarda asetik asit kullanarak yaptıkları çalışmada %5-6'lık konsantrasyonun daha kaliteli ürünle sonuçlandığını bildirmişlerdir. Yine Szymczak vd. (2012) Farklı tuz konsantrasyonlarının ringa marinatinin olgunlaşmasında asitten daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Marinasyonda kullanılan çeşitli çözeltiler kullanılmaktadır. En fazla kullanılan suda çözdürülmüş tuz, asetik asit ve baharat karışımıdır (Dokuzlu 1997). Asetik asit lezzeti belirler, kas katepsinlerini uyarır ve koruyucu etkiler gösterir. Bu işlevler, diğer şeylerin yanı sıra pH değerindeki bir düşüşle tetiklenir (Szymczak vd. 2015). Marinatların asidik koşulları, doku katepsinlerini daha aktif hale getirir. Bu, bazı kas proteinlerinin peptitlere ve amino asitlere parçalanmasıyla sonuçlanır, bu da marinata uygun doku ve lezzeti verir (Gökoğlu 2003). Balığa eklenen asetik asit, proteinaz etkisini artırır. Balık kasında bulunan proteinazların etkisiyle açığa çıkan amino asitler, amino asit dekarboksile edici bakteriler olan asetik aside dayanıklı ve tuza dayanıklı laktobasiller için enerji kaynağı sağlar (Gökoğlu vd. 2003).

Marinatin ilk aşaması olan olgunlaştırma işlemi komplike fiziksel-kimyasal bir olaydır. Olgunlaşma ne yalnız sirke ile ne de yalnız tuzun etkisi ile gerçekleşir. Sirke ve tuz balığın içerdiği enzimlerle birlikte balıkta mevcut protein ve yağlara etki ederler. Protein ve yağların belirli bir derecede yıkımı ile hoş aromatik koku ve lezzette ürünler oluşur. Marine ürünlerde pH 4-4,5 arasındadır. Sirke etkisiyle pH değeri 4,3 civarında olur. Marinatta konserve edici etki, sirke ve tuzun kombine etkisi ile olsa da esas koruyucu faktör sirkedir. Marinatlarda olgunlaşma balık/salamura oranına, tuz/sirke oranına ve ortam sıcaklığına bağlıdır (Gökoğlu 2002).

Nihai ürünün kalitesi, hammaddenin ilk kalitesinden doğrudan etkilenir. Yüksek Kaliteli ürünlerin üretimi için hammadde kalitesi büyük önem taşımaktadır. Gökoğlu ve Uçak (2020) hammaddenin kalitesinin marinatin kalitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada birisi ortam sıcaklığında (20°C) 6 saat ve diğeri 0°C'de 72 saat tutulan iki parti hamsiyi (*Engraulis encrasicolus*) daha sonra %3 asetik asit ve %8 NaCl içeren marinasyon solüsyonuna daldırılarak marine etmişlerdir. Araştırma sonucunda ham madde kalitesinin marine edilmiş hamsi kalitesini önemli ölçüde etkilediğini tespit etmişlerdir. Yeannes ve Casales (1995) taze, dondurulmuş ve ön tuzlanmış hammaddelerden marinat üretimi sonucunda en iyi kaliteli ürünün taze materyal kullanımında elde edildiğini belirlemişlerdir. Szymczak (2011) taze balıktan elde edilen marinatların, dondurulmuş çözölmüş balıklardan elde edilenlere göre daha yüksek duyu kalite, daha iyi renk parametreleri ve daha yüksek verim ile karakterize edildiğini belirtmiştir.

Hammaddenin yanı sıra üretim sürecindeki sürekliliği ve ürünün en iyi duyu özelliklerini sağlamak için asit tipi ve konsantrasyonu ile tuz içeriği de önemli olup, dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekir. Minimal işlenmiş ürünlerin tuz içeriği, ürün güvenliği için esastır. Kritik sınır olarak %6'dan büyük bir tuz içeriği kullanılması

tavsiye edilmektedir (Derrick 2009). Ancak yüksek tuz alımının riskli olduğu tüketiciler için ürünlerdeki azaltılmış tuz içeriği, sodyum benzoat, sorbatlar, nitratlar veya aynı zamanda lezzet ve aromayı artıran diğerleri ile yer değiştirebilmektedir. Tuzun koruyuculuğu yanında marinatin duyuusal özelliklerinden doku ve tadını iyileştirdiği de bilinmektedir (Simat vd. 2011).

Marinat üretiminde organik asitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Asit, birçok bakterinin gelişim aralığının altında pH düşüşüne sebep olduğu için gıda koruyucu olarak kullanılmaktadır. Asit, etin tekstürü üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bir kasın pH'ı düştüğünde, yaklaşık pH 5,3'lük izoelektrik noktasına ulaştığında, proteinin net yükleri arasındaki itme en düşük noktada olur ve eşit miktarda pozitif ve negatif yükleri gösterir. Daha asidik pH'a geldikçe, pozitif yüklerdeki bir artışla yüklerin dengesi bozulur ve itmeye neden olur. Aynı işlem, pH daha bazik hale geldiğinde negatif yükler ile gerçekleşir. Marinatta sadece asetik asit varsa, kasın pH'ı izoelektrik noktanın asidik tarafındadır. Bu, "açık" bir yapıya ve artan su tutmasına neden olan elektrostatik itmeye yol açar. Bununla birlikte, tuzun mevcudiyetinde, itici yükler, su tutma kapasitesinin azalmasına neden olarak birbirinden korunur. Tuz eklendikçe itme azalır ve yapı daha sıkı hale gelir. Hem tuzun hem de asidin etkisinin kapsamı bu nedenle konsantrasyonlarıyla ilişkilidir (Rodger vd. 1984).

Balıkların salamura edilmesi sırasında tuz, balık kasına nüfuz eder ve proteinlere bağlı olan suda çözünür. Tuzlu sudaki tuz konsantrasyonuna bağlı olarak, miyofibrillerin şişmesi veya büzülmesi meydana gelir ve kas içindeki su dağılımını değiştirir. Düşük tuz konsantrasyonlarında (~%5.8 tuz) miyofibriller proteinler çözünür hale gelir ve proteinlerin maksimum şişmesi meydana gelir, bu da suyun miyosin misellerine daha sıkı bağlanmasına neden olur (Gallart-Jornet vd. 2007; Thorarinsdottir vd. 2011; Erikson vd. 2006). Klor iyonları aktin ve miyosin filamentlerine bağlanır ve proteinlerin negatif yüklerini artırır, bu da filamentler arasındaki boşluğu artırır ve kas şişmesine neden olur. Tekstürün su tutma kapasitesinden doğrudan etkilendiği bildirilmektedir. Su tutma kapasitesi, bazı mekanik kuvvetler sırasında bir kas içinde tutulabilen su miktarıdır. Asit solüsyonu eklendikçe miyofibriller protein şişer ve suyun kasa girmesine izin verir. (Offer ve Trinick 1983). Daha yüksek tuz konsantrasyonlarında protein çözünürlüğü azalır ve proteinlerin toplanması meydana gelir, bu da su tutma kapasitesinin azalmasına neden olur. Bu nedenle su kastan çevredeki çözeltiye salınarak kas büzülmesine neden olur (Barat vd. 2003). Protein çözünürlüğü azaldığında, çevreleyen çözeltiye daha az protein ve protein olmayan fraksiyon sızıntısına yol açar. Balık ve onu çevreleyen ortam arasında su, tuz, asetik asit, tuzda çözünen proteinler, peptitler ve diğer azotlu bileşiklerin çoklu taşınması nedeniyle ağırlık değişimi olur (Rodger vd.1984; Szymczak 2011). Ağırlığın ne kadar değiştiği, tuzlu su ve marinat içinde bulunan tuz ve asetik asit konsantrasyonuna bağlıdır. Çözelti/balık oranları endüstriyel kurulumda sıklıkla 1:1 olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle tuz ve asetik asidin balığa aktarımı, sonuç olarak çözelti konsantrasyonu azalır. Bu da balıktaki nihai tuz ve asetik asit konsantrasyonunu ve dolayısıyla ağırlık verimini etkiler (Rodger vd. 1984; Capaccioni vd. 2011). Asetik asidin bulunduğu müteakip marine etme işleminde, su balık kasından difüze olur ve bu da ağırlığın azalmasına neden olur.

Balığın olgunlaştırmasında salamuranın oranı genellikle 1/ 1.5'tur. Olgunlaştırma işleminin sonunda balıktaki asit konsantrasyonu en az %2.5 olmalıdır

(McLay 1972). Marinatın daha fazla dayanması için salamuradaki sirke oranının yükseltilmesi durumunda lezzet bozulacağından uygun değildir. Marinatlar sınırlı dayanıklı ürünlerdir. Raf ömürleri üretim şekli ve şartlarına bağlı olarak birkaç hafta ile birkaç ay arasında değişim gösterir (Gökoğlu 2002).

Marinasyon çözeltisinin bileşimi ve balık/çözelti oranı başarılı bir nihai kalite için belirleyici öneme sahiptir. Yeannes ve Casales (1995) tarafından önerilen proses koşullarına göre, hamsi (*Engraulis anchoita*)'nin marinasyon süresi, hoş bir asit, tuzlu tat ve sağlam ve tutarlı bir doku ile hoş bir marinat kokusu elde etmek için çözelti konsantrasyonunun ve balık/çözelti oranının iyi ayarlanması gerektiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda %14'ten fazla tuz içeriğine ve %7'den fazla asit içeriğine sahip çözelti kullanıldığında, daldırma süresinin azaldığı, ancak yüksek asit ve tuz tadına sahip olması nedeniyle duyuşal özelliklerde olumsuz değişikliklerle neden olduğu saptanmıştır. Çözeltideki asit ve tuz konsantrasyonunun artmasının balığın su içeriğinde azalmaya ve dolayısı ile tekstürde zayıflamaya da neden olduğu belirlenmiştir (Rodger vd. 1984). Daha uzun bir raf ömrü elde etmek için marinat çözeltisinin sirke içeriğindeki artış tat ve kokuda kusurlara neden olabilmektedir (Poligne ve Collignan; Kılınç ve Çaklı 2004; Sallam vd. 2007).

Baharat, sos, krema, yağ, mayonez, maydanoz ve dereotu gibi katkı maddelerinin marinatların kalitesi üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Bitkisel katkı ve sosların kullanıldığı marine hamside sarımsak, acı biber sosu, kürdan ile marine edilmiş yeşil zeytin gibi farklı bitkisel katkı maddeleri ve soslar kullanılmaktadır. Sos, marine edilmiş üründe önemli bir lezzet artırıcı görevi görür. Marine edilen üründe domates sosu, nar ekşisi ve zeytinli limon suyu sosu gibi farklı sos türleri kullanılmaktadır. Soslar baharat, tuz, çeşniler, sarımsak, şeker gibi birçok koruyucu içermektedir. Bu yüzden soğuk depolamada uzun raf ömrü ile ürünü güvenli hale getirme etkisine sahiptir (Behera vd. 2020).

Yapılan bir çalışmada marinatların raf ömrünü arttırmak için eugenol kullanımı denenmiştir. Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda asetik asit (%2 ve %4) ve eugenol ile marine edilmiş alabalık filetoları 4°C'de muhafaza edilmiştir. Sonuç olarak, marinatlar tüketim özelliklerini en az 70 gün korumuş ve eugenol bazı mikrobiyolojik ve kimyasal kalite üzerine önemli etkileri olmuş, %0.1 eugenol ile hazırlanan marinatlar duyuşal açıdan daha fazla beğeni kazanmıştır (Patır vd. 2014). Başka bir çalışmada da hamsiden üretilen marinatın raf ömrünü arttırmak için domates ve sarımsak özleri kullanılmış bu bitkisel özlerin balıkta lipid oksidasyonunu önlediği belirlenmiştir (Gökoğlu vd. 2012). Yıldız (2016) kekik ve biberiye esansiyel yağlarını alabalık amrinatının raf ömrünü arttırmada kullanmıştır.

Marinat teknolojisinde soğuk marinatlar, pişirilmiş veya kızartılmış marinatlar şeklinde uygulanabilmektedir. Soğuk marinatlar, herhangi bir ısı işlem görmeden asetik asit ve tuz çözeltisi içinde balıkların olgunlaşmasını sağlar. Olgunlaşma tamamlandıktan sonra ürün, yağ, sos veya baharat ilavesi ile yeni bir tuz/asit çözeltisi içinde paketlenir (McLay, 1972). Soğuk marinatlar taze, dondurulmuş veya tuzlanmış balığın sirke-tuz salamurasında olgunlaştırılması ile elde edilir. Pişirilmiş marinatlarda, balık salamura içinde olgunlaştırıldıktan sonra 80-90°C'de 20 dakika pişirilir. Piştikten sonra üzerine jelatin katılarak muhafaza edilir. Kızartılmış marinatlarda ise marine olacak ürün öncelikle kızartılır sonra salamuraya alınıp olgunlaştırılır. Olgunlaşan ürün salamura

veya yağda saklanır Marinatın dayanıklılığını arttırma ve daha fazla lezzet vermek için kızartıldıktan sonra marinat haline getirilmektedir. Kızartma yağı veya yağsız yapılabilir. Kızartma sonrası kutulara konan balıklara sirke/tuz çözeltisi eklenir. Dayanıklılığı arttırmak için ayrıca marine ürüne ısıl işlem uygulamasıyla pişirilmiş marinatlar yapılabilir (Gökoğlu 2002).

Alabalıklar yaşamı boyunca berrak, temiz, serin ve oksijen miktarı yönünden zengin suları tercih eden halkımız tarafından özellikle etinin lezzetli olması ile bilinen balıklar arasında bulunmaktadır. Alabalık türleri salmonidae familyasında yer alır. Alabalıklar morfolojik olarak yağ yüzgeci ile karakterizedirler. Dünya genelinde en çok bilinen alabalık türleri; Atlantik salmonu (*Salmo salar Linnaeus*), Deniz alabalığı (*Salmo trutta f.trutta Linnaeus*), Dere alabalığı (*Salmo trutta f.fario Linnaeus*), Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*), Kaynak alabalığı (*Salvelinus fontinalis Mitchell*), Alp alabalığı (*Salvelinus alpinus Linnaeus*), Göl alabalığı (*Salvelinus namaycush Walbaum*) (Bruno ve Poppe 1996). Ülkemizin yerel alabalık alt türleri; Anadolu Dağ alabalığı (*Salmo trutta macrostigma Dumeril*), Abant alabalığı (*Salmo trutta abanticus Tortonese*), Aras alabalığı (*Salmo trutta caspius Kessler*), Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax Pallas*), Göl alabalığı (*Salmo trutta f.lacustris Linnaeus*) olarak bildirilmektedir (Çelikkale 1994).

Yetiştiriciliği en yaygın olan alabalık Kuzey Amerika kökenli Gökkuşluğu alabalığıdır. Gökkuşluğu alabalığı ve Kaynak alabalığı neredeyse aynı yıllarda yaklaşık 120 yıl önce Kuzey Amerika'dan Avrupa'ya getirilmelerine rağmen kültür koşullarına uygun özelliklerinden dolayı Gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliği hızlı bir artış göstermiş ve günümüzde endüstriyel bir hale gelmiştir. Gökkuşluğu alabalığı çevre koşullarına çok iyi uyum sağlayıp, yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır, yemlenmesi oldukça kolay ve yemi değerlendirmesi bakımından iyi bir büyüme gösterir, diğer alabalık türlerine göre daha kısa kuluçka dönemine sahiptir (Atasever ve Bozkurt 2011).

Alabalıklar farklı şekillerde değerlendirilmekte ve değişik ürünlere işlenmiş olarak tüketicilere sunulmaktadır. Bu işlem yöntemlerinden birisi de marinat teknolojisi. Alabalığın marinata işlenmesi konusunda yürütülmüş çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Erkan vd. (2000) alabalıktan marinat ürettikten sonra panelemiş ve modifiye atmosferde paketledikten sonra 4°C'de kalite değişimlerini incelemişlerdir.

Gün vd. (1993) %2 sirke ve %10 tuz kullanarak ürettikleri alabalık marinatının olgunlaşma süresini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında olgunlaşma süresini 26 saat olarak belirlemişlerdir.

Özden ve Erkan (2006) alabalık kullanarak ürettikleri marinatları yağ içerisinde ve vakumda paketledikten sonra 4°C'de depolanması sırasında kalite değişimlerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yağda tutulan balıkların 105 gün, vakumda 90 gün raf ömrü olduğunu belirlemişlerdir.

Özpolat vd. (2010) farklı oranlarda asetik asit ve eugenol kullanarak hazırladıkları alabalık marinatlarını duyuşal açıdan incelemişler ve %2 ve asetik asit ile %0.1 ve %0.5'lik konsantrasyonlarla en çok beğenilen ürünler elde edildiğini bildirmişlerdir.

Nar suyunun hem yalnız hem de asetik asitle karıştırılmış olarak kullanıldığı alabalık marinatı 4°C' de depolanmış ve kalite değişimleri geleneksel olarak yalnızca asetik asit kullanılan alabalık marinatı ile karşılaştırılmıştır (Demirok vd. 2014). Çalışma sonuçlarına göre gökkuşuğı alabalığı etinin nem içeriğı ve pH değeri azaldığı, yağ, protein, kül ve tuz içeriğinin ise tüm uygulamalar için marine işleminde arttığı bildirilmiştir. Nar suyu içeren solüsyonda marine edilen balık etinin daha koyu ve daha kırmızı renkli olduğu, geleneksel olarak marine edilmiş balık etinde ise düşük pH nedeniyle daha yüksek proteolitik parçalanma gözlemlendiğı ve bunun sonucunda da en yüksek toplam serbest amino asit miktarı saptandığı bildirilmiştir..

Başka bir çalışmada (Patır vd. 2015), asetik asitin farklı oranları ile (%2 ve %4) hazırlanan alabalık marinatlari üzerine %0.1 ve %0.5'lik eugenolün etkisi incelenmiştir. Yapılan analizlere göre eugenolün toplam mezofilik anaerob, psikrofilik ve toplam Enterobacteriaceae üzerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı fakat maya, küf ve Lactobacillus üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkisinin olduğu bulunmuştur.

Çağlak ve Karslı (2015) marinat çözeltilerini enjekte ederek hazırladıkları alabalık marinatlari 3°C'de depolama esnasında kalite değişimlerini incelemişler ve 13 gün iyi kalite özelliklerini koruduklarını belirlemişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada biberiye ve kekik yağı ekstraktlarının kullanılması ile elde edilen alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) marinatlari depolanması sırasında ortaya çıkan kimyasal değişimler araştırılmış ve kullanılan bitkisel yağ ekstraktlarının ürünün yağ asidi kompozisyonunun üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak, gökkuşuğı alabalığının marinatına uçucu yağların ilave edilmesinin raf ömrü üzerinde olumlu etkisinin olduğu, özellikle kekik yağının biberiye yağına göre daha olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir (Yıldız 2016).

Maktabi vd. (2016) yerel bir yöntemle hazırladıkları alabalık marinatının 4°C'de depolamada kalite değişimlerini incelemişler ve en az 8 gün kalite özelliklerini koruduklarını belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak kültür edilmiş gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır (Şekil 3.1). Balıklar Antalya ili sınırları içerisinde faaliyet gösteren bir balık çiftliğinden satın alınmıştır. Balıklar satın alındıktan hemen sonra buz içerisinde laboratuvara transfer edilmiştir. Laboratuvara getirilen balıkların ön işlemleri yapıldıktan sonra fileto haline getirilmiştir (Şekil 3.2). Fileto edilen balıklar küçük dilimler halinde kesilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan gökkuşağı alabalığı



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan alabalıkların fileto edilmesi



Şekil 3.3. Dilimlenmiş alabalık filetoları

3.2. Metot

Marinat üretimi için Çizelge 3.1’de belirtilen konsantrasyonlarda marinasyon çözeltileri hazırlanmıştır. Çözeltilerin hazırlanmasında sofr tuzu ve ticari asetik asit kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan çözeltilerin konsantrasyonları

Konsantrasyon (%)	A	B	C	D
Tuz	8	8	12	12
Asetik asit	2	4	2	4

Balıklar cam kavanozlar içerisine yerleştirildikten sonra çözeltiler 1 / 1.5 balık / çözeltili oranında ilave edilmiş ve kavanozlar 4°C’deki buzdolabında saklanmıştır (Şekil 3.4). Marinatın olgunlaşması sırasında 6 saat aralıklarla 48 saat boyunca kavanozlardan hem balık hem de çözeltili örnekleri alınarak analizler gerçekleştirilmiştir. Çiğ balık analizleri ile karşılaştırılarak olgunlaşma sırasındaki fizikokimyasal değişimler incelenmiştir.



Şekil 3.4. Farklı konsantrasyonlardaki marinat çözeltilerine bırakılmış balıklar

3.3. Analizler

3.3.1. pH ölçümü

Manthey vd (1988)'nin yöntemi kullanılarak pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler hem balık etinde hem de çözeltide yapılmıştır. Etteki pH'ı ölçmek için homojenize edilen örneğe 1/1 oranında distile su ilave edilmiş ve sonra su-et karışımına pH-metre (WTW Inolab, Weilhem, Almanya) probu daldırılmıştır. Çözeltilerin pH ölçümleri için ise pH-metre probu doğrudan çözeltiye daldırılmıştır. Ayrıca marinat üretimine başlamadan önce hazırlanmış olan çözeltilerin de pH değerleri ayrı ayrı ölçülmüştür.

3.3.2. Asitlik tayini

Titrasyon asitliğinin belirlenmesi için homojenize edilmiş balık etinden 10 gr. örnek 200 ml saf su ile homojenize edilmiş ardından 250 ml'lik balon jojeye aktarılacak çizgisine tamamlanmıştır. Daha sonra filtre kâğıdından geçirilmiş, 25 ml filtrat alınmış ve yaklaşık 75 ml saf su ilave edilmiştir. 0,1 N NaOH çözeltisiyle fenol fitaleyn indikatörü ile titre edilmiştir. Şahit numuneye aynı işlemler uygulanmıştır.

Sonuçlar, aşağıdaki eşitlik kullanılarak % asetik asit cinsinden hesaplanmıştır

$$\% \text{ Asitlik} = V \times N \times 0.09 \times 100 / m$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin miktarı (ml)

N: Harcanan NaOH çözeltisinin normalitesi m: Örnek miktarı (g)

Çözeltinin asitlik tayini için ise direkt olarak çözeltiden 10ml alınıp fenolfitaleyne indikatörlüğünde NaOH ile titre edilmiştir (AOAC 2000).

3.3.3. Tuz tayini

Ortamdaki klorürlerin gümüş klorür halinde çökeltilmesi ve serbest kalan gümüş iyonlarının potasyum kromat ile kiremit kırmızısı renk vermesi esasına dayanan mohr yöntemi kullanılmıştır (AOAC 1937). Analiz homojenize edilmiş örnekten 5 g alınıp balon jojeye konulmasının ardından ısıtılıp soğutulması ve ardından 500 ml tamamlanıp süzülmesi, süzüntüden 50ml alınıp birkaç damla potasyum kromat ilavesi ile kiremit kırmızısına dönüşüncüye kadar 01. N gümüş nitrat ile titre edilmesi ile gerçekleştirilmiştir.

Hesaplama şu şekilde yapılmıştır.

$$\% \text{ Tuz} = A \times 0.00585 \times 100 \times 500 / B \times 50$$

A= sarfedilen gümüş nitrat miktarı

B= Alınan numune miktarı

3.3.4. Pişirme kaybı

Pişirme kaybı için tüplerin içerisine tartılan örnekler 90°C’de 30 dakika ısıtıl işlem sonrasındaki ağırlık kaydedildikten sonra aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Hughes vd. 1997).

$$\text{Pişirme kaybı (\%)} = (\text{pişirilmemiş örnek ağırlığı} - \text{pişirilmiş, soğutulmuş örnek ağırlığı}) / \text{pişirilmemiş örnek ağırlığı} \times 100$$

3.3.5. Toplam serbest Amino asit (SAA) tayini

Toplam serbest amino asit miktarı Yokoyama ve Hiramatsu (2003)’nun belirttiği yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre 2 g örnek üzerine 17 ml 0.2 M perklorik asit ile 5 ml metanol ilave edildikten sonra karışım ultraturrax (IKA Labortechnik, Staufen, Almanya) yardımı ile 12000 devirde 2 dakika süreyle homojenize edilmiş ve ultrasonik banyoda (GFL 1086, Almanya) 15 dakika bekletilmiştir. Ardından 3250 rpm’de 30 dakika santrifüj edildikten sonra supernatant Whatman 41 filtre kâğıdından süzölmüştür. Ekstrakte edilen örnekten test tüpüne 1ml alınıp üzerine pH’sı 5.0 olan 2ml 0.5 M sodyum sitrat tamponu ve 1ml ninhidrin ayıracı (0.015g askorbik asit, 0.5g ninhidrin ve 60ml 2-metoksietanol karışımı) ilave edilmiş, 15 dakika kaynar su banyosunda bekletilip buz banyosunda soğutulan tüplere 1ml %60’lık etanol ilave edilmiş ve 570 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Evolution 160 UV–visible; Thermo Scientific Dreieich, Almanya) absorbans ölçölmüştür. Hesaplamalar, glutamik asit kullanılarak oluşturulan standart eğrilere göre yapılmıştır.

3.3.6. Tekstür ölçümü

Tekstür ölçümü TA.XT2 tekstür analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tekstür profil analizi için 5kg'lık yük hücresine ve 5 mm çapındaki silindirik proba sahip TA-XT2 cihazı ürüne temas ettiği andan itibaren 5 mm/sn hız ile %40 derinliğe daldırılarak iki ardışık sıkıştırma işlemi uygulanmıştır. Elde edilen verilerden örneklerin sertlik (hardness), esneklik (springness), bağlılık (cohesiveness), sakızımsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve elastikiyet (resilience) özellikleri değerlendirilmiştir. Tüm örneklerin tekstür ölçümleri 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.7. Renk ölçümü

Renk ölçümleri CR-400 Minolta chromometer renk ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümleri filetoların 3 ayrı bölgesinde gerçekleştirilerek sonuçlar ortalama değerler şeklinde verilmiştir. Örneklerde L*(parlaklık), a*(kırmızılık) ve b* (sarılık) değerlerini ifade etmektedir.

3.3.8. Duyusal analiz

Duyusal analiz için duyusal panel gerçekleştirilmiştir. Panel için yaşları 20 ila 50 arasında altı arasında 6 deneyimli (üç kadın, üç erkek) ve marinat tüketimine alışık olan kimselerden seçilmiştir. Örnekler üç digit harf kullanılarak kodlanmış ve panelistlere rastgele sunulmuştur. Örnekler arasında panelistlerin ağızlarını temizlemeleri için saf su verilmiştir.

Duyusal analizde örneklerin tekstür, renk ve tat (asitlik ve tuzluluk) özellikleri değerlendirilmiştir. Duyusal analizler 6 saat aralıklarla alınan örneklerde gerçekleştirilmiştir. Örnekler analiz için panele sunulmadan önce oda sıcaklığına getirilmiştir.

Örneklerin tekstür ve renk özellikleri 48 saat boyunca değerlendirilirken, koku ve tat özellikleri ise tekstür ve renk değerlendirmelerinde marinatın tipik tekstür ve renginin elde edildiği (olgunlaşmanın gerçekleştiği) saatten sonra başlayıp 48. saate kadar yapılmıştır.

Örneklerin tekstür özelliklerini değerlendirilmesinde Yeannes ve Casales (1995) in önerdiği skala modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu skalaya göre: 1: Yetersiz teksür (çatalla kesmeye dirençli), 2=Kuru ve sert doku, 3=daha az sert doku ; 4= marinat için uygun tekstür (çatalla kolayca kesilebilir) olarak değerlendirilmiştir.

Örneklerin renk özelliklerinin değerlendirilmesinde yine Yeannes ve Casales (1995) in önerdiği ve modifiye edilmiş skala kullanılmıştır. Skalaya göre: 0= gri (çiğ balık görünüşü); 1= grimsi beyaz; 2= Kirli beyaz; 3= Tebeşir beyazı olarak değerlendirilmiştir.

Örneklerin tat (asitlik / tuzluluk) özellikleri Yeannes ve Casales (2008)' in modifiye edilmiş yöntemi kullanılmıştır. Buna göre 0= "asitli/tuzlu değil; 2= Güçlkle algılanan asitli/tuzlu tat, 4= Hafif asitli /Tuzlu; 6= orta derecede asitli/tuzlu; 8= Çok asitli /tuzlu; 10= Son derece asitli/tuzlu olarak değerlendirilmiştir.

3.3.9. İstatistik analiz

Elde edilen veriler iki faktörlü (4 marinat çözeltisi konsantrasyonu x 9 örnekleme saati) faktöriyel desende tesadüfî parsel tasarımına göre analiz edilmiştir. Çalışmada elde edilen verilere SAS yazılımı (Statistical Analysis System, Cary, NC, USA) programı kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır. Önemli varyans kaynaklarının farklılıkları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Asitlik tayini bulguları

Marinat çözeltisinde ve balık etinde % asitlik düzeyleri marinat çözeltisine balıkların bırakılmasından sonra 6 saat aralıklarla ölçülmüştür. Çözelti ve balık etindeki asitlik konsantrasyonlarındaki değişim Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir. Farklı grupların çözeltilerinde süreye bağlı olarak değişen asitlik değerlerine (Şekil 4.1) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tüm grupların çözeltilerindeki asitlik konsantrasyonunda (%) değişimler

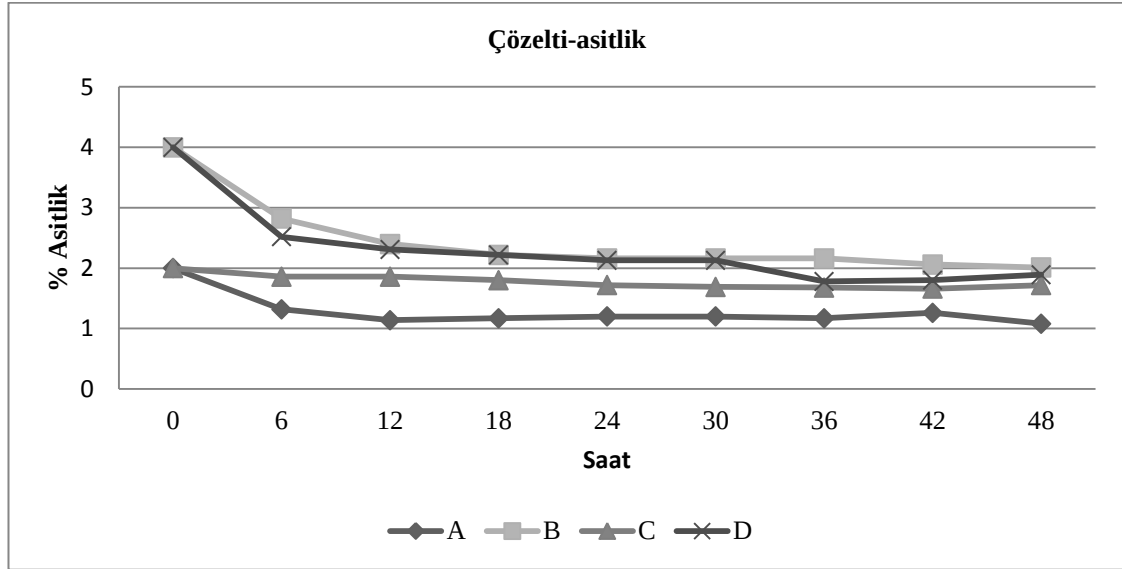
Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	2.0 ± 0.0a	4.0 ± 0.0a	2.0 ± 0.0a	4.0 ± 0.0 a
6	1.32 ± 0.05b	2.82 ± 0.11b	1.86 ± 0.12a	2.52 ± 0.19b
12	1.14 ± 0.08b	2.40 ± 0.28c	1.86 ± 0.11a	2.31 ± 0.04cb
18	1.17 ± 0.07b	2.22 ± 0.05c	1.80 ± 0.25a	2.22 ± 0.08cbd
24	1.20 ± 0.42b	2.16 ± 0.09c	1.72 ± 0.11a	2.13 ± 0.21cbd
30	1.20 ± 0.56b	2.16 ± 0.17c	1.69 ± 0.21a	2.13 ± 0.24cbd
36	1.17 ± 0.21b	2.16 ± 0.14c	1.68 ± 0.22a	1.78 ± 0.28d
42	1.26 ± 0.17b	2.06 ± 0.31c	1.66 ± 0.15a	1.80 ± 0.31d
48	1.08 ± 0.01b	2.01 ± 0.18c	1.72 ± 0.36a	1.89 ± 0.17cd

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.2. Tüm grupların etlerindeki asitlik konsantrasyonunda (%) değişimler

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	0.0 ± 0.0b	0.0 ± 0.0b	0.0 ± 0.0c	0.0 ± 0.0b
6	1.01 ± 0.01a	1.2 ± 0.22a	1.2 ± 0.12b	1.4 ± 0.25a
12	1.06 ± 0.05a	1.8 ± 0.31a	1.3 ± 0.21ba	1.6 ± 0.28a
18	1.11 ± 0.05a	2.0 ± 0.41a	1.4 ± 0.14ba	1.8 ± 0.28a
24	1.20 ± 0.42a	2.1 ± 0.12a	1.4 ± 0.14ba	2.0 ± 0.14a
30	1.40 ± 0.05a	2.3 ± 0.39a	1.6 ± 0.31ba	2.1 ± 0.34a
36	1.41 ± 0.07a	2.36 ± 0.17a	1.6 ± 0.25ba	1.86 ± 0.25a
42	1.20 ± 0.08a	2.22 ± 0.11a	1.6 ± 0.14ba	1.89 ± 0.21a
48	1.18 ± 0.05a	2.26 ± 0.22a	1.75 ± 0.24a	1.9 ± 0.33a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.1. Tüm grupların çözeltisindeki asitlik konsantrasyonundaki değişim

Çizelge 4.3. Çözeltideki asitlik değişimine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	3.52185417	70.28**
Süre	7	0.18561429	3.70*
Uygulama x Süre	21	0.03566726	0.71
Hata	32	0.0501038	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

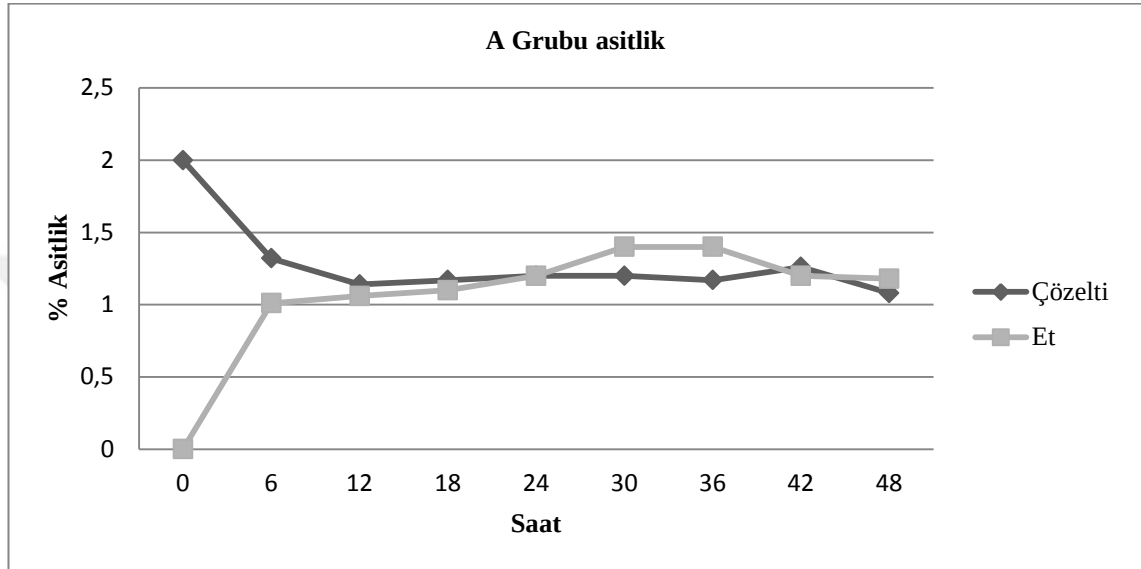
Çizelge 4.4. Çözeltideki asitlik değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Asitlik değerleri
Uygulama	
A	1.19188c
B	2.24875a
C	1.74938b
D	2.09750a
Süresi (Saat)	
6	2.1313a
12	1.9275ba
18	1.8525b
24	1.8025b
30	1.7950b
36	1.6975b
42	1.6950b
48	1.6738b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Marinatın olgunlaşması sırasında balık dokusuna asetik asit nüfuz ederken etteki konsantrasyonu artmış çözeltideki konsantrasyonu ise azalmıştır. Balık eti marinasyon çözeltisi ile temas ettiğinde balık eti dokusunda bir konsantrasyon dengesine ulaşılan kadar asetik asit ve tuz difüzyonu gerçekleşir (Cabrer vd. 2002; Karl vd. 1995; Meyer 1965).

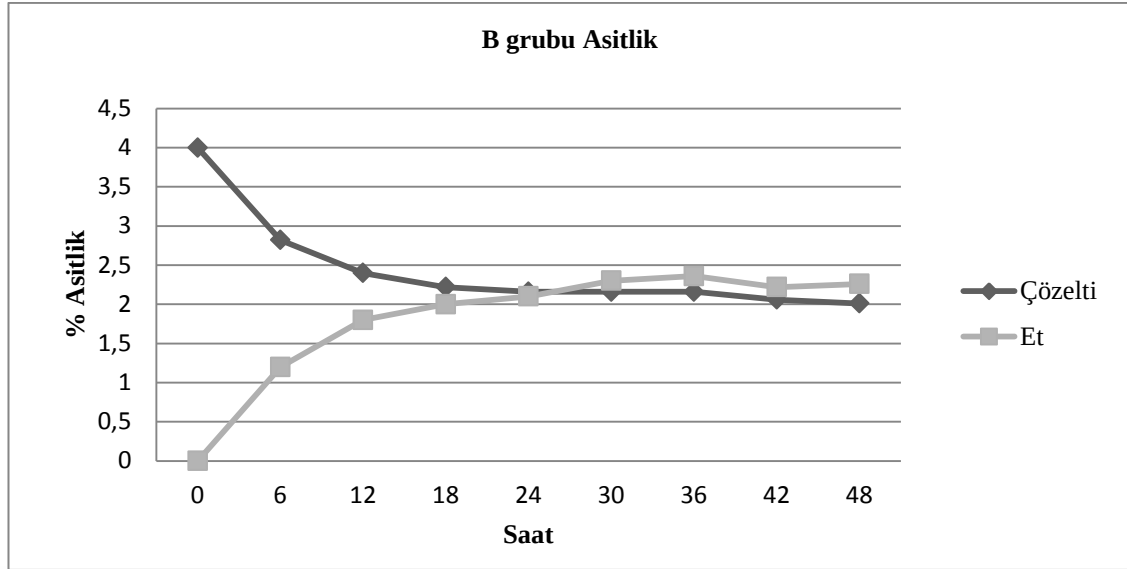
A grubunun çözeltisinde (%2 asit ve %8 tuz içeren) başlangıçta % 2 olan asitlik düzeyi ilk 6 saatte hızla düşmüş ve % 1.32 değerine ulaşmıştır. Daha sonraki saatlerde ise önemli ($p>0.05$) bir değişim gözlenmemiştir (Şekil 4.2). A grubunun balık etindeki asitlik değeri ise ilk 6 saate artış göstererek %1.01 değerine ulaşmıştır. Daha sonraki saatlerde ise önemli bir değişim ($p>0.05$) gözlenmemiştir. A grubunda çözeltideki ve etteki asitlik 24 saatte dengeye ulaşmıştır.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.2. A grubuna ait çözelti ve balık etindeki % asitlik düzeylerindeki değişim

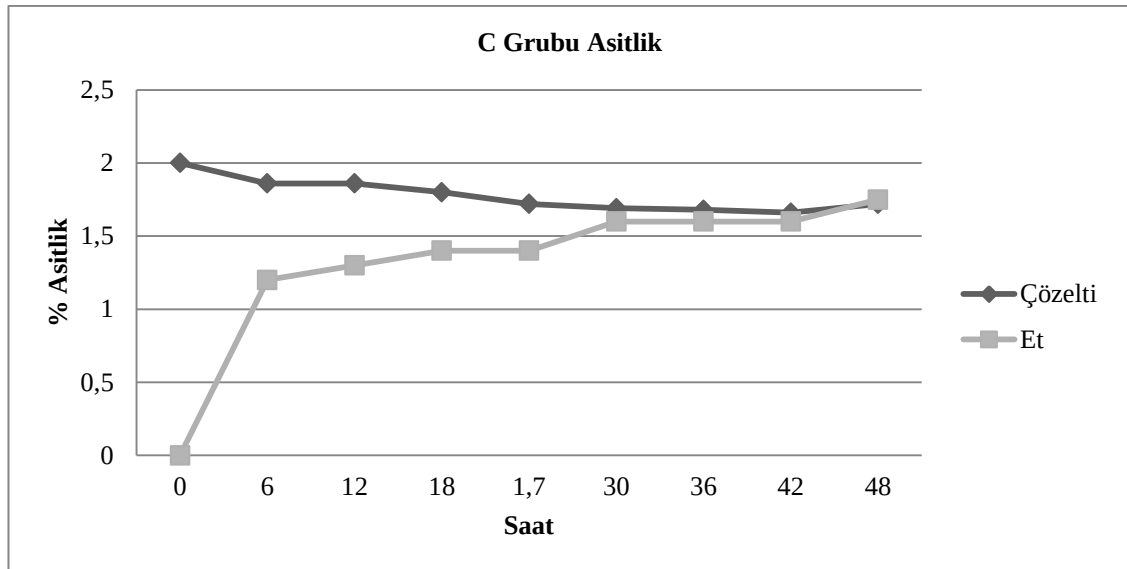
B grubunun çözeltisinde (%4 asit ve % 8tuz içeren) başlangıçta % 4 olan asitlik düzeyi ilk 12 saatte hızla düşmüş ve %2.40 değerine ulaşmıştır. Daha sonraki saatlerde ise önemli ($p>0.05$) bir değişim gözlenmemiştir. B grubunun balık etindeki asitlik değeri ise ilk 6 saate artış göstermiş daha sonraki değişim ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$) (Şekil 4.3). B grubunda çözeltideki ve etteki asitlik 24 saatte dengeye ulaşmıştır.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.3. B grubuna ait çözelti ve balık etindeki % asitlik düzeylerindeki değişim

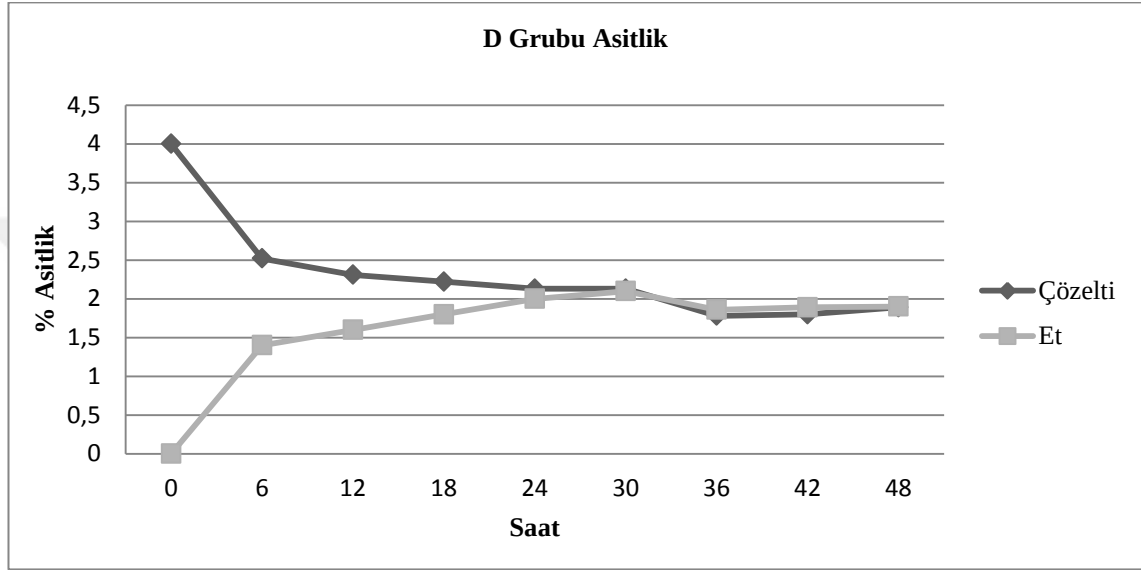
C grubunun çözeltisinde (%2 asit ve %12 tuz içeren) başlangıçta %2 olan asitlik düzeyindeki değişim istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır. C grubunun balık etindeki asitlik değeri ise ilk 6 saate artış göstererek % 1.2 değerine ulaşmış daha sonraki saatlerdeki değişim ise istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır (Şekil 4.4). C grubunda çözeltideki ve etteki asitlik 30 saatte dengeye ulaşmıştır.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.4. C grubuna ait çözelti ve balık etindeki % asitlik düzeylerindeki değişim

D grubunun çözeltisinde (%4 asit ve %12 tuz içeren) başlangıçta %4 olan asitlik düzeyi 6 saat sonra düşmüş ve %2.21 değerine ulaşmış ve bu değer 30 saate kadar önemli bir değişim göstermemiştir. Ancak 30. saatten sonra önemli ($p<0.01$) düşüş göstermiştir. D grubunun balık etindeki asitlik değeri ise ilk 6 saate kadar artış göstererek %1.40 değerine ulaşmıştır (Şekil 4.5). Daha sonra ise bir önemli ($p>0.05$) bir değişim gözlenmemiştir. D grubunda çözeltideki ve etteki asitlik 30. saatte dengeye ulaşmıştır.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.5. D grubuna ait çözelti ve balık etindeki % asitlik düzeylerindeki değişim

Balık etindeki asitlik değişimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 5’de Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Etteki asitlik düzeylerini gruplar arasında karşılaştırıldığımızda, $B > D > C > A$ olarak belirlenmiştir. Çözeltisindeki başlangıç asitlik konsantrasyonu %4 olan grupların balık etindeki konsantrasyonu, çözeltisindeki başlangıç asitlik konsantrasyonu %2 olan grupların balık etindeki konsantrasyondan yüksek bulunmuştur. Asitlik konsantrasyonu yüksek olan çözeltide (%4) marine edilen grupların asidin ete geçişi daha hızlı gerçekleşmiştir (Şekil 4.6).

Çizelge 4.5. Etteki asitlik değişimine ait varyans analiz sonuçları

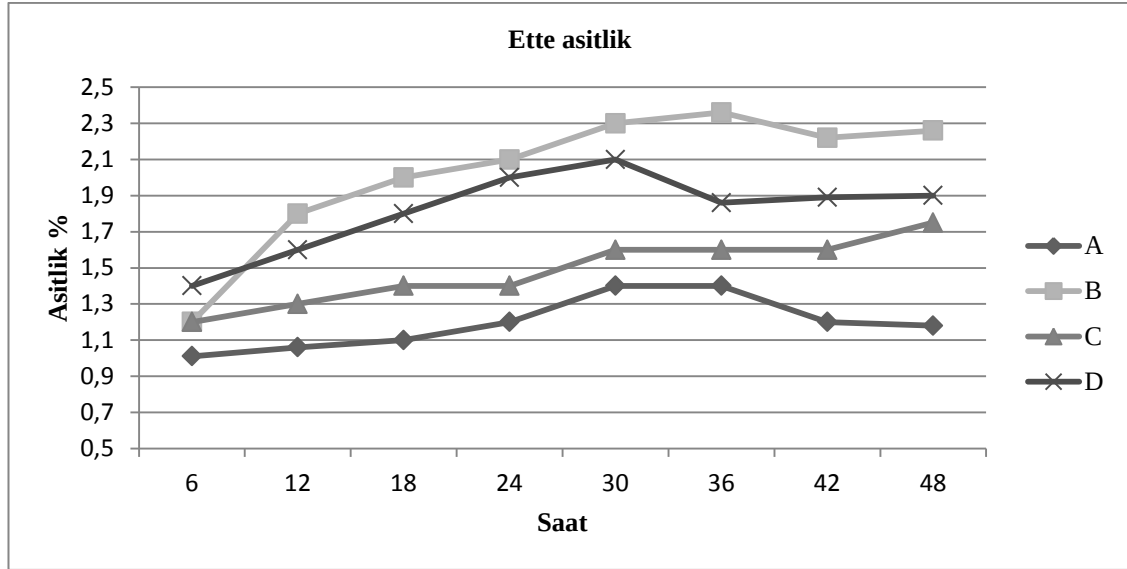
Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	2.17051667	12.97**
Süre	7	0.37995714	2.27
Uygulama x Süre	21	0.04010714	0.24
Hata	32		

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.6. Etteki asitlik değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Uygulama	Asitlik değerleri (%)
A	1.1950b
B	2.0300.
C	1.4813b
D	1.8188a
Süresi (Saat)	
6	1.2025b
12	1.4400ba
18	1.5775ba
24	1.6750a
30	1.8500a
36	1.8050a
42	1.7275a
48	1.7725a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.6. Farklı gruplara (A, B, C ve D) ait balık etindeki % asitlik düzeylerindeki değişim

Asetik asit (%3) ve tuz (%10) çözeltisi kullanılarak marine edilmiş Arjantin hamsisinde (*Engraulis anchoita*) olgunlaşma sonunda asetik asit miktarı %1.28 olarak belirlenmiştir (Cabrer vd. 2002). Hamsi balığında (*Engraulis encrasicolus*) marinasyon çözeltisinde (%10 tuz + %4 alkol sirkesi + %0.2 sitrik asit) 24 saatlik olgunlaşma aşamasından sonra asitlik düzeyi %1.93'e yükselmiştir (Keskin vd. 2018).

4.2. Tuz tayini bulguları

Marinat çözeltisinde ve balık etinde balıkların marinat çözeltisine bırakılmasından sonra 6 saat aralıklarla % tuz düzeyleri ölçülmüştür. Çözeltideki tuz konsantrasyonundaki değişim Çizelge 4.7'de balık etindeki tuz konsantrasyonundaki değişimler Çizelge 4.8'de verilmiştir. Marinatın olgunlaşması sırasında balık dokusuna tuz nüfuz ederken etteki konsantrasyonu artmış çözeltideki konsantrasyonu ise azalmıştır. Çözeltideki tuz miktarlarına ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.9'de Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Tüm grupların çözeltilerindeki tuz konsantrasyonlarındaki (%) değişimler

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	8.0 ± 0.0a	8.0 ± 0.0a	12 ± 0.0a	12 ± 0.0a
6	5.28 ± 0.08b	5.37 ± 0.07b	8.15 ± 0.09b	7.94 ± 0.05b
12	5.13 ± 0.04c	5.08 ± 0.05c	8.24 ± 0.08b	7.83 ± 0.09b
18	4.93 ± 0.04d	5.03 ± 0.09c	7.83 ± 0.09c	7.39 ± 0.05c
24	4.93 ± 0.09d	4.79 ± 0.04d	7.71 ± 0.07dc	7.13 ± 0.04d
30	4.76 ± 0.02e	4.82 ± 0.02d	7.59 ± 0.04de	7.13 ± 0.02d
36	4.55 ± 0.02f	4.55 ± 0.04e	7.42 ± 0.02fg	7.31 ± 0.02c
42	4.55 ± 0.07f	4.55 ± 0.09e	7.45 ± 0.05fe	7.31 ± 0.04c
48	4.68 ± 0.05fe	4.74 ± 0.03d	7.28 ± 0.05g	7.05 ± 0.03d

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.8. Tüm grupların balık etindeki tuz konsantrasyonlarındaki (%) değişimler

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	0 ± 0.0 ı	0 ± 0.0h	0 ± 0.0g	0 ± 0.0g
6	1.61 ± 0.35h	1.70 ± 0.17f	3.76 ± 0.44f	3.94 ± 0.05f
12	1.91 ± 0.02g	1.50 ± 0.02g	4.85 ± 0.02e	5.83 ± 0.01e
18	2.2 ± 0.14f	2.33 ± 0.01e	5.17 ± 0.02d	6.39 ± 0.04d
24	2.90 ± 0.01e	4.10 ± 0.05d	6.29 ± 0.05c	7.11 ± 0.05c
30	3.2 ± 0.05d	4.31 ± 0.03c	7.31 ± 0.04a	7.15 ± 0.04bc
36	4.5 ± 0.02c	4.35 ± 0.007c	7.35 ± 0.07a	7.16 ± 0.08bc
42	4.70 ± 0.02b	4.50 ± 0.11b	7.41 ± 0.05a	7.25 ± 0.04ba
48	4.90 ± 0.02a	4.62 ± 0.02a	6.89 ± 0.04b	7.28 ± 0.05a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.9. Çözeltideki tuz konsantrasyonlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	38.9710563	10297.9**
Süre	7	0.6612491	174.73**
Uygulama x Süre	21	0.0278182	7.35**
Hata	32	0.0037844	

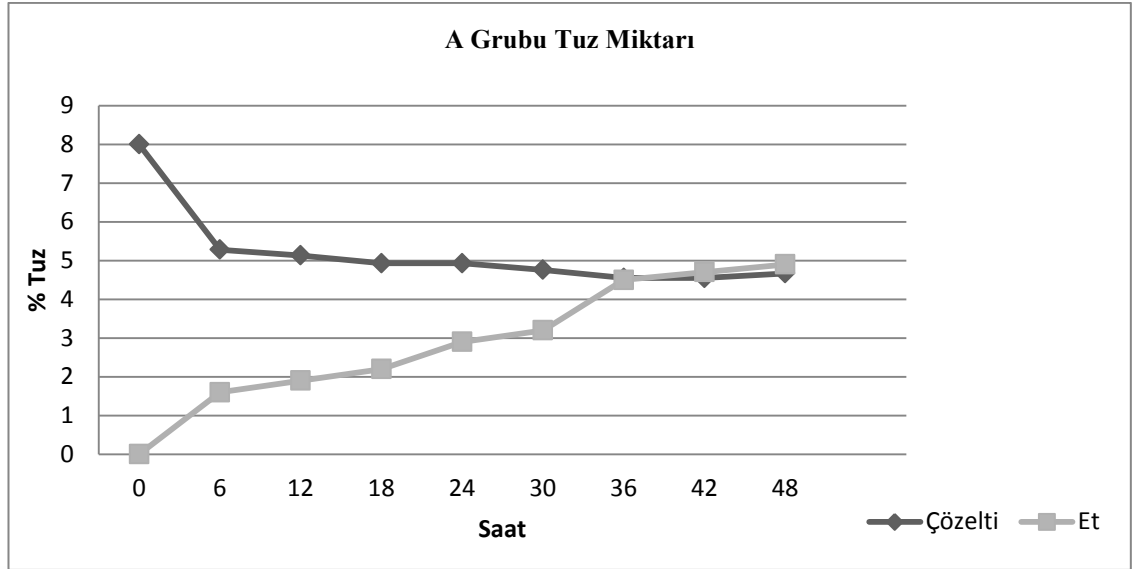
(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.10. Çözeltideki tuz konsantrasyonlarına ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Tuz konsantrasyonu (%)
Uygulama	
A	4.85063c
B	4.86562c
C	7.71563a
D	7.4212b
Süresi (Saat)	
6	6.68625a
12	6.57000b
18	6.29500c
24	6.1400d
30	6.07500e
36	5.95625f
42	5.95625f
48	5.9375f

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

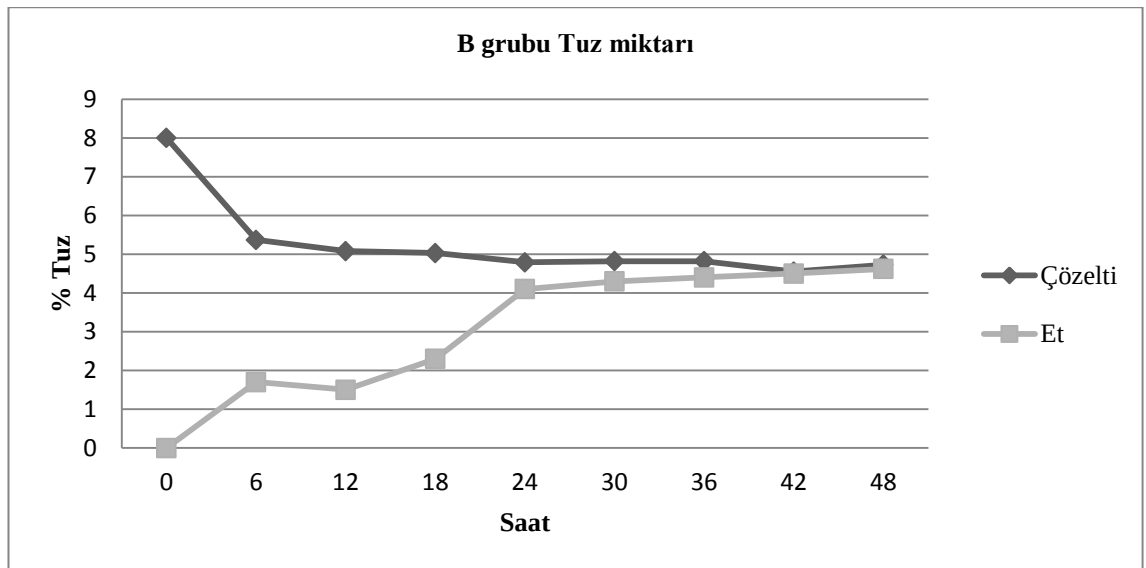
A grubunun çözeltisinde başlangıçta %8 olan tuz düzeyi ilk 6 saatte hızla düşmüş ve %5.28 değerine ulaşmıştır. Daha sonraki saatlerde düşmeye devam etmiştir. Balık etindeki tuz düzeyi ise olgunlaşma işlemi boyunca sürekli önemli (p<0.01) artış göstererek 48 saatte %4.9 değerine ulaşmıştır (Şekil 4.7). A grubunda çözeltideki ve etteki tuz miktarı 36 saatte dengeye ulaşmıştır.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.7. Olgunlaşma süresince A grubuna ait çözelti ve balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim

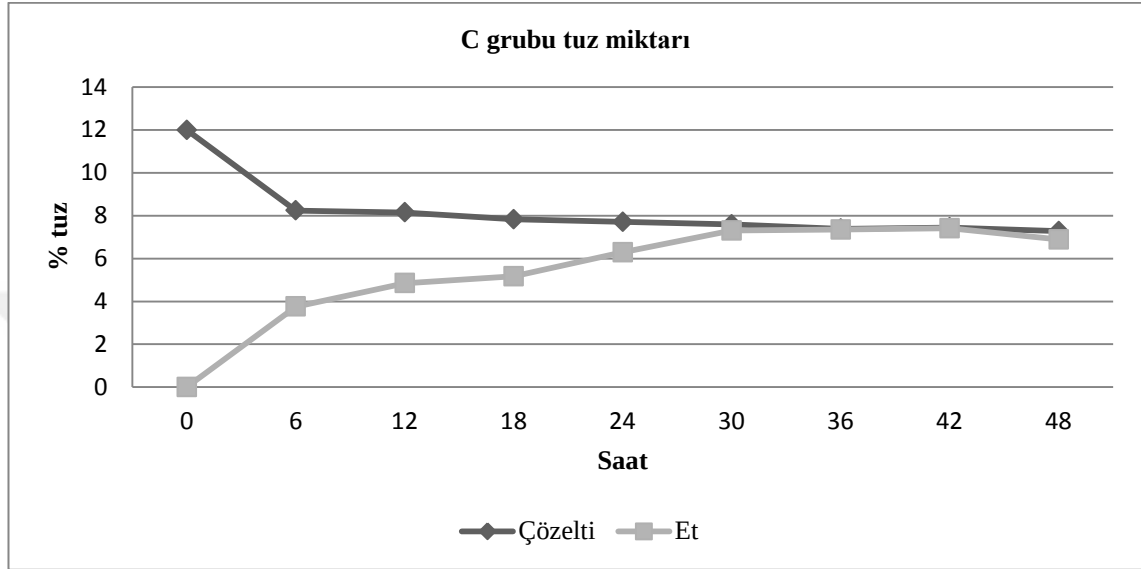
B grubunun çözeltisinde başlangıçta %8 olan tuz düzeyi ilk 6 saatte hızla düşmüş ve %5.37 değerine ulaşmış, daha sonra düşmeye devam ederek 42. Saatte %4.55 olmuştur. B grubunun balık etindeki tuz konsantrasyonu ise olgunlaşma işlemi boyunca sürekli önemli ($p < 0.01$) artış göstererek 48 saatte %4.62 değerine ulaşmıştır (Şekil 4.8). B grubunda çözeltideki ve etteki tuz miktarı 42 saatte dengeye ulaşmıştır.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.8. Olgunlaşma süresince B grubuna ait çözelti ve balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim

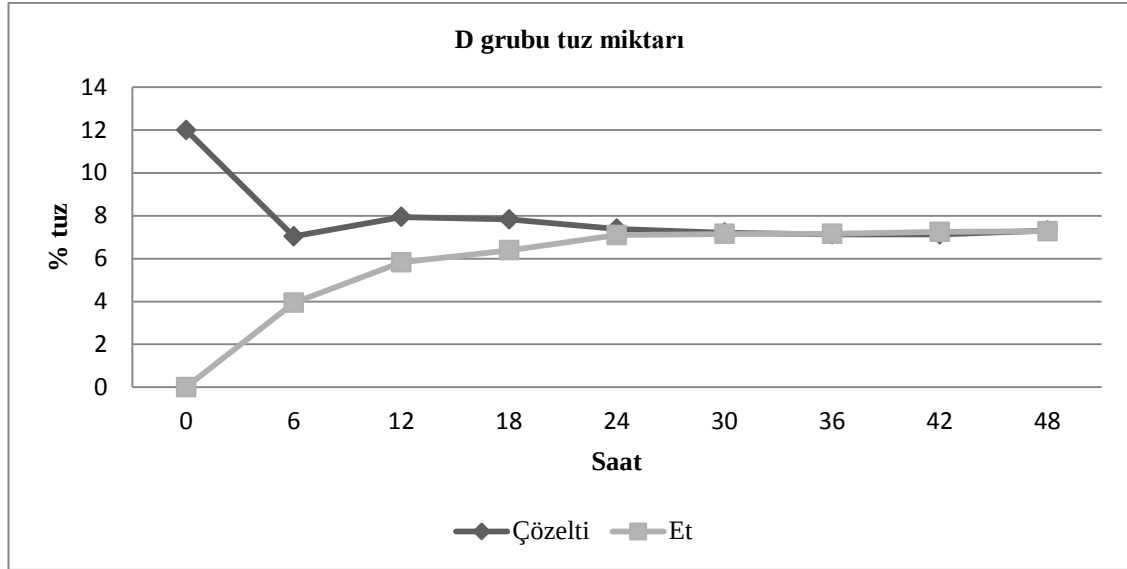
C grubunun çözeltisinde başlangıçta %12 olan tuz düzeyi ilk 6 saatte hızla düşmüş ve %8.15 değerine ulaşmış, daha sonra düşmeye devam ederek 48 Saatte %7.28 değerine ulaşmıştır. C grubunun balık etindeki tuz konsantrasyonu ise olgunlaşma işlemi boyunca sürekli artış göstererek 42 saatte %7.41 değerine ulaşmıştır (Şekil 4.9). C grubunda çözeltideki ve etteki tuz miktarı 42 saatte dengeye ulaşmıştır.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.9. Olgunlaşma süresince C grubuna ait çözelti ve balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim

D grubunun çözeltisinde başlangıçta %12 olan tuz düzeyi ilk 6 saatte hızla düşmüş ve %7.94 değerine ulaşmış, daha sonra düşmeye devam ederek 30. saatte %7.13 olmuştur. Daha sonra bir miktar artış ve 42. Günde de azalış göstermiştir. D grubunun balık etindeki tuz konsantrasyonu ise olgunlaşma işlemi boyunca sürekli artış göstererek 48 saatte %7.28 değerine ulaşmıştır (Şekil 4.10). D grubunda çözeltideki ve etteki tuz miktarı 36 saatte dengeye ulaşmıştır.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.10. D grubuna ait çözelti ve balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim

Balık etindeki tuz miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Etteki tuz düzeylerini gruplar arasında karşılaştırıldığımızda düzeyler sırasıyla D > C > B > A gruplarında belirlenmiştir (Şekil 4.11). Çözeltideki başlangıç tuz konsantrasyonu %12 olan grupların balık etindeki konsantrasyon başlangıç tuz konsantrasyonu %8 olan grupların balık etindeki konsantrasyonundan yüksek bulunmuştur. Konsantrasyonu yüksek olan gruplarda tuzun ete geçişi daha hızlı gerçekleşmiştir (Şekil 4.12). Tuz balık etine asitten daha yavaş işlemiştir. Cappacioni vd. (2009) de benzer sonuçlar bildirmiştir.

Çizelge 4.11. Balık etindeki tuz konsantrasyonundaki değişime ait varyans analiz sonuçları

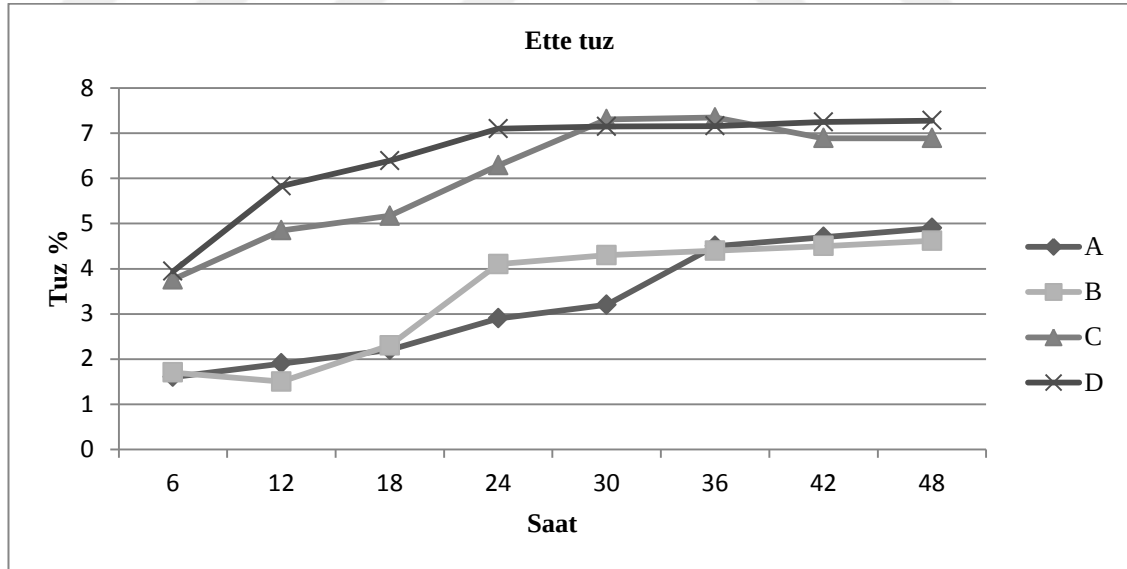
Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	48.1184474	17487.7**
Süre	7	12.2284391	4444.18**
Uygulama x Süre	21	0.4377022	159.07**
Hata	32	0.0027516	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.12. Balık etindeki tuz konsantrasyonuna ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

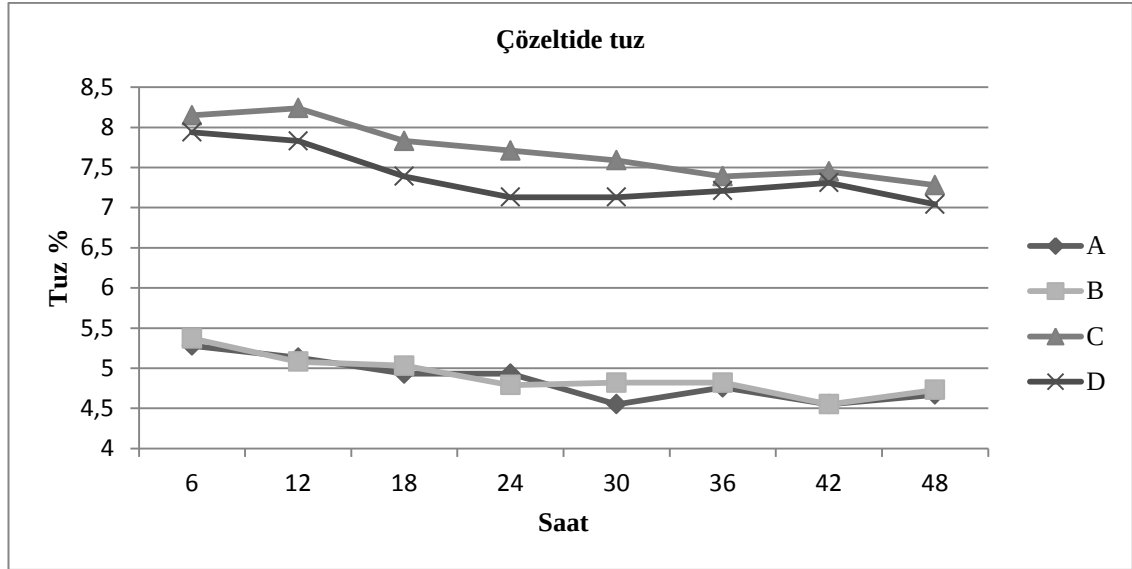
	Tuz değerleri (%)
Uygulama	
A	3.23875d
B	3.42625c
C	6.12875b
D	6.5313a
Süresi (Saat)	
6	2.75125g
12	3.52125f
18	4.02250e
24	5.09875d
30	5.49125c
36	5.87125b
42	5.92250a
48	5.96500a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.11. Farklı gruplara (A, B, C ve D) ait balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.12. Olgunlaşma süresince farklı gruplara (A, B, C ve D) ait balık etindeki % tuz düzeylerindeki değişim

Kılınç ve Çaklı (2005) sardalya balığından (*Sardina pilchardus*) marinat üretimi için %7 asetik asit ve %14 tuz kullanmışlar ve olgunlaşmanın ilk gününde tuz miktarını % 4.93 olarak belirlemişlerdir. Yeannes ve Casales (2008) %3 asetik asit ve %10 tuz içeren bir solüsyonda marine edilmiş Arjantin hamsisinin (*Engraulis anchoitae*) tuz içeriğini depolamanın ilk gününde %4.97 olarak belirlemişlerdir. Cabrer vd. (2002) ise %3 asetik asit ve %10 tuz çözeltisi kullanarak marine ettikleri Arjantin hamsisinde (*E. anchoita*) olgunlaşma sonunda tuz miktarını %4.91 olarak belirlemişlerdir. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) %10 tuz + %4 alkol sirkesi + %0.2 sitrik asitten oluşan marinasyon çözeltisinde marine edildikten sonra %0.27 olan tuz miktarı %6.29'a yükselmiştir (Keskin vd. 2018).

4.3. pH tayini bulguları

Çözeltide ve etteki pH değişimleri Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14'de verilmiştir. Çözeltideki pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.15 ve 4.16'da verilmiştir. Balık etindeki pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.17 ve 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Çözeltideki pH değişimleri

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	1.87 ± 0.001ı	2.61 ± 0.007c	2.30 ± 0.007g	2.47 ± 0.001f
6	4.46 ± 0.01h	5.00 ± 1.02a	4.35 ± 0.002f	4.06 ± 0.005e
12	4.62 ± 0.01g	4.23 ± 0.01b	4.46 ± 0.01e	4.17 ± 0.01d
18	4.67 ± 0.001f	4.31 ± 0.03b	4.51 ± 0.005d	4.24 ± 0.01c
24	4.73 ± 0.005d	4.30 ± 0.005b	4.59 ± 0.01c	4.25 ± 0.02c
30	4.71 ± 0.001e	4.28 ± 0.005b	4.60 ± 0.005b	4.29 ± 0.02b
36	4.79 ± 0.005b	4.34± 0.001ba	4.61 ± 0.003b	4.30 ± 0.01b
42	4.76 ± 0.005c	4.37 ± 0.001ba	4.60 ± 0.005b	4.35 ± 0.01a
48	4.81 ± 0.01a	4.41 ± 0.01ba	4.64 ± 0.01a	4.35 ± 0.01a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.14. Balık etindeki pH değişimleri

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	6.50 ± 0.001a	6.5 ± 0.001a	6.5 ± 0.001a	6.5 ± 0.001a
6	6.39 ± 0.02b	5.17 ± 0.007b	6.43 ± 0.004a	5.45 ± 0.01b
12	6.36 ± 0.02b	4.82 ± 0.01d	6.17 ± 0.02b	4.92 ± 0.02c
18	6.36 ± 0.02b	4.44 ± 0.009ı	5.14 ± 0.007c	4.43 ± 0.02hg
24	5.09 ± 0.04e	4.59 ± 0.006f	4.85 ± 0.007d	4.59 ± 0.02f
30	5.22 ± 0.02d	4.75 ± 0.007e	5.10 ± 0.14c	4.64 ± 0.0e1
36	4.95 ± 0.02f	4.48 ± 0.007h	4.55 ± 0.01f	4.40 ± 0.0h1
42	4.91 ± 0.007f	4.55 ± 0.007g	4.71 ± 0.007e	4.44 ± 0.007g
48	5.43 ± 0.007c	5.04 ± 0.007c	4.61 ± 0.01fe	4.85 ± 0.007d

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.15. Çözeltideki pH değişime ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	0.39763761	13.13**
Süre	8	5.14189539	169.76**
Uygulama x Süre	24	0.13932606	4.60**
Hata	69	0.03028921	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.16. Çözeltideki pH değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	pH değerleri
Uygulama	
A	4.38130a
B	4.26923b
C	4.37308a
D	4.11692c
Süresi (Saat)	
0	2.26c
6	4.47083ba
12	4.37292b
18	4.43500ba
24	4.47000ba
30	4.46917ba
36	4.51083ba
42	4.52333ba
48	4.55500a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.17. Balık etindeki pH değişime ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F**
Uygulamalar	3	2.82797	654.68**
Süre	8	3.14723845	728.59**
Uygulama x Süre	24	0.30399331	70.37**
Hata	36	0.00431963	

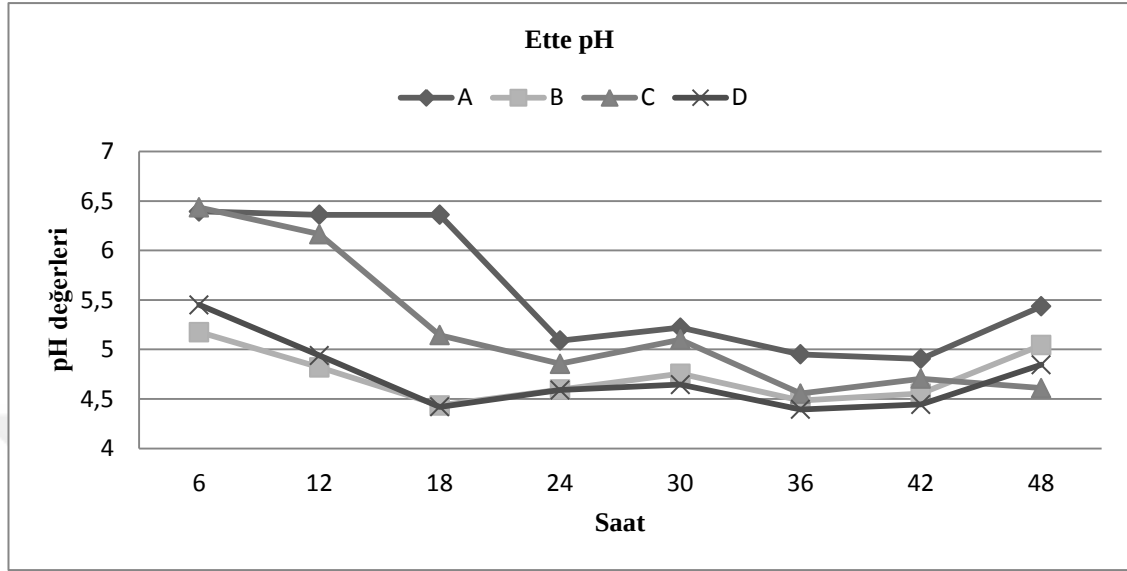
(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.18. Balık etindeki pH değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	pH değerleri
Uygulama	
A	5.69056a
B	4.92939c
C	5.45222b
D	4.88389d
Süresi (Saat)	
0	6.50a
6	5.79875b
12	5.56625c
18	5.34125d
24	4.78238f
30	4.93000e
36	4.59625g
42	4.65250g
48	4.98375e

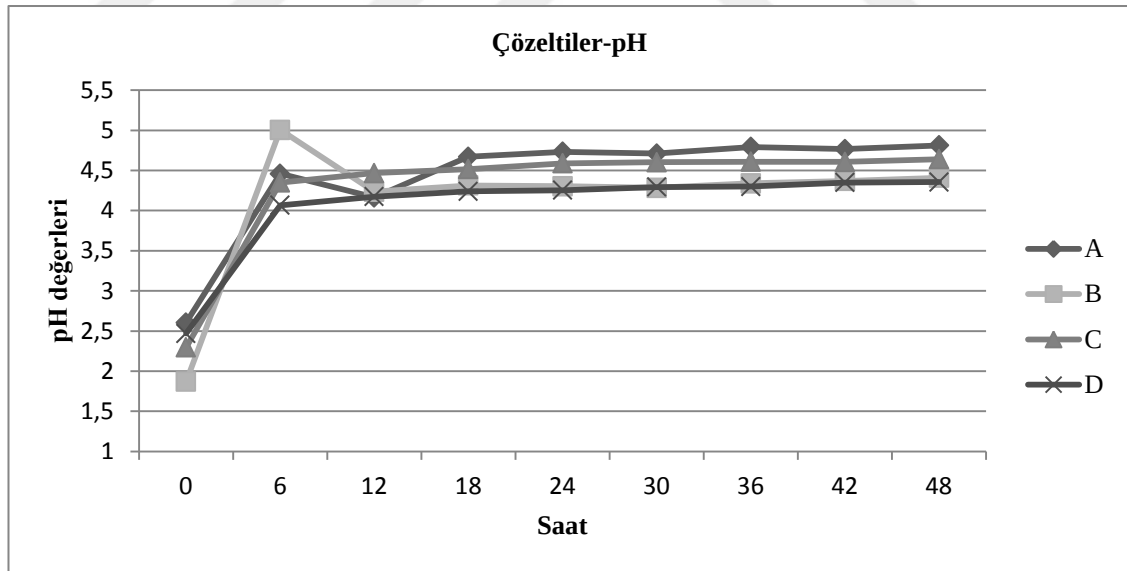
Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Marinatın olgunlaşması sırasında etteki pH değerleri azalırken (Şekil 4.13), çözeltinin pH değerleri (Şekil 4.14) artış göstermiştir.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.13. Farklı gruplara (A, B, C ve D) ait balık etinde pH değerlerindeki değişim



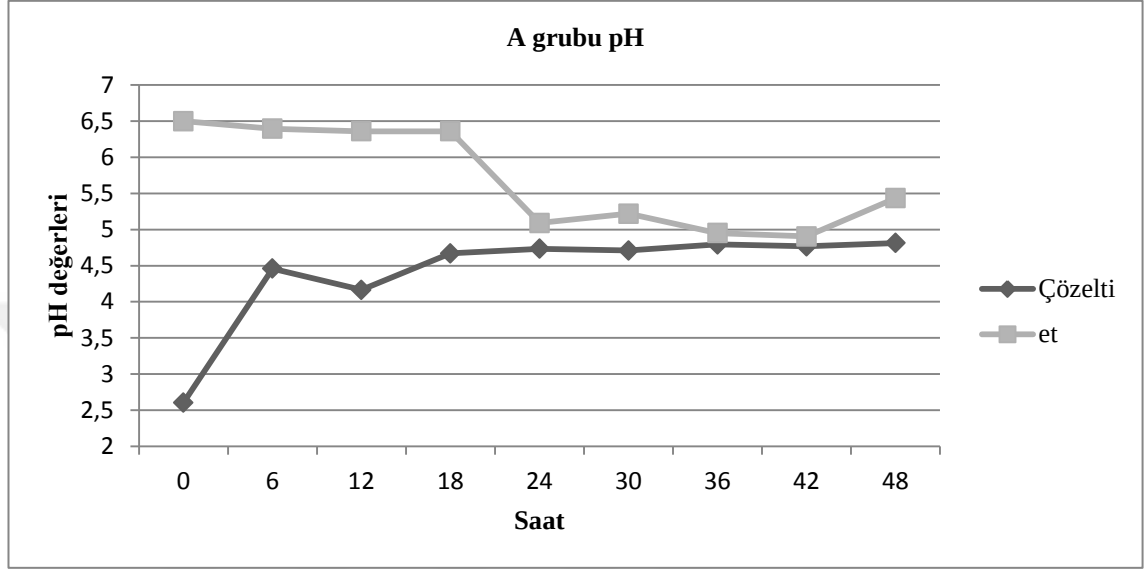
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.14. Farklı gruplara (A, B, C ve D) ait çözeltilerde pH değerlerindeki değişim

Etteki pH değerlerini incelediğimizde en düşük pH değerleri B ve D grubunda belirlenirken en yüksek pH değerleri A ve C grubunda belirlenmiştir. B ve D gruplarında pH değeri ilk 18 saatte keskin bir düşüş gösterirken, C grubunda 24 saatte

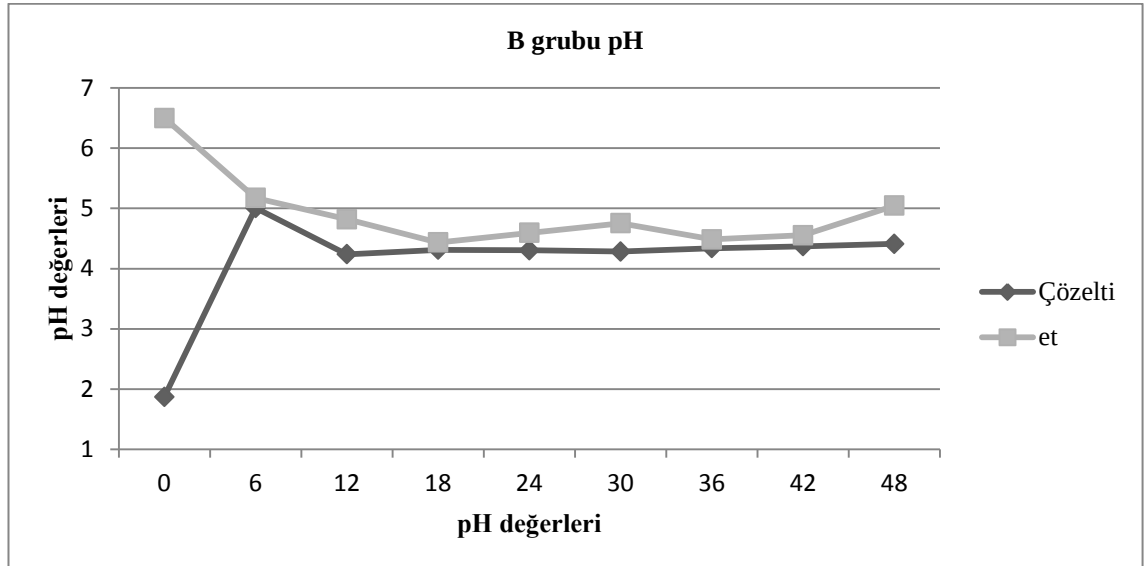
keskin düşüş görülmüştür. A grubunun pH değeri ise ilk 18 saat önemli bir değişim göstermezken, 18. saatten sonra düşüş görülmüştür.

Olgunlaşma süresince çözeltilerin pH değerlerindeki değişimler incelendiğinde, A, B, C ve D gruplarının pH değerlerinde ilk 6 saatte keskin bir artış tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın kalan sürelerinde ise pH değerlerinde önemli bir değişim saptanmamıştır (Şekil 4.15, 4.16, 4.17, 4.18).



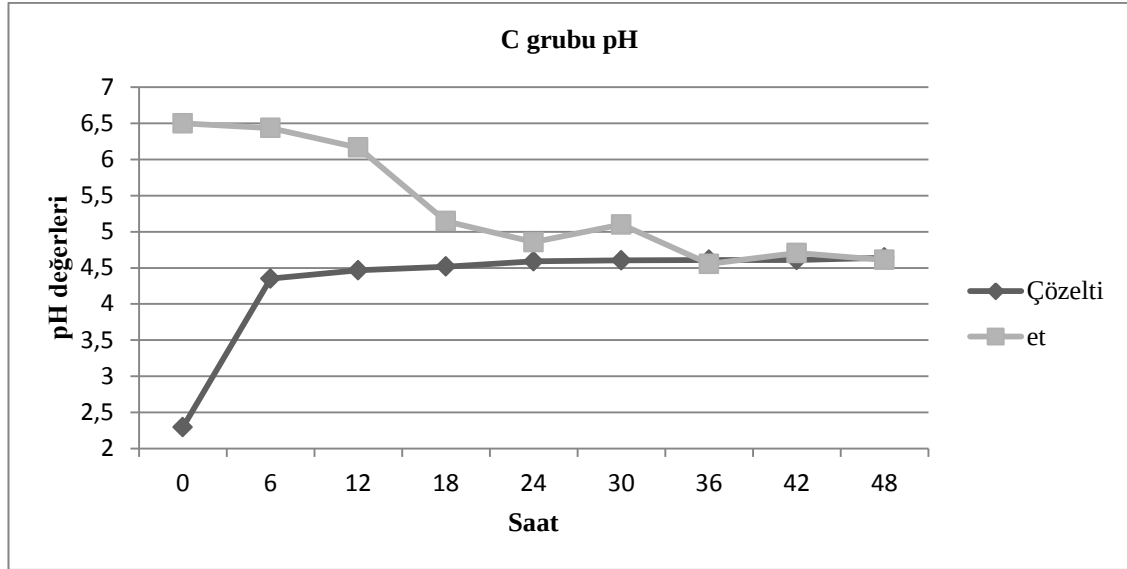
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.15. A grubuna ait asitlik ve pH değerlerindeki değişimin karşılaştırması



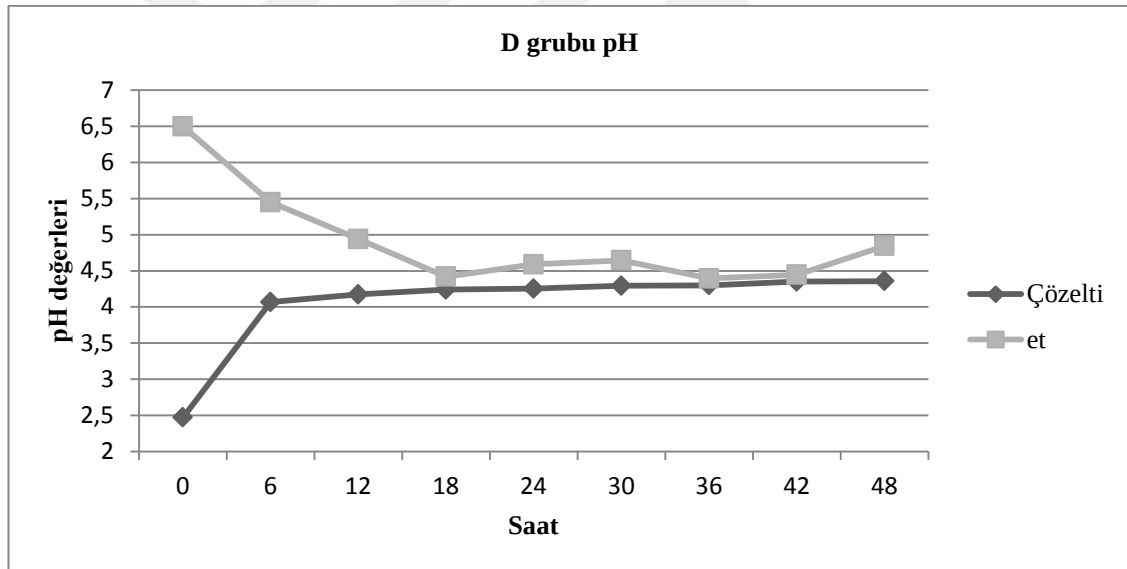
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.16. B grubuna ait asitlik ve pH değerlerindeki değişimin karşılaştırması



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.17. C grubuna ait asitlik ve pH değerlerindeki değişimin karşılaştırması

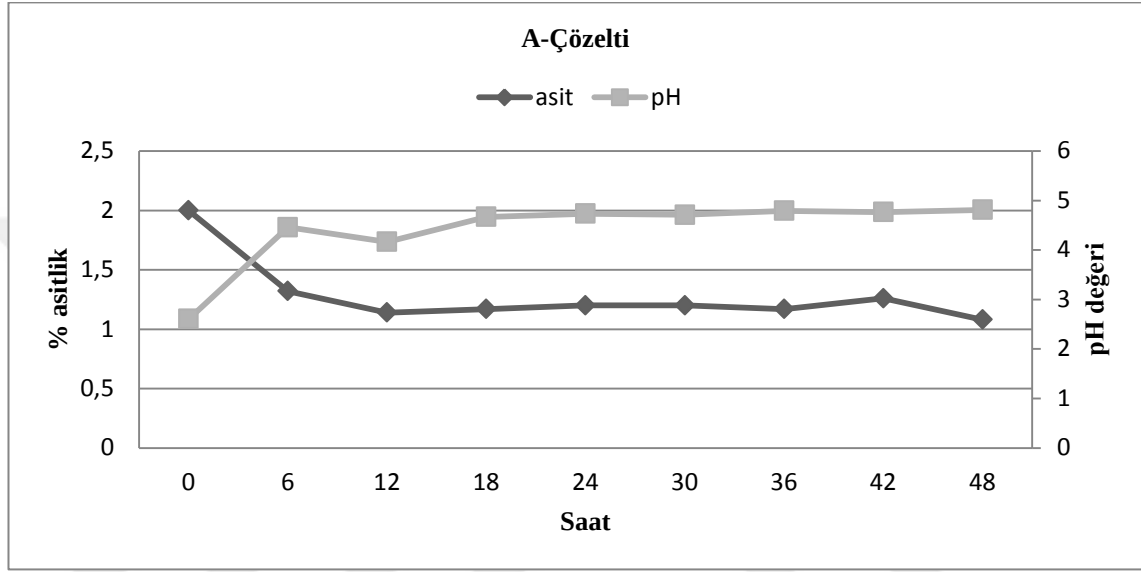


(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.18. D grubuna ait asitlik ve pH değerlerindeki değişimin karşılaştırması

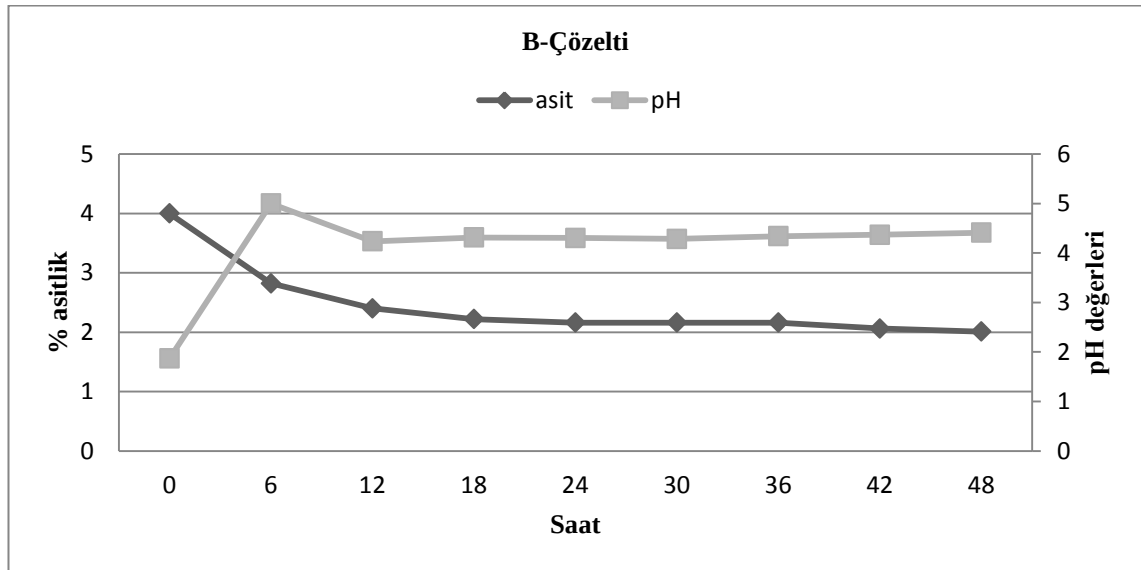
Asitlik değerlerindeki değişimlerle pH değerlerindeki değişimler karşılaştırıldığında A ve B gruplarında paralellik saptanmıştır (Şekil 4.19 ve 4.20). Yani asitlik ilk 6 saatte azalırken pH değerleri artış göstermiştir. Olgunlaşmanın kalan saatlerinde pH ve asitlikte önemli bir değişim saptanmamıştır. C ve D gruplarında da ilk 6 saatte pH keskin düşüş, asitlik keskin artış göstermiştir (Şekil 4.21 ve 4.22). Ancak 6 saatten sonra C grubunda pH değerinde önemli değişim gözlenmemiş olup, asitlik değerleri artış ve azalış şeklinde düzensiz değişim göstermiştir. D grubunda ise pH 6 saatten sonra önemli ($p > 0.05$) bir değişim göstermezken, asitlik değerleri artış

göstermiştir. Szymczak vd. (2015) tarafından yürütülen bir çalışmada marinat çözeltisindeki %3'ten %8'e artan asit konsantrasyonunun, etin pH'ını 4,55-4,62'den 4,15-4,24'e düşürdüğünü göstermiştir. Tuz konsantrasyonu daha yüksek çözelti (%12) ile üretilen marinat gruplarında aynı asit konsantrasyonu muamele edilen gruplar karşılaştırıldığında daha düşük pH değerlerine ulaşıldığı görülmektedir. Mandal ve Basu (2008) da benzer şekilde daha yüksek tuz konsantrasyonunun pH'ı bir miktar azalttığını bildirmişlerdir.



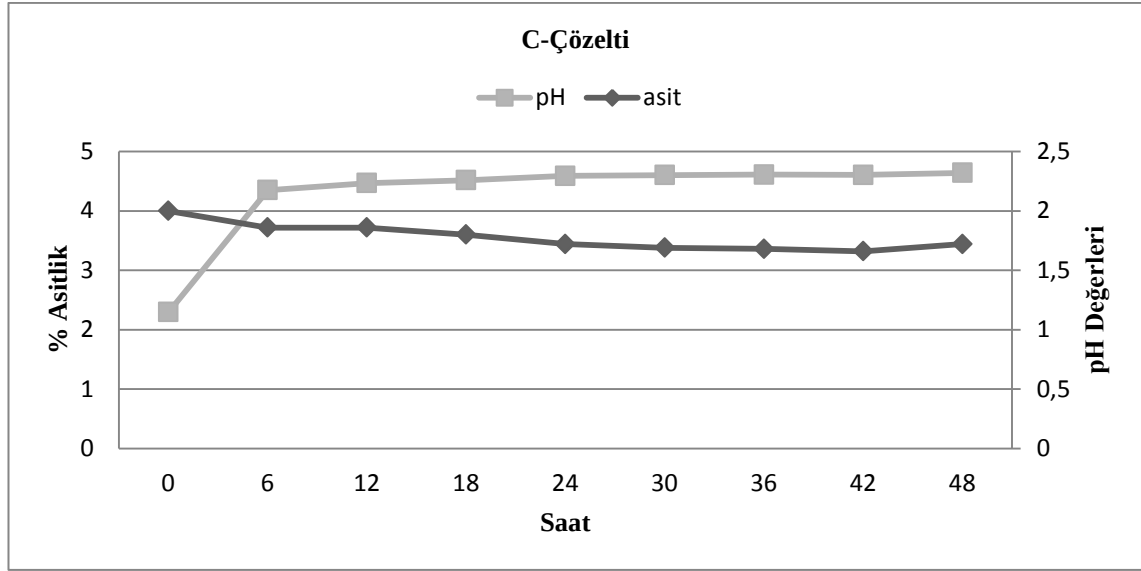
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.19. A grubu çözeltinin asitlik ve pH değişim karşılaştırması



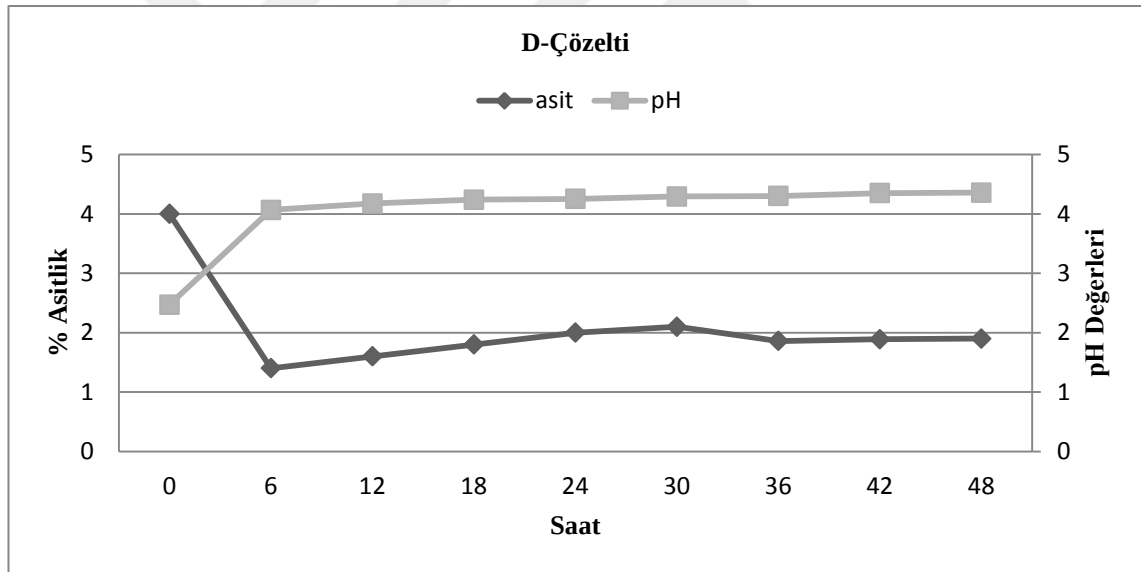
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.20. B grubu çözeltinin asitlik ve pH değişim karşılaştırması



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.21. C grubu çözeltinin asitlik ve pH değişim karşılaştırması



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.22. C grubu çözeltinin asitlik ve pH değişim karşılaştırması

Gökoğlu vd. (2009), taze hamside 6.3 olan pH değerinin %3 asetik ve %15 tuz çözeltisinde marinyasyon sırasında 4.57'ye düştüğünü bildirmişlerdir. Marine edilmiş Sardalya (*Sardina pilchardus*) nın 6.72 pH değeri depolama başlangıcında 4.23 değerine düşmüştür (Kılınç ve Çaklı 2004). Asetik asit (%3) ve tuz (%10) çözeltisi kullanılarak marine edilmiş Arjantin hamsisinde (*E. anchoita*) olgunlaşma sonunda pH değeri 6.4'den 4.2'ye düşmüştür (Cabrer vd. 2002). Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) %10 tuz+%4 alkol sirkesi+%0.2 sitrik asitten oluşan marinyasyon çözeltisinde marine edildikten sonra 6.42 olan pH değeri 3.98'e düşmüştür (Keskin vd. 2018). Özden ve

Baygar (2003) tarafından ise 6.04 olan ham materyalin başlangıç pH değeri marinasyon sonrasında 3.86 olarak tespit edilmiştir. Aksu vd. (1997) taze hamsideki 6.24 olan pH değerini % 2 asetik asit %12 tuz, %4 asetik asit %12 tuz ve % 6 asetik asit %16 içeren çözeltilerle marine ettikten 24 saat sonra sırasıyla 4.25, 4.18 ve 4.10 olarak belirlemişlerdir.

4.4. Pişirme kaybı bulguları

Balık etinde pişirme kayıplarındaki değişimler Çizelge 4.19’de verilmiştir. Balık etindeki pişirme kayıplarına ait varyans analiz sonuçları ile Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.20 ve 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Balık etinde pişirme kayıpları (%)

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	24.95 ± 2.12b	24.95 ± 2.12c	24.95 ± 2.12b	24.95 ± 2.12b
6	42.16 ± 2.80a	31.01 ± 2.88b	35.28 ± 1.49a	32.36 ± 3.89a
12	41.28 ± 2.82a	37.51 ± 3.25a	36.74 ± 1.75a	33.24 ± 0.73a
18	39.54 ± 2.43a	35.98 ± 1.81ba	36.28 ± 2.60a	34.21 ± 2.68a
24	41.52 ± 2.63a	36.95 ± 2.82a	38.22 ± 4.86a	34.83 ± 4.17a
30	39.94 ± 1.82a	36.22 ± 1.55ba	37.42 ± 1.61a	34.2 ± 4.21a
36	40.55 ± 1.57a	36.87 ± 2.75a	38.44 ± 3.28a	34.79 ± 1.71a
42	41.88 ± 2.82a	38.39 ± 1.44a	40.24 ± 2.65a	35.0 ± 1.41a
48	39.88 ± 2.68a	37.2 ± 1.30a	39.4 ± 1.75a	36.2 ± 2.82a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.20. Balık etinin pişirme kayıplarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	106.341675	15.89**
Süre	8	144.630337	21.61**
Uygulama x Süre	24	4.626825	0.69
Hata	36	6.691557	

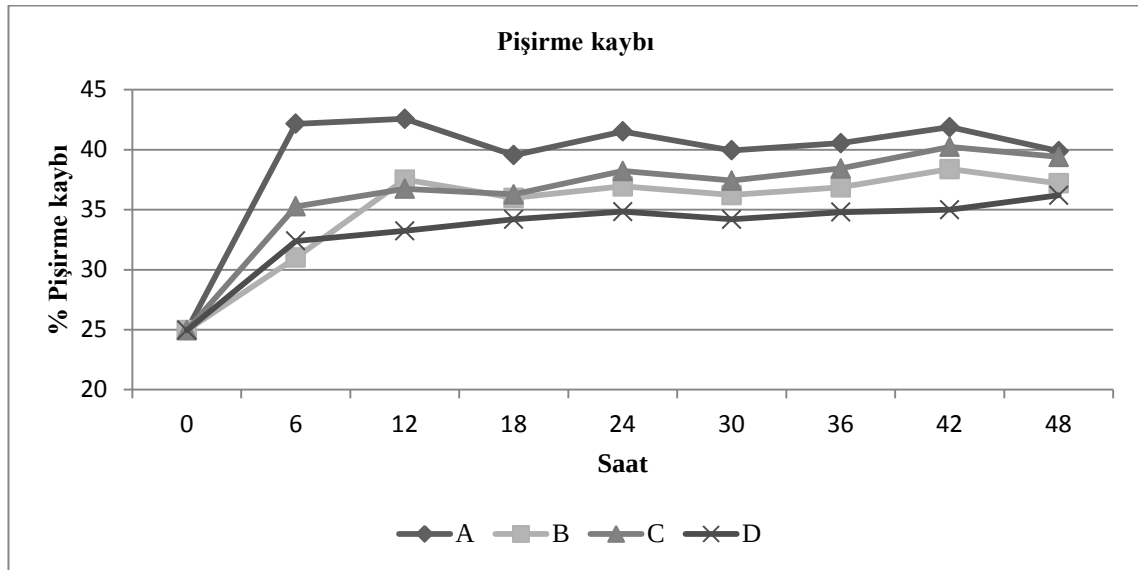
(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.21. Balık etinin pişirme kayıplarına ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Piştirme kayıpları (%)
Uygulama	
A	39.0778a
B	35.0089cb
C	36.3306b
D	33.3211c
Süresi (Saat)	
0	24.950c
6	35.211b
12	37.193ba
18	36.500ba
24	37.880ba
30	36.948ba
36	37.663ba
42	38.878a
48	38.190ba

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

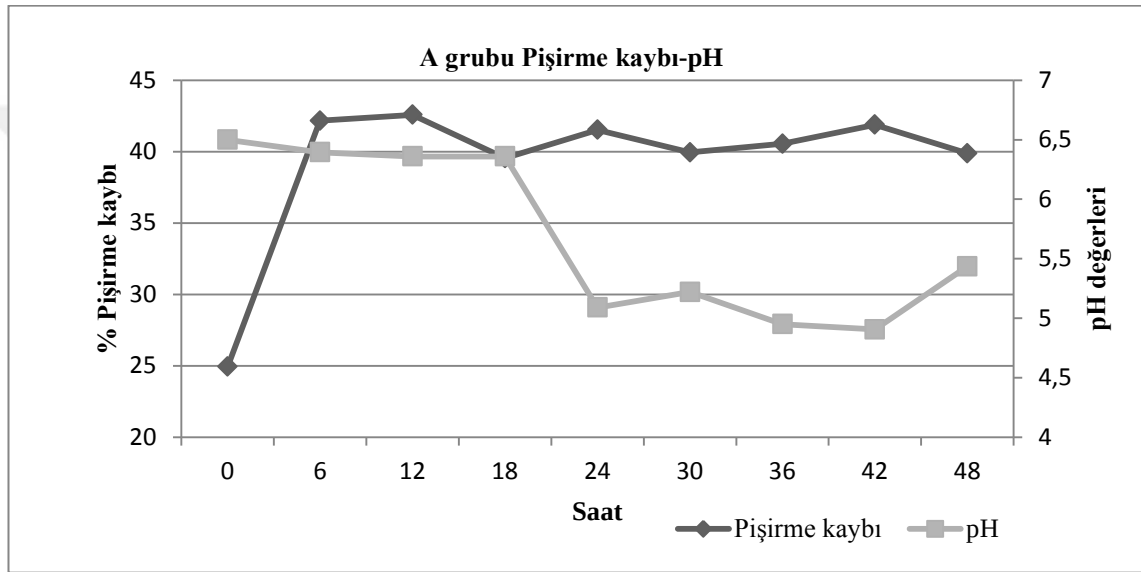
En yüksek piştirme kayıpları A grubunda belirlenmiş olup, diğer gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. A, B ve C gruplarında ilk 12 saatte, D grubunda ilk 6 saatte, artış saptanmış olup, kalan saatlerde önemli bir değişim gözlenmemiştir (Şekil 4.23).



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

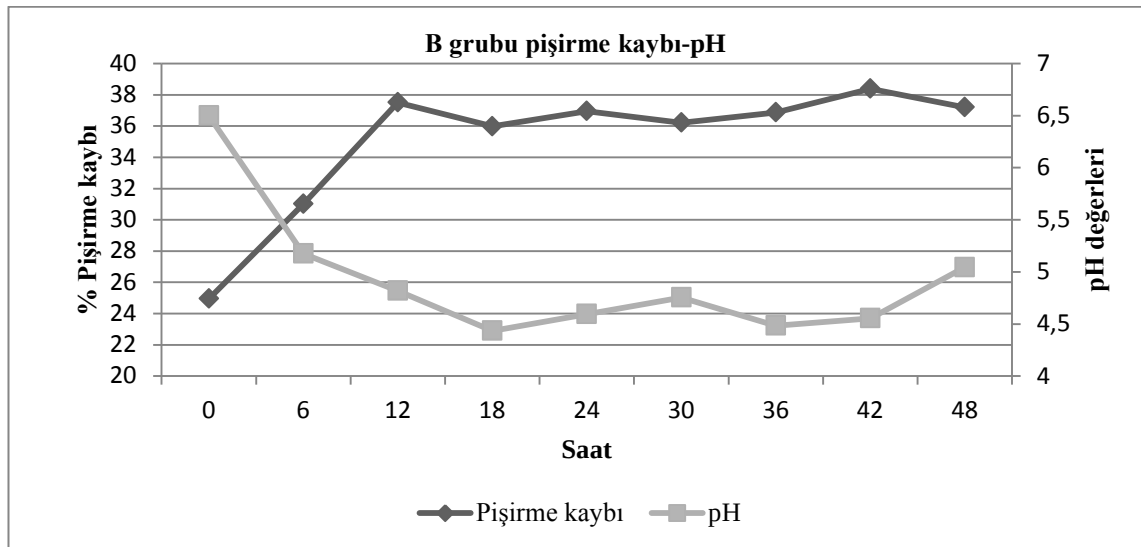
Şekil 4.23. Farklı gruplara (A, B, C ve D) ait piştirme kaybı değerlerindeki değişimler

Piştirme kayıplarındaki değişimleri pH değerlerindeki değişimlerle karşılaştırdığımızda tüm gruplarda negatif bir ilişki saptanmıştır. pH değerleri azalırken piştirme kayıplarının arttığı saptanmıştır (Şekil 4.24, 4.25, 4.26 ve 4.27). Şekillerde de görüldüğü gibi, daha düşük pH, daha yüksek bir su bağlamaya neden olmuştur. Marinasyon sonrası düşük kas pH'nın doku üzerinde olumlu etkileri olduğu ve su bağlama kapasitesini, nem içeriğini arttırdığı ve piştirme kayıplarını azalttığı bildirilmiştir (Oreskovich vd. 1992). Proteinlerin su bağlanmasının izoelektrik noktanın (yaklaşık pH 5.2) altında (veya üstünde) daha iyi olduğu bildirilmiştir (Seuss ve Martin 1993). Bu durum, Rao vd. (1989) ve Rao ve Gault (1989) tarafından pH'nın proteinler üzerindeki etkisine bağlanmıştır. Marine edilmiş balığın düşük pH'ı ile katepsin aktivitesi artmakta ve bunun sonucunda balık proteinlerinden peptitler ve amino asitler oluşmaktadır (Meyer 1965).



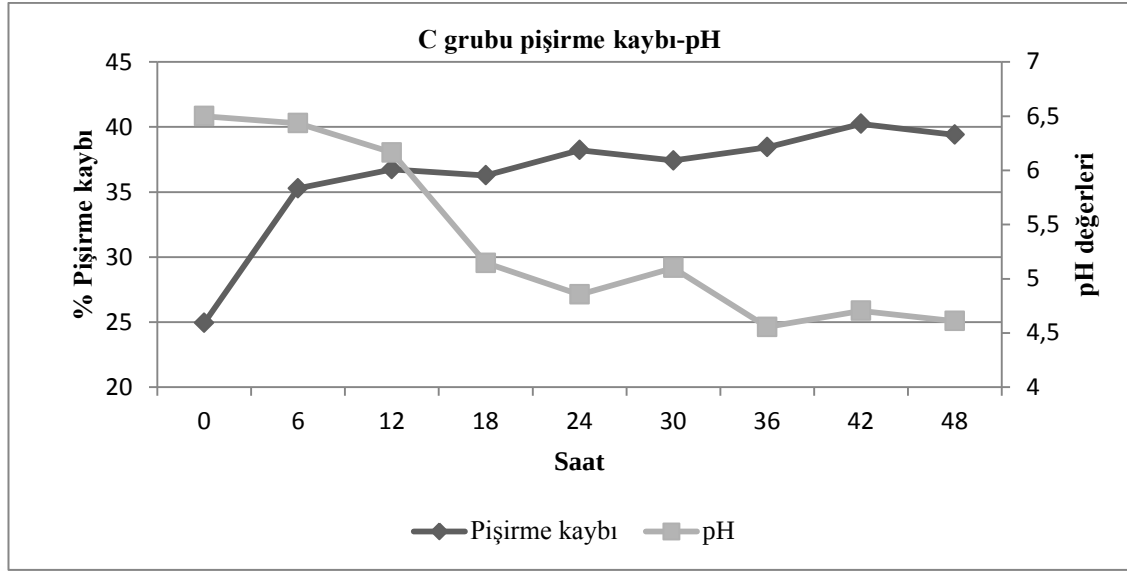
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.24. A grubuna ait piştirme kaybı ve pH değerlerinin karşılaştırması



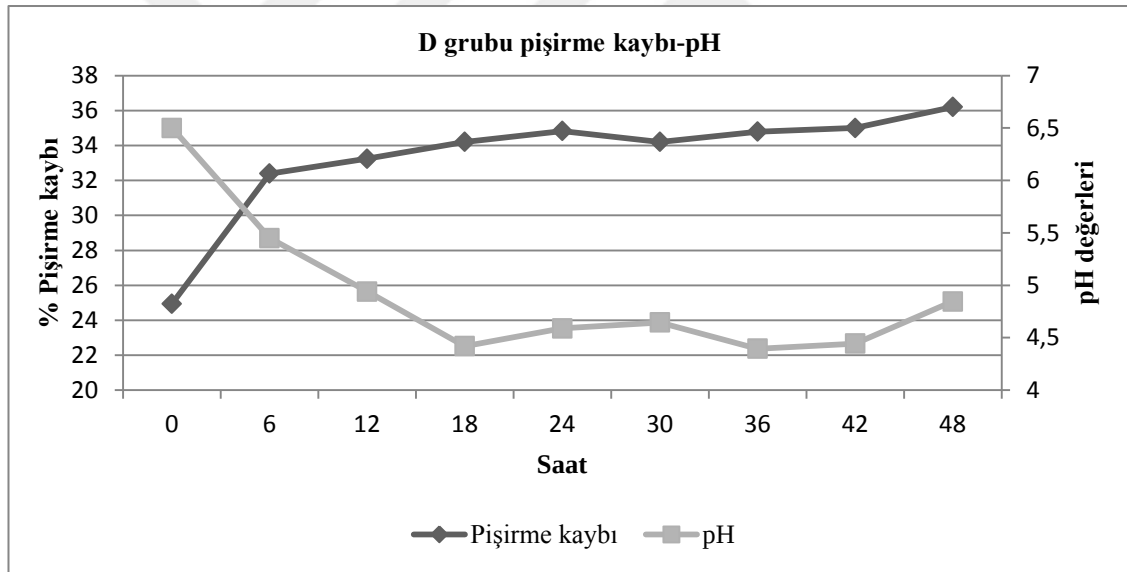
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.25. B grubuna ait piştirme kaybı ve pH değerlerinin karşılaştırması



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

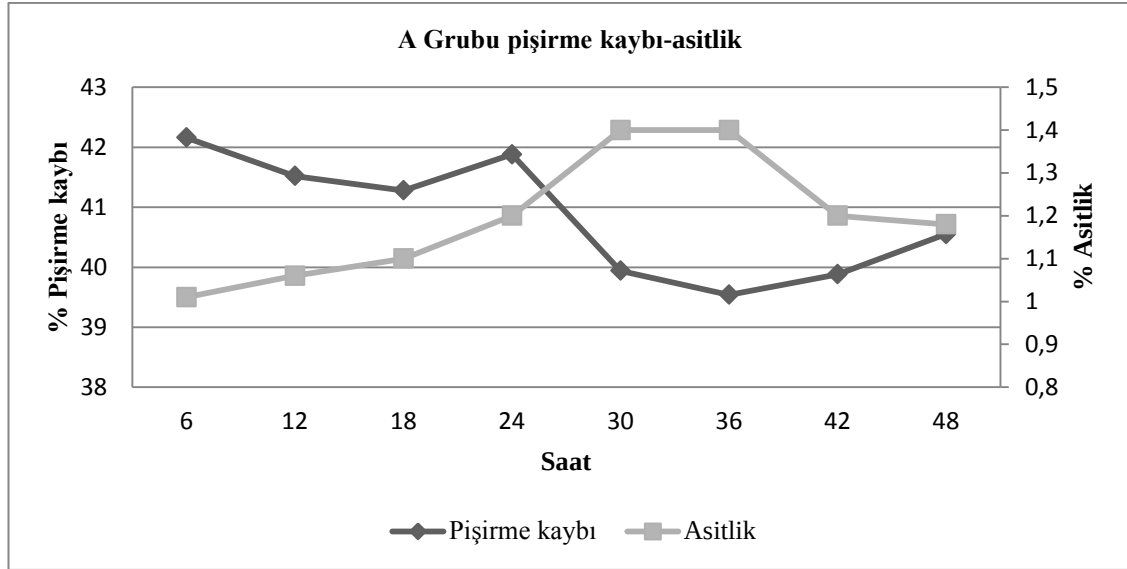
Şekil 4.26. C grubuna ait pişirme kaybı ve pH değerlerinin karşılaştırması



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

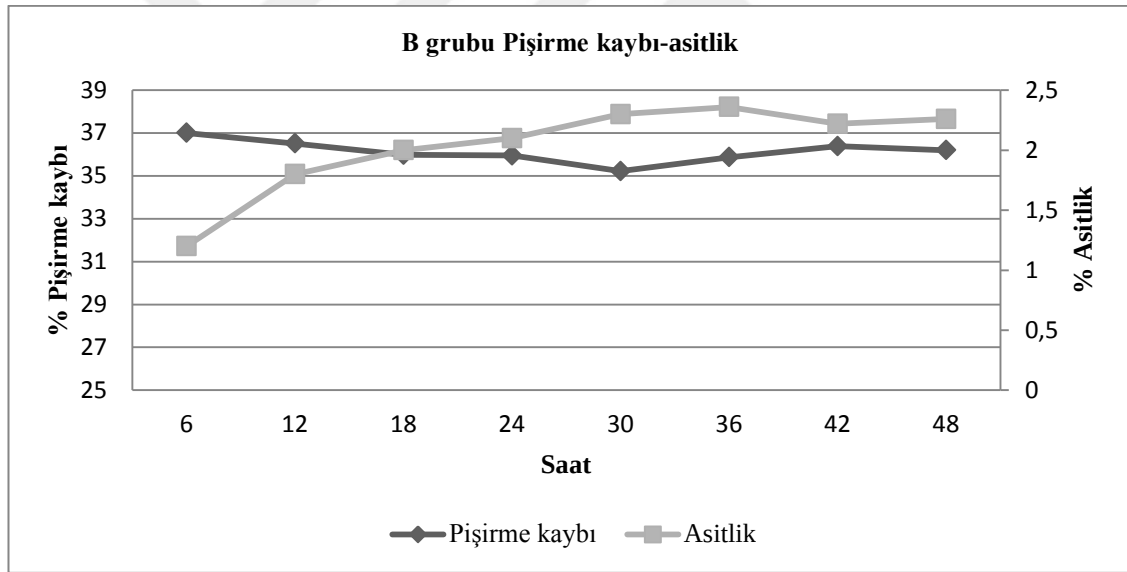
Şekil 4.27. D grubuna ait pişirme kaybı ve pH değerlerinin karşılaştırması

Pişirme kayıplarındaki değişimleri asitlik değerlerindeki değişimlerle karşılaştırdığımızda tüm gruplarda negatif bir ilişki saptanmıştır. Asitlik değerleri artarken pişirme kayıplarının azaldığı saptanmıştır (Şekil 4.28, 4.29, 4.30 ve 4.31). Şekillerde de görüldüğü gibi, daha yüksek asitlik, daha yüksek bir su bağlamaya neden olmuştur.



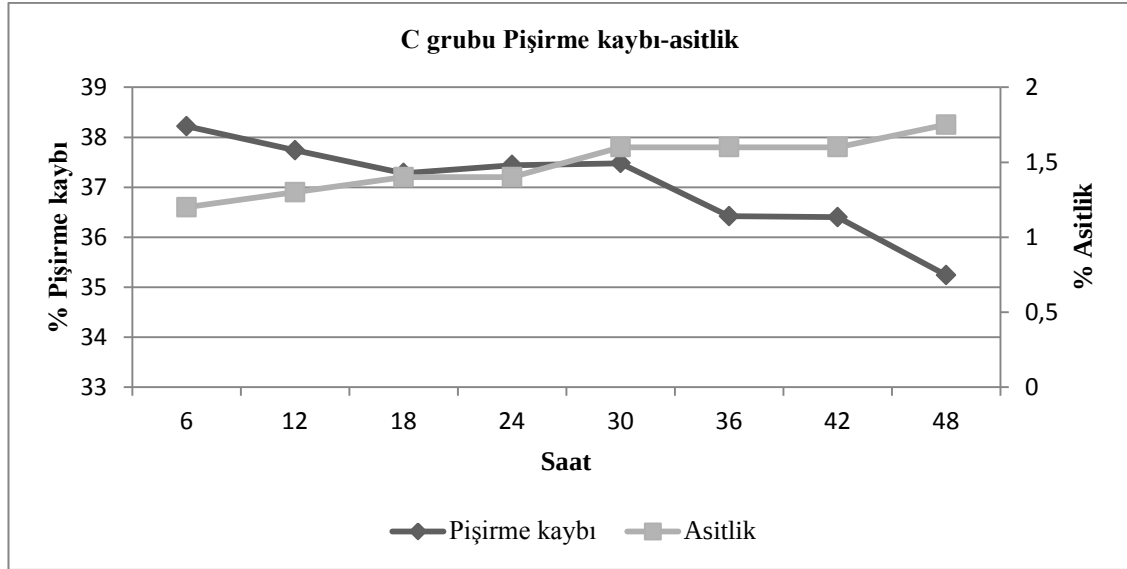
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.28. A grubuna ait pişirme kaybı ve asitlik değerlerinin karşılaştırması



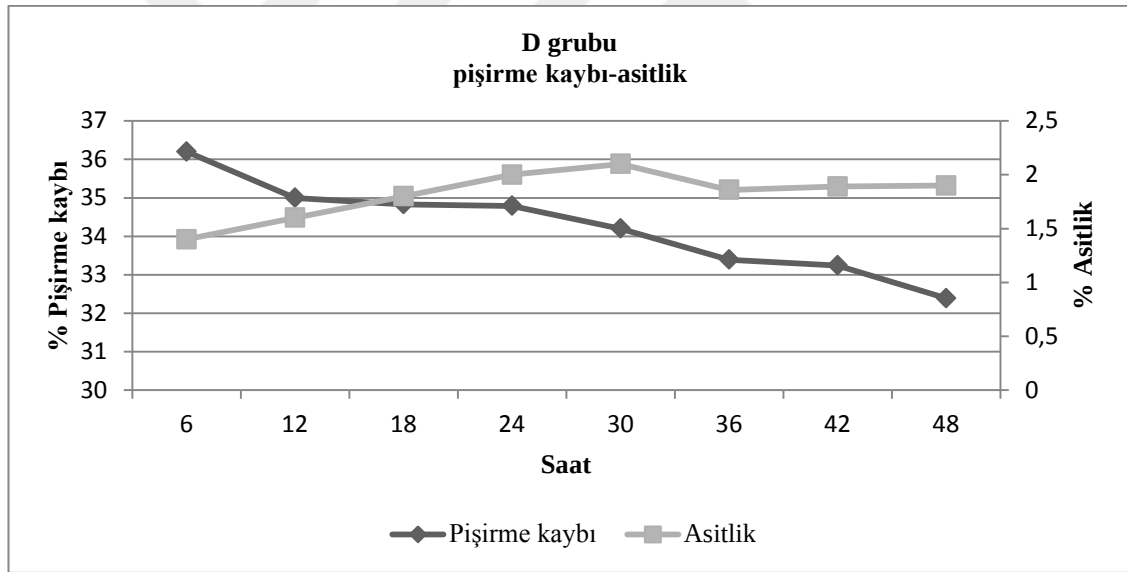
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.29. B grubuna ait pişirme kaybı ve asitlik değerlerinin karşılaştırması



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.30. C grubuna ait pişirme kaybı ve asitlik değerlerinin karşılaştırması

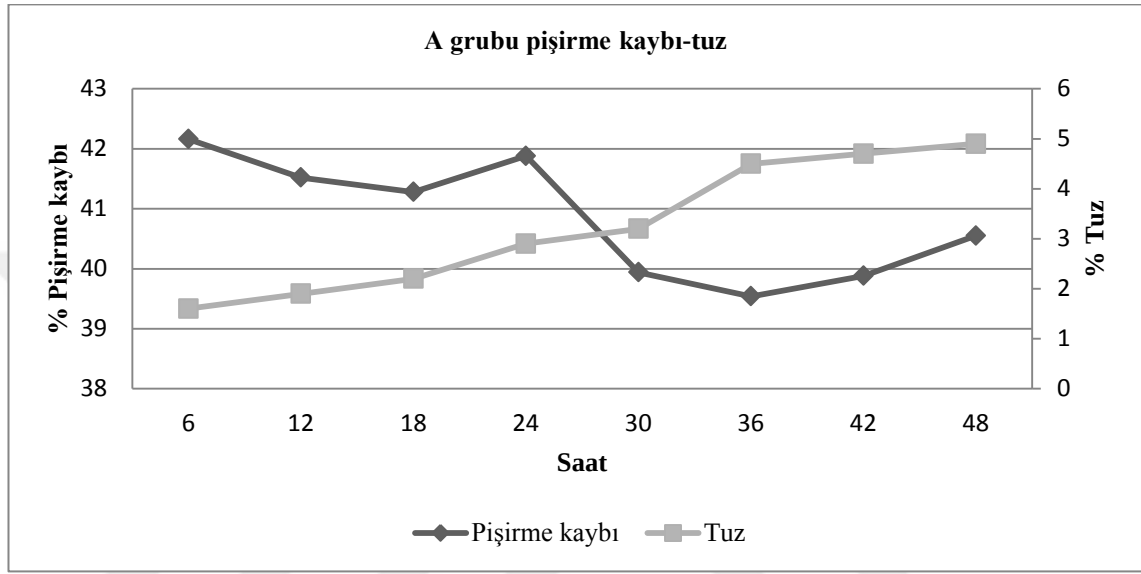


(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.31. D grubuna ait pişirme kaybı ve asitlik değerlerinin karşılaştırması

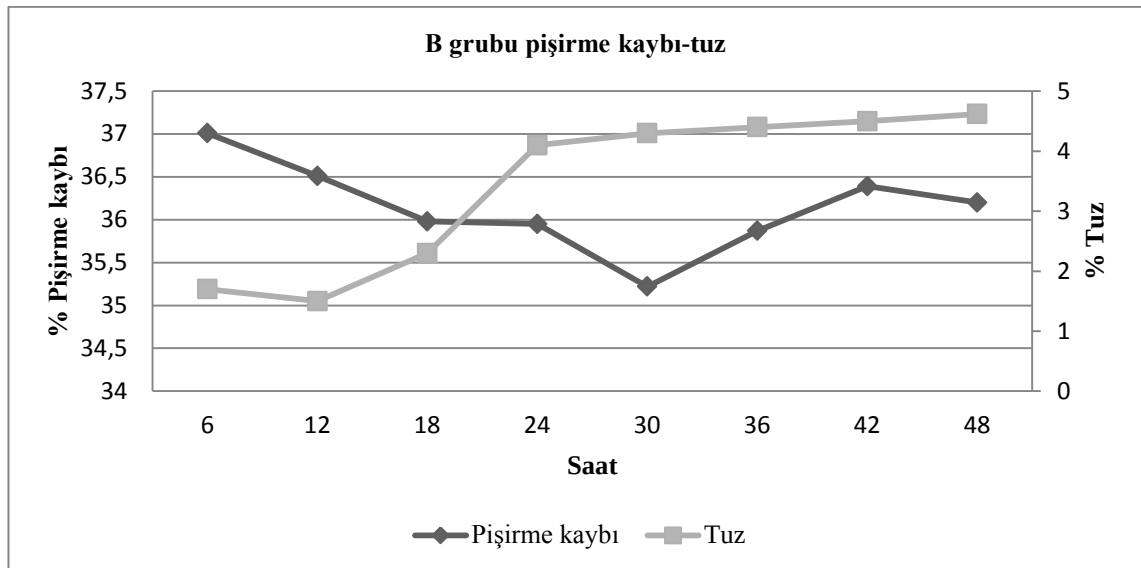
Pişirme kayıplarındaki değişimleri tuz konsantrasyonundaki değişimlerle karşılaştırdığımızda tüm gruplarda negatif bir ilişki saptanmıştır. Tuz konsantrasyonu artarken pişirme kayıplarının azaldığı saptanmıştır (Şekil 4.32, 4.33, 4.34 ve 4.35). Macharakova vd. (2021) tuz ilavesinin ette pişirme kayıplarına etkisi olduğunu, tuzsuz ete göre %0.5 ve %1.0 tuzlu ette daha düşük kayıplar kaydedildiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada da köfteye daha yüksek tuz ilavesinin daha düşük pişirme kayıpları ile sonuçlandığı belirtilmiş olup, bu durumun tuzun etin su bağlama kabiliyeti üzerine olan etkisinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Tobin vd. 2012). Ete tuz eklenmesi iyonik

gücü arttırmaktadır (Hamm 1994; Offer ve Knight 1988; Medynski vd., 2000). Bunun nedenin, kas lifinin ince ve kalın filamentleri arasındaki boşluğu genişleten elektrostatik itmeye neden olan daha fazla sayıda iyon olabileceği ve kas içine daha fazla su emilmesi ile sonuçlanabileceği ve su tutma kapasitesini arttıracakı bildirilmiştir (Lawrie, 1991). Sodyum ve klorür iyonları et proteini yan zincirlerindeki iyonlara bağlanmakta ve böylece birbirlerini itmektedir. Bu da etin su bağlama yeteneğini arttırmaktadır (Feiner, 2006). Komoltri ve Pakdeechanuan (2012) marinasyonun işleminin pişirme kaybında azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir.



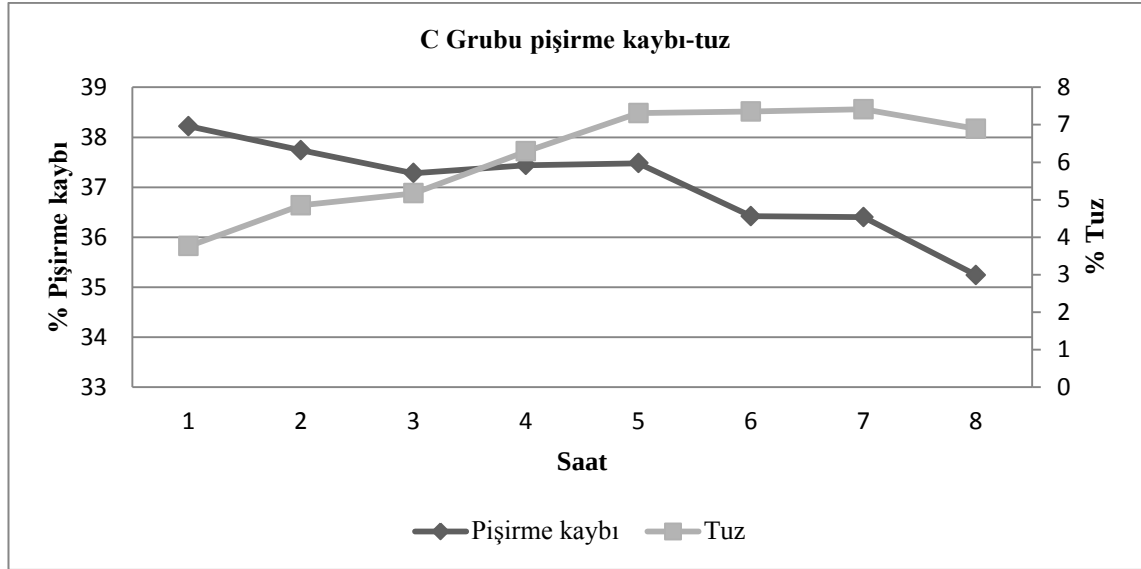
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.32. A grubuna ait pişirme kaybı ve tuz konsantrasyonu değişiminin karşılaştırması



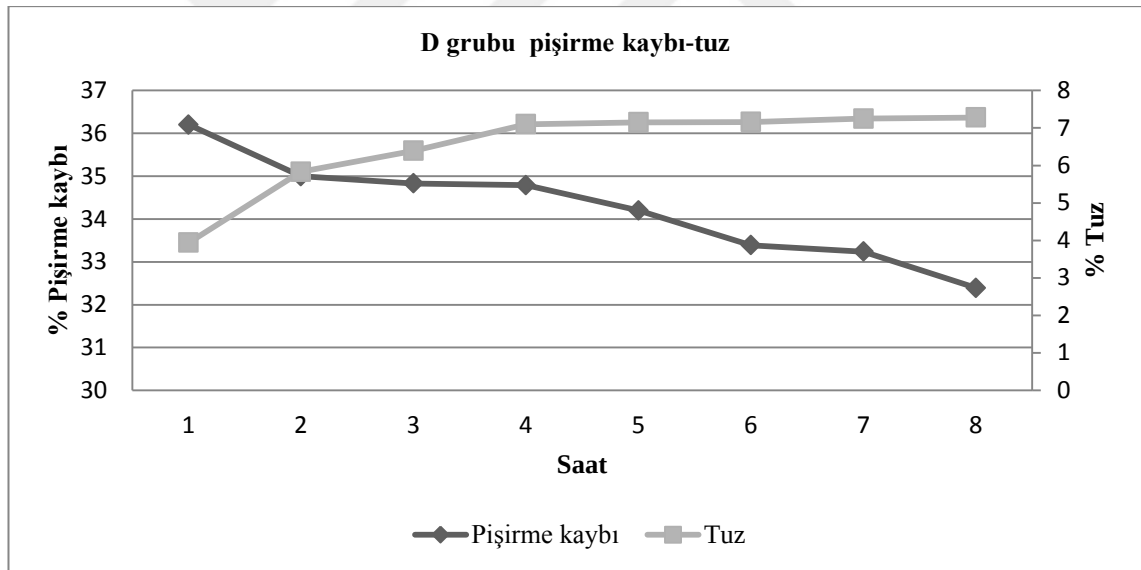
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.33. B grubuna ait pişirme kaybı ve tuz konsantrasyonu değişiminin karşılaştırması



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.34. C grubuna ait pişirme kaybı ve tuz konsantrasyonu değişiminin karşılaştırması



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.35. D grubuna ait pişirme kaybı ve tuz konsantrasyonu değişiminin karşılaştırması

4.5. Renk değerleri (L^* , a^* , b^*) ölçüm bulguları

4.5.1. L^* değeri ölçüm bulguları

Renk gıdaların önemli bir özelliğidir ve tüketici tercihlerinin önemli derecede etkilemektedir.

Balık etinin L^* değerindeki değişimler Çizelge 4.22’de verilmiştir. Balık etindeki L^* değerindeki değişimlere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23’da ve Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Marinatın olgunlaşması sırasında ilk 6 saatte tüm grupların L^* değerlerinde önemli ($p<0.01$) artış saptanmıştır. (Şekil 4.36). Olgunlaşmanın 6. Saatinden sonra L^* değerlerinde önemli ($p>0.05$) bir değişim saptanmamıştır. Gruplar arasında en yüksek L^* değerleri B grubunda en düşük değerler C grubunda belirlenmiştir ($p<0.01$). Marinatın olgunlaşması sırasında L^* değerindeki değişim tuz konsantrasyonundaki değişimle karşılaştırıldığında A grubunda 36 saate kadar her ikisinin de paralel bir şekilde artış gösterdiği 36 saatten sonra da hemen hemen değişmediği gözlenmiştir (Şekil 4.37). B grubunda olgunlaşmanın ilk 6 saatinde tuz içeriği ve L^* değerinde keskin bir artış gözlenmiş olup, bu süreden sonra L^* değerinde önemli ($p>0.05$) bir değişim saptanmamış tuz içeriği ise artmaya devam etmiştir (Şekil 4.38). C grubunda da olgunlaşmanın ilk 6 saatinde tuz içeriği ve L^* değerinde keskin bir artış gözlenmiştir. Daha sonra C grubunun tuz içeriği 30. saate kadar artmış L değeri ise 24. saate kadar azalmıştır (Şekil 4.39). Sonrasında her ikisinde de anlamlı bir değişim saptanmamıştır ($p>0.05$). D grubunda da olgunlaşmanın ilk 6 saatinde tuz içeriği ve L^* değerinde keskin bir artış gözlenmiştir. Daha sonra D grubunun tuz içeriği 24. saate kadar artmış L^* değeri ise 18. Saate kadar azalmıştır. Sonrasında her ikisinde de anlamlı bir değişim saptanmamıştır (Şekil 4.40).

Marinasyon işlemi etin parlaklığını arttırmaktadır (Jittrepotch et al 2015). Farklı konsantrasyonlarda asetik asitin Atlantik ve baltık ringası marinatlarının kalitesi üzerine yürütülen bir çalışmada asit konsantrasyonunun %6-8’e çıkmasının her iki marinatın renk parlaklığını arttırdığı bildirilmiştir (Szymczak vd. 2015). Keskin vd (2018) de yaptıkları çalışmada marinasyon sonrasında hamsi etinde L^* değerini arttığını saptamışlardır. Çakır ve Ayvaz (2019) da marinasyon işlemi sonrası L^* değerinde artış belirlemişlerdir. Tuzdaki Ca iyonlarının mevcudiyetinin ette parlaklığı arttırdığı, Ca iyonlarının çapraz etkisinin proteinlerin çökmesini sağlayarak bu artışı sağladığı bildirilmiştir (Szymczak et al., 2012).

Çizelge 4.22. Balık eti L* değerleri

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	47.38 ± 0.34d	47.38 ± 0.34e	47.38 ± 0.34c	47.38 ± 0.34c
6	67.74 ± 0.19c	83.81 ± 1.10a	72.48 ± 2.13a	82.62 ± 0.8a
12	79.38 ± 2.56a	82.93 ± 1.12ba	73.94 ± 1.94a	76.07 ± 1.31ba
18	74.75 ± 2.86b	80.4 ± 1.54bc	71.44 ± 2.07a	72.81 ± 4.84b
24	79.22 ± 1.10a	80.52 ± 1.91bc	67.06 ± 2.54b	77.05 ± 3.55ba
30	78.96 ± 0.97a	79.0 ± 0.6dc	67.01 ± 0.75b	72.4 ± 3.97b
36	72.87 ± 1.61b	78.97 ± 0.97dc	70.95 ± 1.26ba	75.47 ± 1.28ba
42	73.45 ± 1.44b	77.79 ± 2.44dc	70.23 ± 3.89ba	75.47 ± 1.28ba
48	73.53 ± 2.35b	76.09 ± 2.45d	70.41 ± 3.26ba	72.49 ± 1.27b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.23. Balık etinde L* değerinde değişime ait varyans analiz sonuçları

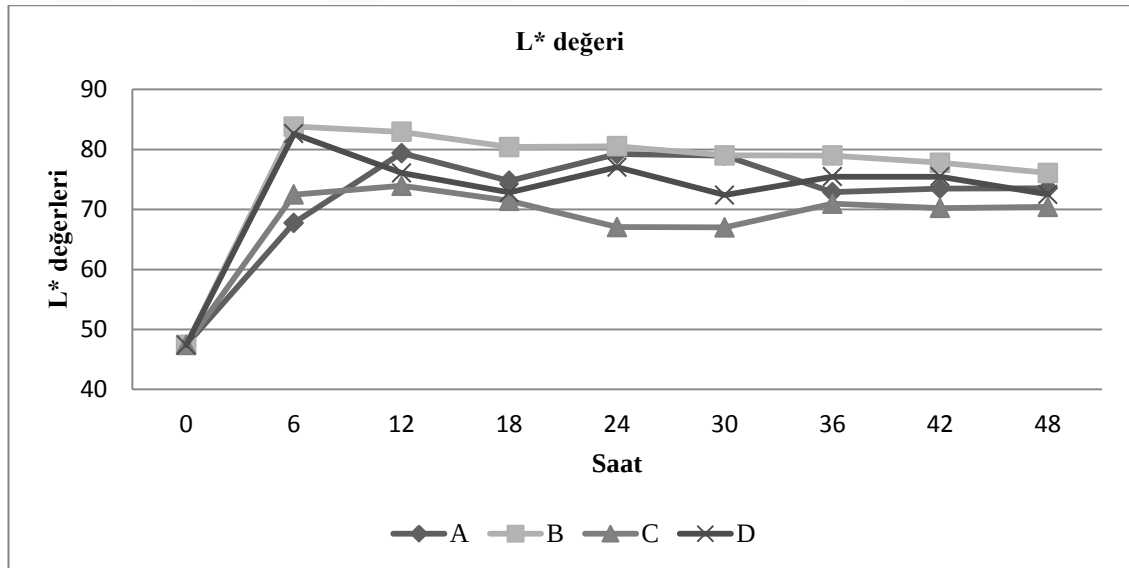
Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	321.009435	44.48**
Süre	8	1054.095622	146.06**
Uygulama x Süre	24	1054.095622	4.37**
Hata	72	1054.095622	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.24. Balık etinin L* değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	L* değerleri
Uygulama	
A	71.9144b
B	76.3233a
C	67.8815c
D	72.1648b
Süresi (Saat)	
0	47.380d
6	76.643ba
12	78.085a
18	74.853bc
24	75.393bc
30	74.348bc
36	74.567bc
42	74.239bc
48	73.132c

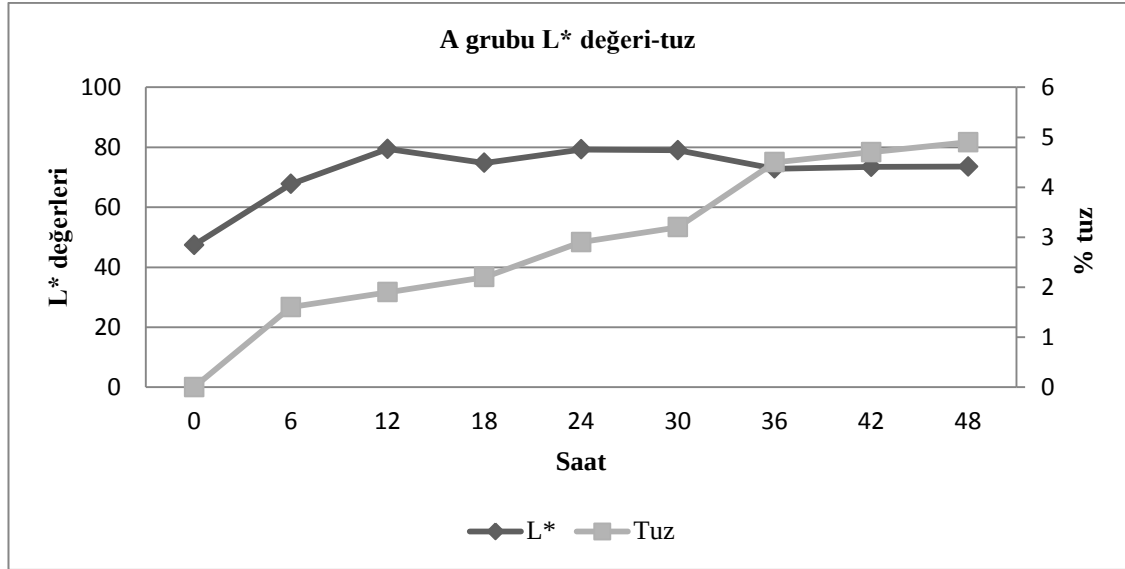
Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

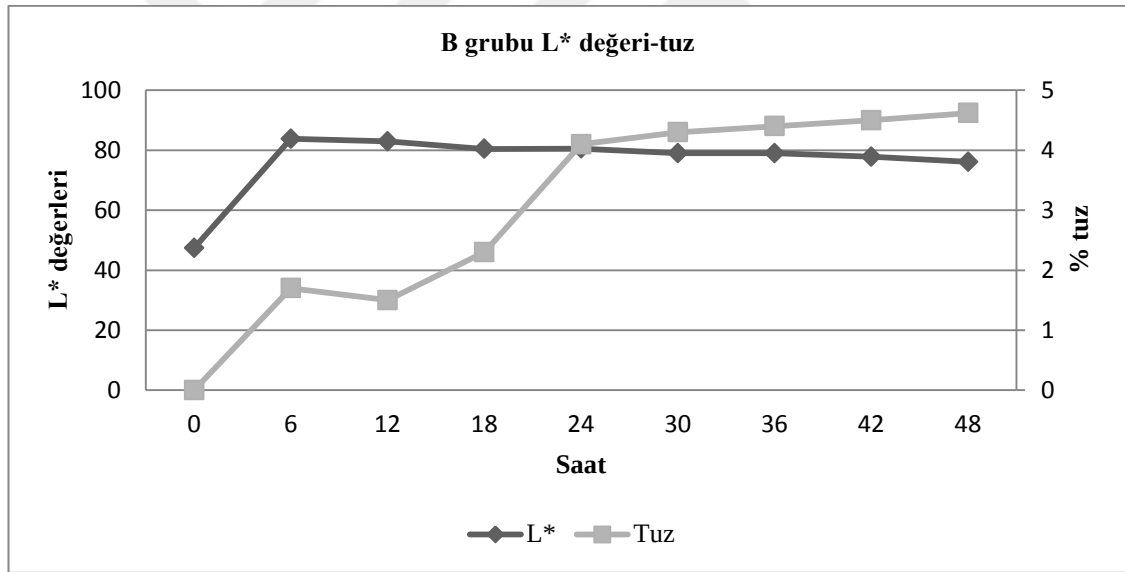
Şekil 4.36. Olgunlaşma süresince A,B,C ve D gruplarına ait L* değerleri

L* değerlerindeki değişimi balık etindeki tuz konsantrasyonundaki değişimle karşılaştırdığımızda tuz konsantrasyonundaki artışın L* değerinin yani parlaklığın artmasına neden olduğu görülmektedir. (Çizelge 4.37, 4.38, 4.39 ve 4.40).



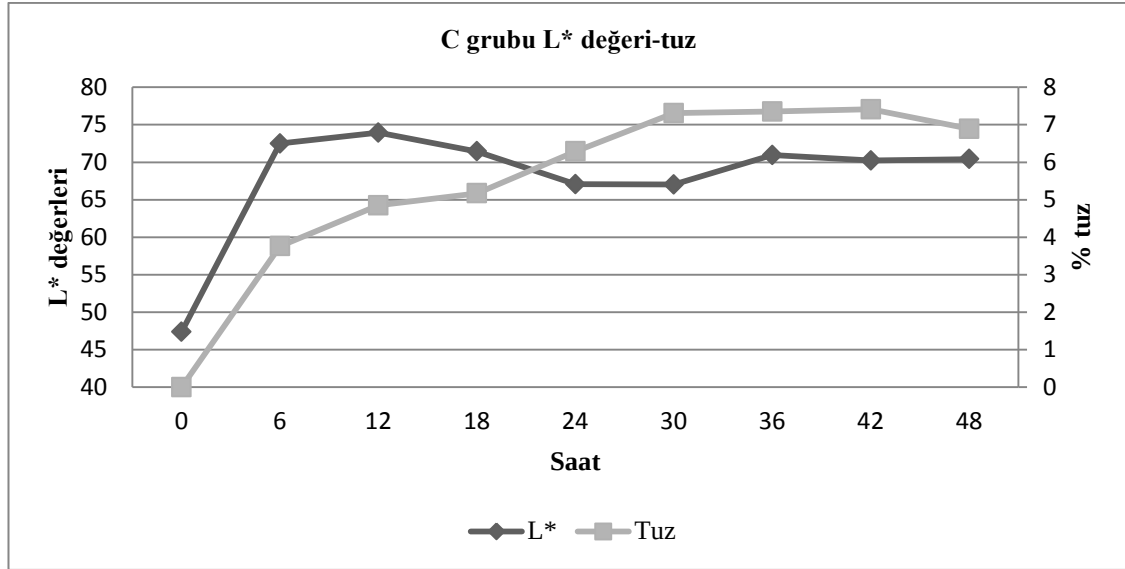
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.37. A grubuna ait L* değerleri ve tuz içeriklerindeki değişimler



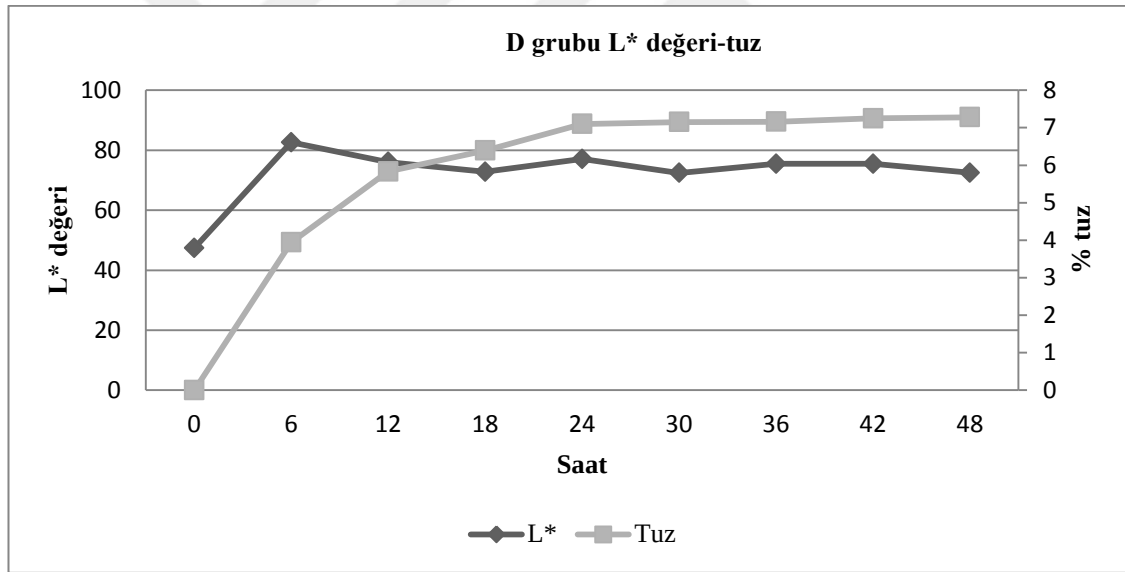
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.38. B grubuna ait L* değerleri ve tuz içeriklerindeki değişimler



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

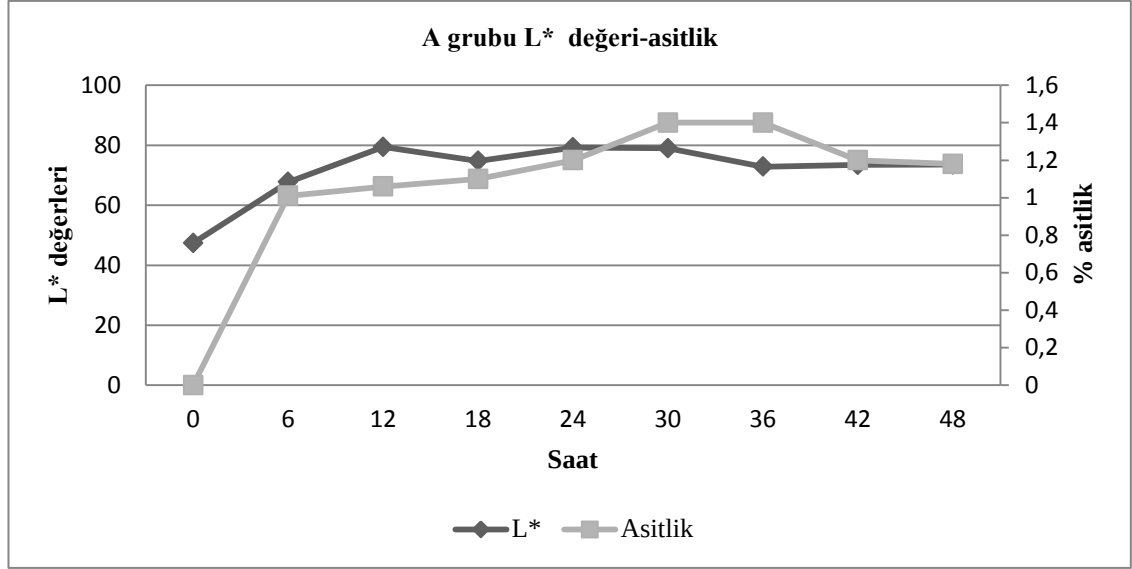
Şekil 4.39. C grubuna ait L* değerleri ve tuz içeriklerindeki değişimler



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.40. D grubuna ait L* değerleri ve tuz içeriklerindeki değişimler

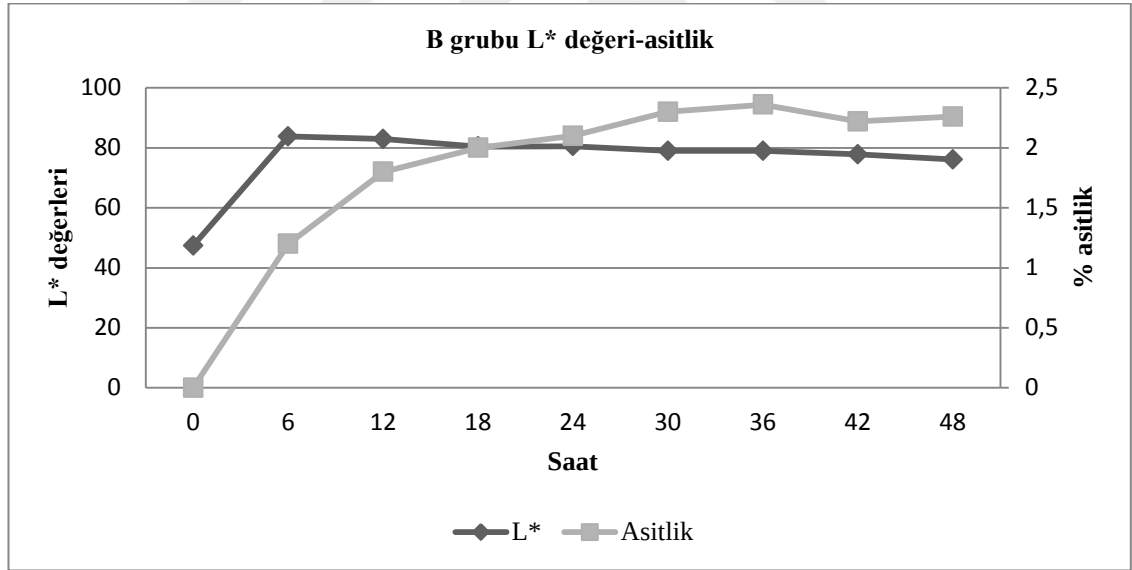
L* değerindeki değişimi asitlikteki değişimle karşılaştırdığımızda A grubunda ilk 6 saatte her ikisinde de belirgin bir artış görülmektedir. Asitlik düzeyi 36. saate kadar artarken L* değeri önemli ($p>0.05$) bir değişim göstermemiştir (Şekil 4.41).



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.41. A grubunun L* değerleri ve asitlik içeriklerindeki değişimler

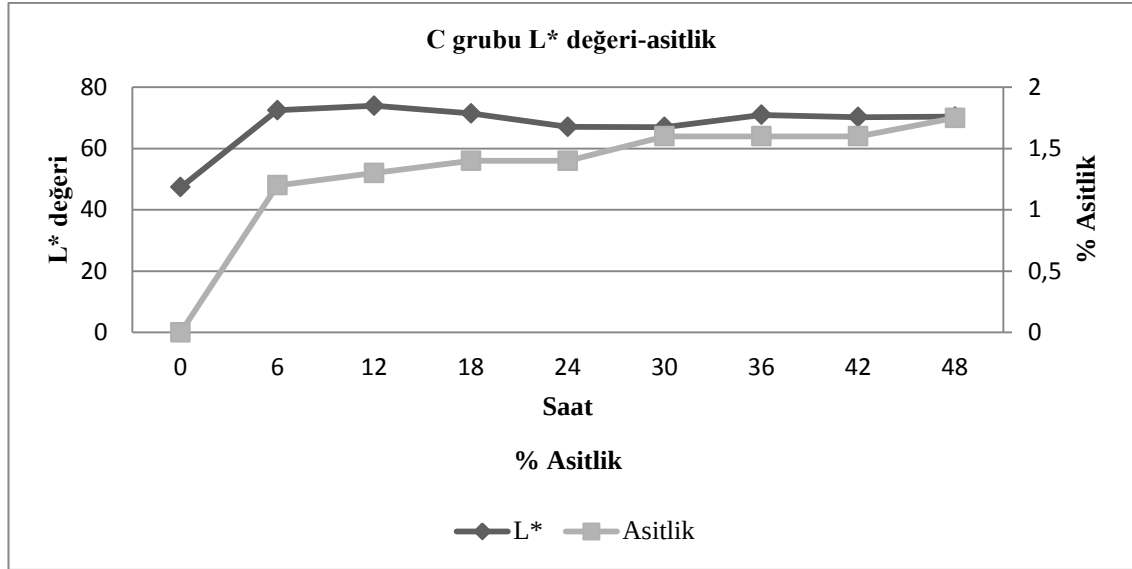
B grubunda L* değerinde ilk 6 saatte asitlik değerinde ilk 12 saate keskin bir artış görülmüştür. Asitlik düzeyi 36. Saate kadar artarken L* değeri önemli ($p>0.05$) bir değişim göstermemiştir (Şekil 4.42).



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.42. B grubunun L* değerleri ve asitlik içeriklerindeki değişimler

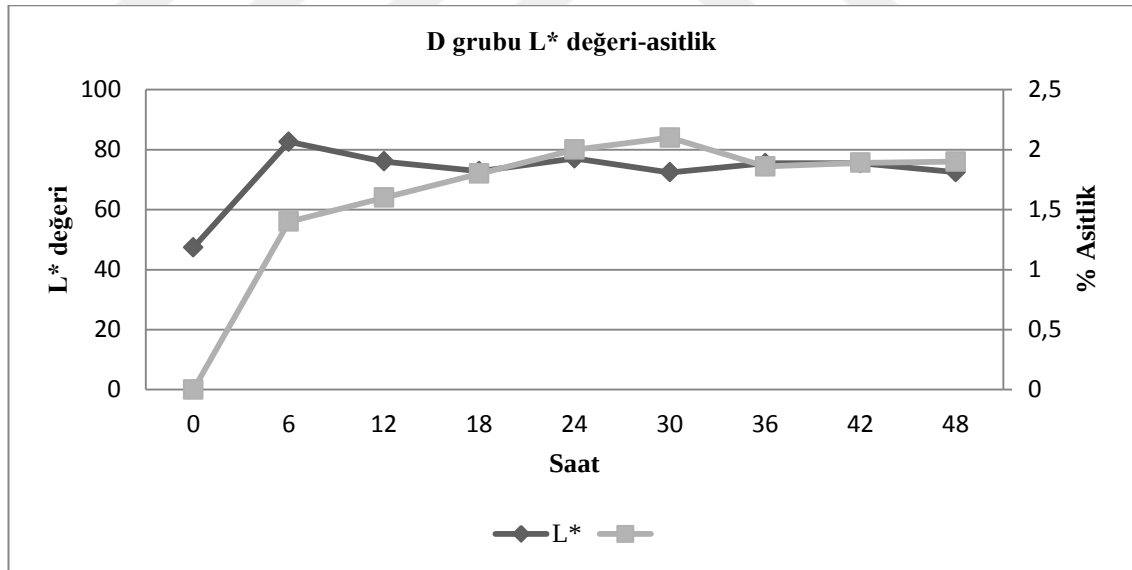
C grubunda L* değerinde ilk 6 saatte L* değeri ve asitlik değerinde keskin bir artış görülmüştür. Asitlik düzeyi 36 saate kadar artarken L* değeri önemli ($p>0.05$) bir değişim göstermemiştir (Şekil 4.43). Asitlik 48 saat süresince artış göstermiş, L* değeri hafif bir azalış göstermiştir.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.43. C grubunun L* değerleri ve asitlik içeriklerindeki değişimler

D grubunda ilk 6 saatte L* değeri ve asitlik değerinde keskin bir artış görülmüştür. Asitlik düzeyi 30. Saate kadar artarken L* değeri azalma göstermemiştir (Şekil 4.44).



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.44. Olgunlaşma süresince D grubunun L* değerleri ve asitlik içeriklerindeki değişimler

4.5.2. a* değeri bulguları

Balık etinin a* değerlerindeki değişimler Çizelge 4.25’de verilmiştir. Balık etinin a* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26’da ve Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Balık etinin a* değerleri

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	4.53 ± 1.97a	4.53 ± 1.97a	4.53 ± 1.97a	4.53 ± 1.97a
6	-2.41 ± 0.12d	-2.01 ± 0.14e	-2.39 ± 0.21a	-0.82 ± 0.35cb
12	-2.24 ± 0.17d	-1.14 ± 0.92dce	-1.33 ± 0.38a	-2.13 ± 0.16c
18	0.22 ± 0.56b	-0.94 ± 0.59c	-1.99 ± 0.13b	-1.01 ± 0.06cb
24	-1.51 ± 0.08cd	-1.79 ± 0.05de	0.04 ± 1.19b	-1.31 ± 0.29cb
30	-1.89 ± 0.28d	-0.90 ± 0.21dce	-1.33 ± 1.09b	-0.75 ± 0.40b
36	-0.03 ± 0.38cb	-0.48 ± 0.14dc	-1.14 ± 0.08b	0.05 ± 0.50b
42	-0.45 ± 0.16cb	-0.67 ± 0.04dce	-1.17 ± 0.37b	-0.61 ± 0.25b
48	0.14 ± 0.22b	1.39 ± 0.25b	-1.6 ± 0.14b	-0.12 ± 0.13b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.26. Balık etinde a* değerinde değişime ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	1.3758701	2.33
Süre	8	45.1849000	76.59**
Uygulama x Süre	24	1.5052728	2.55*
Hata	72	0.5899870	

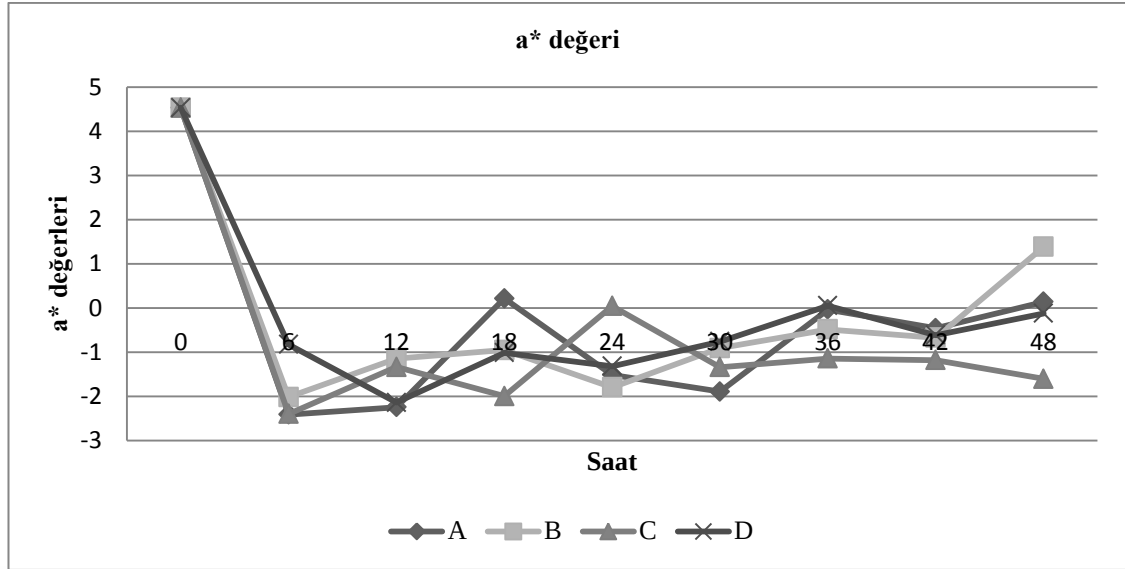
(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.27. Balık etinin a* değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	a* değerleri
Uygulama	
A	-0.4333ba
B	-0.2252a
C	-0.7100b
D	-0.2415a
Süresi (Saat)	
0	4.5367a
6	-1.9092f
12	-1.7142fe
18	-0.9325cd
24	-1.1425cde
30	-1.2225de
36	-0.4633cb
42	-0.7283cd
48	-0.0467b

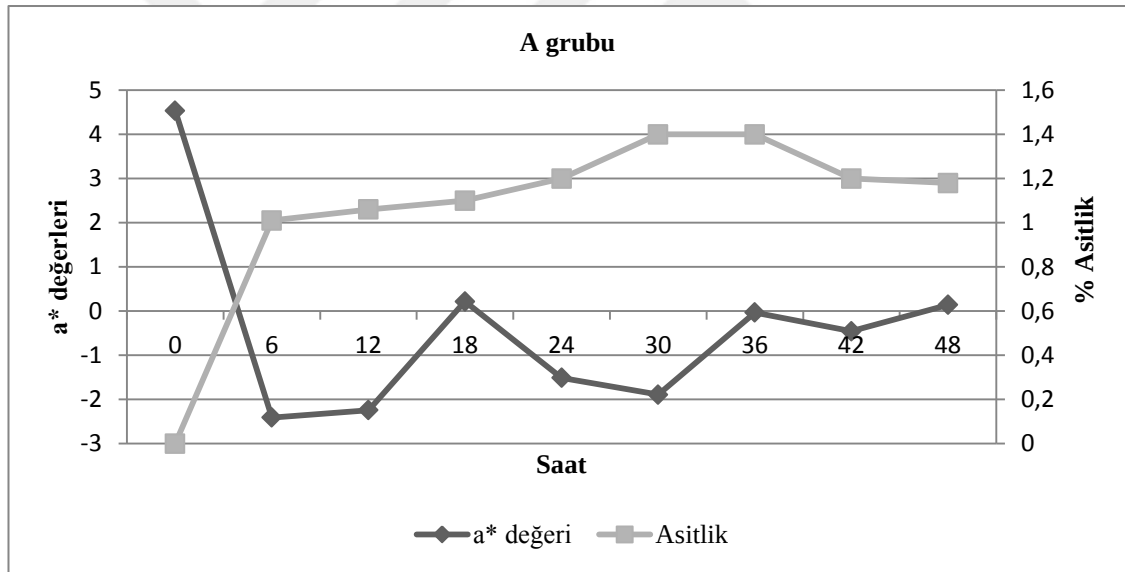
Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Sembol a* kırmızılığı ifade etmektedir. Çiğ balıkta ortalama 4.53 olarak belirlenen a* değeri marinat çözeltisine bırakılmasından sonra önemli derecede azalmış olup, bu azalma marinat çözeltisinde bekletme süresince devam etmiştir (Şekil4.45). Marinat çözeltisindeki asidin ağartıcı etkisi bulunmaktadır. Bu etki balık etinin renginin açılmasına ve beyazlaşmasına neden olmuştur. Asitin a* değerleri üzerindeki etkisi Şekil 4.46, 4.47, 4.48 ve 4.49’de görülmektedir. Ette asitlik artarken a* değerleri azalmıştır. Marinat üzerine yürütülmüş önceki çalışmalarda da benzer renk açılmaları ve asidin ağartma etkisi vurgulanmıştır (Yeannes ve Casales, 2008; Keskin vd. 2018).



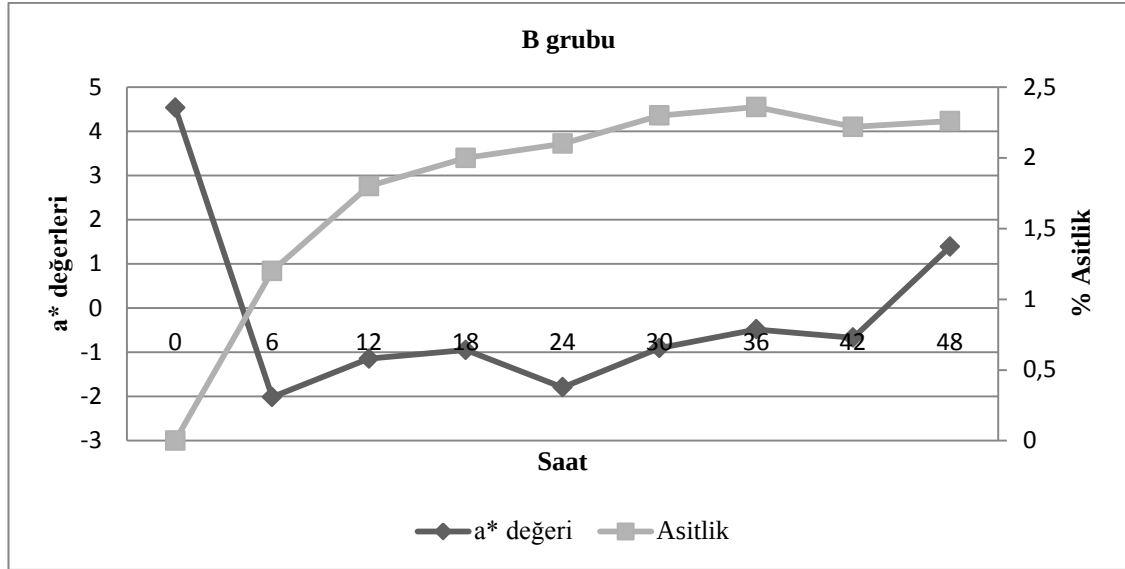
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.45. Balık etinin a* değerlerindeki değişim



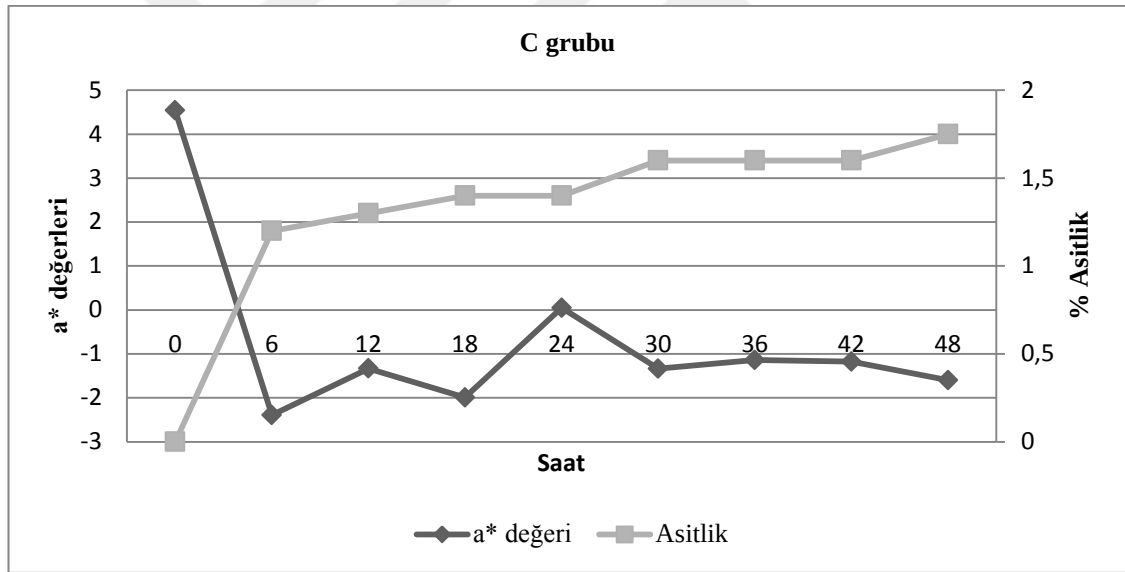
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.46. Olgunlaşma süresince A grubunun a* değerleri ve asitlik değişimleri



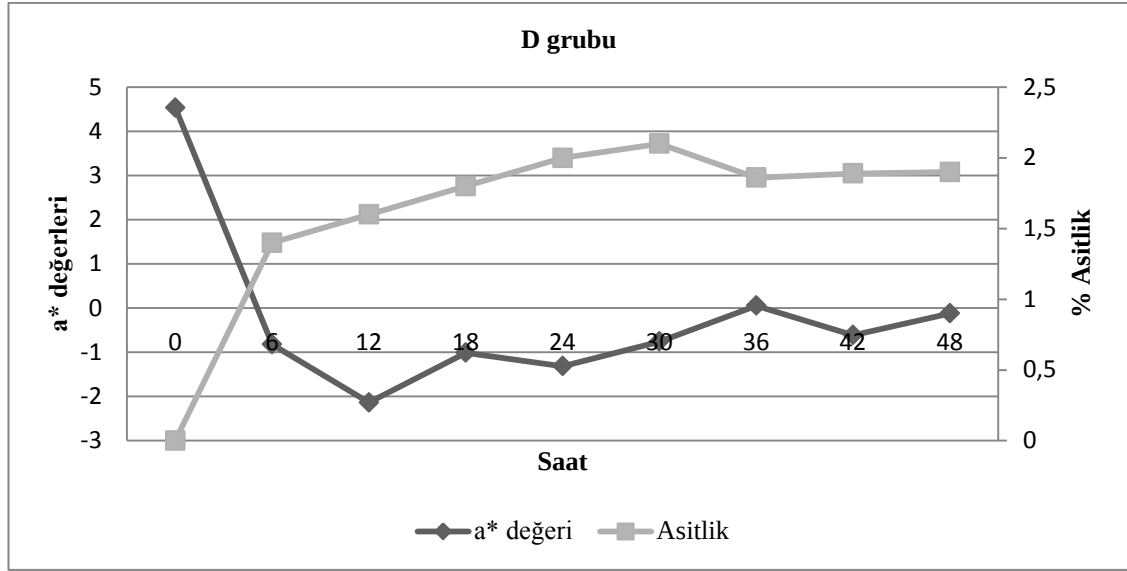
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.47. Olgunlaşma süresince B grubunun a* değerleri ve asitlik değişimleri



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.48. Olgunlaşma süresince C grubunun a* değerleri ve asitlik değişimleri



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.49. Olgunlaşma süresince D grubunun a* değeri ve asitlik değişimleri

4.5.3. b* değeri bulguları

Balık etinin b* değerlerindeki değişimler Çizelge 4.28’de verilmiştir. Balık etinin b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29’da ve Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.30’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Balık etinin b* değerleri

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	3.92 ± 0.63e	3.92 ± 0.63d	3.92 ± 0.63	3.92 ± 0.63
6	6.56 ± 0.39d	10.19 ± 0.11bac	8.16 ± 1.26	7.64 ± 2.05
12	9.28 ± 1.55bac	9.19 ± 0.55c	7.41 ± 1.06	7.84 ± 0.31
18	7.74 ± 0.89dc	11.38 ± 0.5a	8.82 ± 1.09	8.90 ± 0.74
24	10.13 ± 0.59ba	9.77 ± 0.20bc	8.39 ± 1.89	8.23 ± 1.54
30	10.42 ± 0.96a	10.96 ± 1.01ba	6.61 ± 0.44	8.03 ± 0.13
36	8.53 ± 1.36bc	11.26 ± 0.636a	7.55 ± 1.24	7.86 ± 0.59
42	7.61 ± 0.72dc	9.75 ± 0.35bc	8.32 ± 1.09	8.47 ± 0.54
48	8.15 ± 1.09dc	9.10 ± 1.69c	10.73 ± 1.09	9.55 ± 1.11

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.29. Balık etinde b* değerinde değişime ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	18.3426157	19.13 **
Süre	8	34.1345877	35.60**
Uygulama x Süre	24	3.5500053	3.70**
Hata	72	0.9589139	

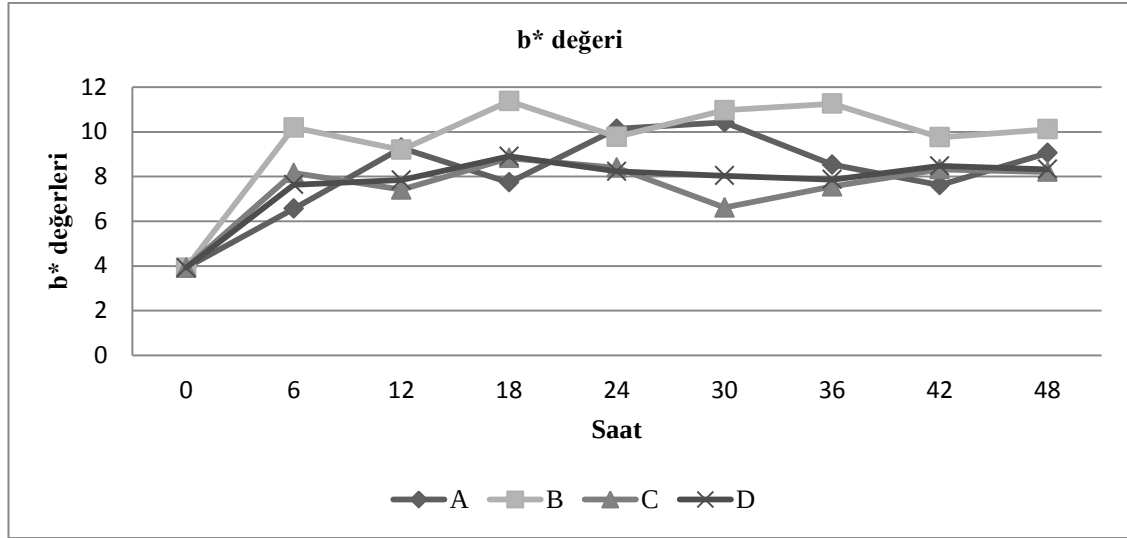
(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.30. Balık etinin b* değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	b* değerleri
Uygulama	
A	8.0411b
B	7.8311a
C	7.7722b
D	7.8311 b
Süresi (Saat)	
0	3.9200d
6	8.1558 c
12	8.4367c
18	9.2133ba
24	9.1358ba
30	9.0100bac
36	8.8033bac
42	8.5425bac
48	9.3883a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Sembol b* sarılığı ifade etmektedir. Çiğ balıkta ortalama 3.92 olarak belirlenen b* değeri marinat çözeltisine bırakılmasından sonra önemli derecede artmış olup, bu artış marinat çözeltisinde bekletme süresince devam etmiştir (Şekil4.50) .



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.50. Balık etinin b* değerlerindeki değişim

4.6. Tekstür ölçüm bulguları

4.6.1. Sertlik (hardness) değeri bulguları

Balık etinin sertlik değerleri Çizelge 4.31’de verilmiştir. Balık etinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32’de ve Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.33’da verilmiştir.

Çizelge 4.31. Balık eti sertlik değerleri (kg)

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	3.43 ± 0.53ba	3.43 ± 0.53ba	3.43 ± 0.53a	3.43 ± 0.53de
6	2.49 ± 0.37ba	1.77 ± 0.88b	5.05 ± 0.95a	3.35 ± 1.43de
12	3.30 ± 1.87ba	3.94 ± 0.45a	4.10 ± 1.51a	3.74 ± 1.0dc
18	2.34 ± 0.81 b	4.70 ± 1.57a	5.15 ± 1.38a	4.56 ± 1.43bdac
24	4.56 ± 0.79ba	3.66 ± 0.64ba	4.07 ± 1.67a	4.02 ± 0.58 bdc
30	4.15 ± 2.33ba	4.57 ± 1.76a	4.10 ± 1.71a	5.56 ± 0.77ba
36	5.12 ± 0.76a	4.30 ± 0.95a	4.85 ± 1.39a	5.94 ± 0.70a
42	3.68 ± 2.30ba	4.92 ± 0.76a	5.52 ± 0.49a	5.45 ± 0.29 bac
48	4.67 ± 0.32ba	3.56 ± 1.98ba	3.96 ± 0.92a	1.91 ± 1.10 e

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.32. Balık etinde sertlik değerinde değişime ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	2.92150463	2.12
Süre	8	3.80337801	2.76*
Uygulama x Süre	24	2.70526782	1.97*
Hata	72	1.3757667	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.33. Balık etinin sertlik değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Sertlik değerleri
Uygulama	
A	3.7489b
B	3.8733ba
C	4.4707 a
D	4.2200ba
Süresi (Saat)	
0	3.4300c
6	3.1700c
12	3.7725bc
18	4.1858bac
24	4.0783bac
30	4.595ba
36	5.0525a
42	4.8925bac
48	3.525bc

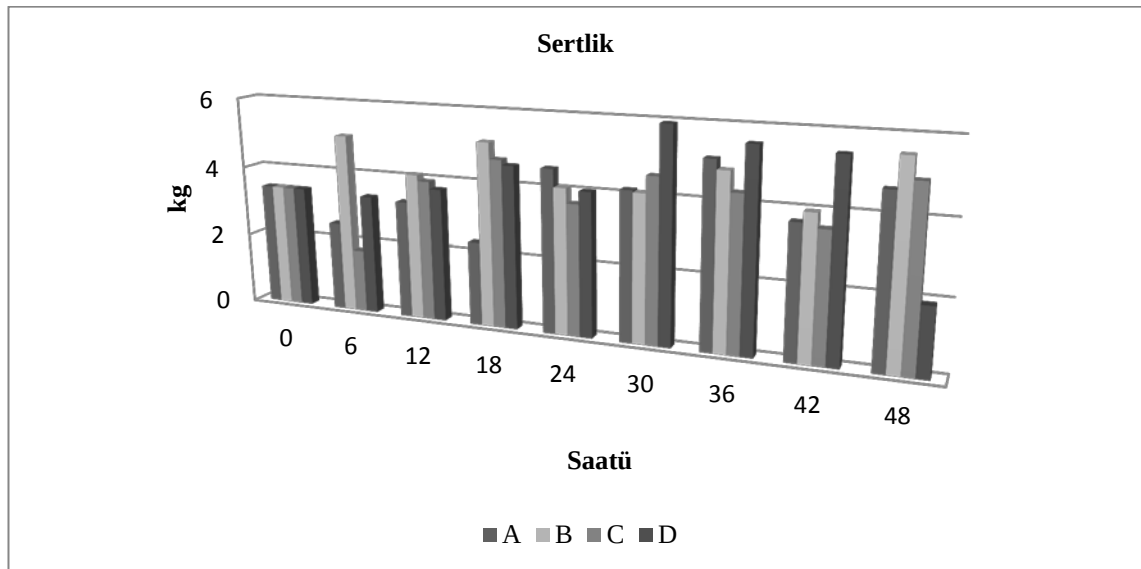
Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Tekstür, balık işleme endüstrisi ve tüketiciler için önemli bir kalite parametresidir. Hammaddenin tekstürü, işleme sırasındaki işlemlerle ilgili olarak önemlidir ve nihai ürünlerin dokusu tüketiciler için önemlidir. Balık kasının dokusu birkaç faktöre bağlıdır; balığın yaşı, büyüklüğü ve beslenme durumu gibi iç faktörler ve depolama koşulları ve işleme gibi dış faktörler (Hyldig ve Nielsen 2001). Balık dokusu ile ilgili ana bileşenlerin bağ dokusu ve kas lifleri olduğu düşünülmektedir (Delbarre-Ladrat vd. 2006; Dunajski 1979). Balıkların tuz ve asetik asit kullanılarak işlenmesi, miyofibriller ve bağ dokusu proteinlerinin yapısını ve konformasyonunu etkiler

(Dunajski 1979). Aynı zamanda su tutma kapasitesini de etkiler. Kastaki su içeriği azaldığında sıklıkta bir artış görülür (Dunajski 1979).

Olgunlaşma, mikrobiyal ve kimyasal aktiviteler nedeniyle enzimatik hidroliz ve proteinlerin peptitlere ve amino asitlere parçalanması sonucu etin aromasını ve yumuşaklığını artırır (Anihouvi vd. 2007, 2009). Marinatlarda tekstür balık dokusunun aldığı tuz ve asit seviyelerine bağlıdır. Marinat solüsyonunda asit ve tuz seviyeleri arttıkça balıklardaki su içeriği azalmaktadır (Rodger vd. 1984). Asit muamelesinin et ürünlerinin su tutma kapasitesini ve doku özelliklerini arttırdığı iyi bilinmektedir (Kim vd. 2015). Szymczak vd (2012) marine edilmiş ringa balığında artan tuz konsantrasyonu ile sertliğin arttığını bildirmişlerdir. Tuz, miyofibriler proteinlerin şişmesinde, miyofilamentlerin depolimerizasyonunda ve aktomiyosin kompleksinin ayrışmasında önemli bir adımdır. Böylece et ürünlerinin tekstürünü, pişme verimini, lezzetini ve raf ömrünü daha güçlü etkiler (Xiong, 1997). Et tekstürünün su tutma kapasitesinden doğrudan etkilendiği öne ileri sürülmektedir. Su tutma kapasitesi, bazı mekanik kuvvetlerin uygulanması sırasında bir kas içinde tutulabilen su miktarıdır. Asit solüsyonu eklendikçe miyofibriler protein şişer ve suyun kasa girmesine izin verir. Tuz ve su içeren çözeltilerinde bu şişme etkisi belki de kas mikro yapısından miyofibriler proteinlerin ekstrakte edilmesi yoluyla meydana gelmektedir (Hinkle 2010).

Uygulama grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamakla birlikte tuz konsantrasyonu %12 olan grupların (C ve D) %8 olan gruplarınkinden (A ve B) oransal olarak daha yüksek sertlik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.51). Sertlik değerlerinin yüksek olması daha sert bir yapıyı ifade etmektedir. Tuz konsantrasyonu arttıkça marinatların yapısının daha sert olduğu söylenebilir. Balık etinin A ve D çözeltilerine bırakılmasından 36 saat sonra, B ve C çözeltilerine bırakıldıktan 42 saat sonra en yüksek sertlik değerlerine ulaşmıştır. Etin tuz içeriğine ait bulgulara da belirtildiği gibi A ve D çözeltilerinde olgunlaştırılan balık etinde tuz konsantrasyonu 36 saat sonra çözeltideki konsantrasyona ulaşmıştır. B ve C gruplarında ise dengeleme işlemi 42 saatte gerçekleşmiştir.



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.51. Balık etini sertlik değerlerindeki değişimler

4.6.2. Esneklik (springiness) değeri bulguları

Balık etinin esneklik değeri Çizelge 4.34’de verilmiştir. Balık etinin esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35’de ve Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.36’da verilmiştir.

TPA’daki esneklik (springiness), ilk ısırmanın sonu ve ikinci ısırmanın başlangıcı sırasında geçen süre boyunca gıdanın topladığı yükseklikle ilgilidir. Esneklik (springiness) ikinci sıkıştırma sırasında örnek yüksekliğine bölünen mm cinsinden aktif bir deformasyon uzunluğudur. Örneğin orijinal yükseklik ve kalınlığa geri döndüğü algılanan derece ve hızdır. Esneklik yüksekse, ağızda daha fazla çiğneme enerjisi gerektirir (Rahman ve Al-Mahrouqi 2009). Balık etinin marinat çözeltisine bırakılmasından 6 saat sonra esneklik değeri azalmış daha sonraki saatlerde ise önemli ($p>0.05$) bir değişim göstermemiştir (Şekil 4.52). Marinat çözeltisinin balık etine geçmesi esnekliği azaltmıştır.

Çizelge 4.34. Balık etinin esneklik değeri (mm)

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	0.96 ± 0.03a	0.96 ± 0.03a	0.96 ± 0.03a	0.96 ± 0.03a
6	0.72 ± 0.10cb	0.69 ± 0.04b	0.66 ± 0.10cb	0.63 ± 0.10b
12	0.67 ± 0.07c	0.74 ± 0.07b	0.67 ± 0.04cb	0.85 ± 0.42ba
18	0.67 ± 0.04c	0.67 ± 0.11b	0.69 ± 0.05cb	0.74 ± 0.09ba
24	0.65 ± 0.07c	0.75 ± 0.06ba	0.71 ± 0.06b	0.76 ± 0.12ba
30	0.83 ± 0.14b	0.62 ± 0.03b	0.65 ± 0.05cb	0.67 ± 0.08ba
36	0.69 ± 0.08cb	0.78 ± 0.19ba	0.56 ± 0.03c	0.68 ± 0.05ba
42	0.60 ± 0.007c	0.74 ± 0.21b	0.60 ± 0.03cb	0.68 ± 0.04ba
48	0.73 ± 0.03cb	0.67 ± 0.07b	0.67 ± 0.10cb	0.63 ± 0.005b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.35. Balık etinde esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

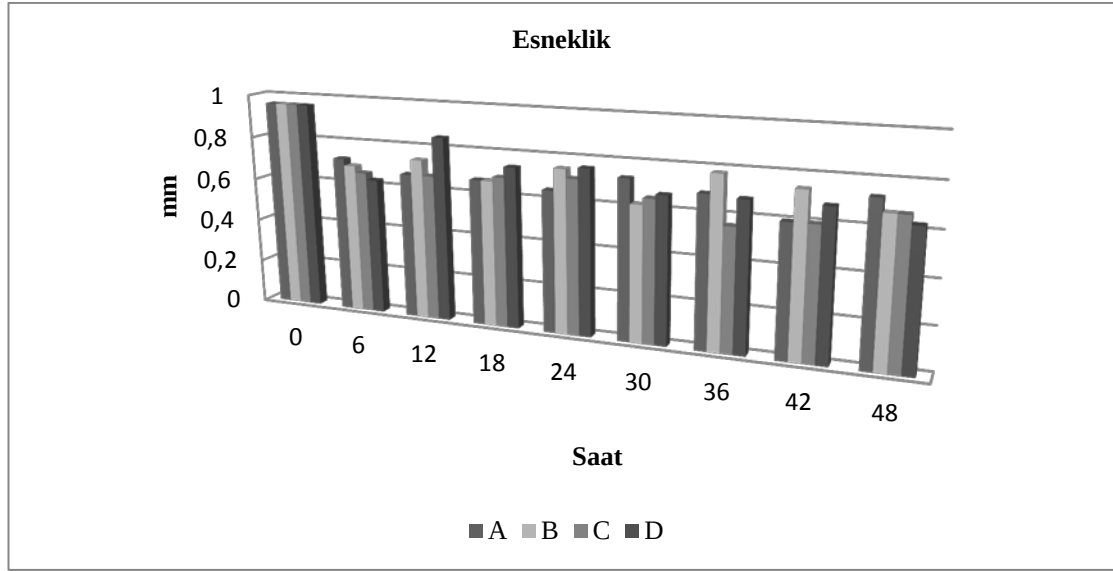
Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	0.01288025	1.08
Süre	8	0.09830787	8.23**
Uygulama x Süre	24	0.01120386	0.94
Hata	72	0.01194444	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.36. Balık etinin esneklik değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Esneklik değerleri	
Uygulama	
A	0.72296a
B	0.73593a
C	0.68852a
D	0.73333a
Süresi (Saat)	
0	0.95333a
6	0.67583b
12	0.73333b
18	0.69333b
24	0.71917b
30	0.69500b
36	0.67917b
42	0.65667b
48	0.67583b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.52. Balık etinin esneklik değerlerindeki değişimler

4.6.3. Bağlılık (Cohesiveness) değeri bulguları

Balık etinin bağlılık değerleri Çizelge 4.37’de verilmiştir. Balık etinin bağlılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38’de ve Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.37. Balık etinin bağlılık değerleri

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	0.67 ± 0.04a	0.67 ± 0.04a	0.67 ± 0.04a	0.67 ± 0.04a
6	0.66 ± 0.05a	0.73 ± 0.07a	0.69 ± 0.05a	0.66 ± 0.03a
12	0.71 ± 0.04a	0.72 ± 0.03a	0.71 ± 0.05a	0.70 ± 0.07a
18	0.63 ± 0.09a	0.70 ± 0.04a	0.70 ± 0.03a	0.71 ± 0.06a
24	0.63 ± 0.009a	0.70 ± 0.07a	0.65 ± 0.01a	0.70 ± 0.07a
30	0.69 ± 0.05a	0.68 ± 0.05a	0.67 ± 0.03a	0.65 ± 0.07a
36	0.61 ± 0.04a	0.66 ± 0.04a	0.65 ± 0.03a	0.70 ± 0.04a
42	0.68 ± 0.03a	0.65 ± 0.04a	0.64 ± 0.01a	0.62 ± 0.03a
48	0.67 ± 0.04a	0.65 ± 0.04a	0.67 ± 0.02a	0.70 ± 0.06a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.38. Balık etinde bağlılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	0.00332685	1.32
Süre	8	0.00368750	1.47
Uygulama x Süre	24	0.00225046	0.89
Hata	72	0.00251574	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

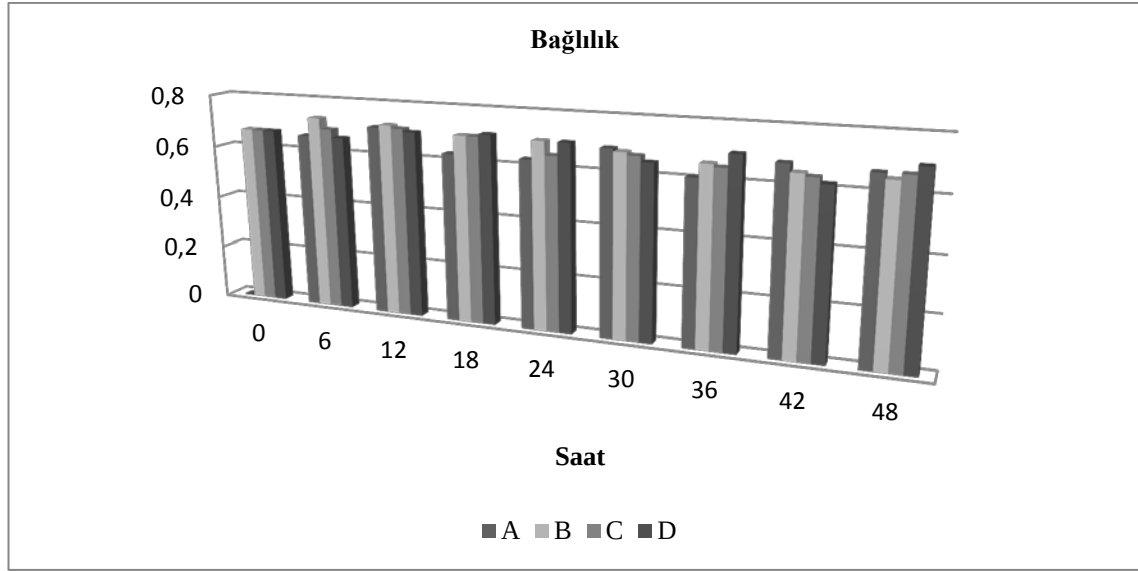
Çizelge 4.39. Balık etinin bağlılık değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Bağlılık değerleri
Uygulama	
A	0.66074a
B	0.68667a
C	0.67519 a
D	0.68074a
Süresi (Saat)	
0	0.67333 ba
6	0.69167ba
12	0.70750a
18	0.68583 ba
24	0.67167ba
30	0.67417ba
36	0.65583b
42	0.65000b
48	0.67250ba

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Bağlılık örnekteki iç bağların gücünü ifade eder. Bağlılık ölçümünün amacı, ölçülen örneğin ilk sıkıştırmadan sonraki davranışına kıyasla ikinci sıkıştırmaya nasıl dayanacağı hakkında bilgi vermektir. Kohesif ürünler, dış gerilmeye, kompresyona veya gerilmeye maruz kaldığında dayanımlarından sorumlu olan yapısal bütünlüğe sahiptirler. Bu ürünler, bazı sıkıştırma veya çekme gerilimi altında kendi kendine yapışabilme özelliğine sahiptir (Bourne, 2002).

Çalışmamızda uygulama grupları ve marinat çözeltisinde bekleme sürelerinin bağlılık değerleri üzerinde önemli (p<0.05) bir etkisi saptanmamıştır(Şekil 4.53).



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.53. Balık etinin bağlılık değerleri

4.6.4. Sakızimsılık (Gumminess) değeri bulguları

Balık etinin sakızimsılık değerleri Çizelge 4.40’da verilmiştir. Balık etinin sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41’de ve Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.40. Balık etinin sakızimsılık değerleri (kg)

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	2.32 ± 0.46a	2.32 ± 0.46a	2.32 ± 0.46a	2.32 ± 0.46a
6	1.67 ± 0.34a	3.74 ± 0.90a	1.26 ± 0.70a	2.20 ± 0.83a
12	1.67 ± 0.68a	3.71 ± 1.06a	3.37 ± 1.33a	3.21 ± 1.10a
18	2.89 ± 0.62a	2.89 ± 1.30a	2.59 ± 0.51a	2.88 ± 0.69a
24	2.07 ± 1.15a	2.89 ± 1.09a	2.59 ± 0.35a	2.66 ± 0.95a
30	2.90 ± 1.69a	2.86 ± 1.36 a	3.10 ± 1.28a	3.89 ± 0.78a
36	2.30 ± 1.57a	2.63 ± 0.78a	1.76 ± 1.47a	3.83 ± 0.45a
42	3.19 ± 0.35a	3.63 ± 0.48 a	3.16 ± 0.54a	1.20 ± 0.73a
48	3.45 ± 0.71a	3.20 ± 1.08a	2.91 ± 0.74a	3.65 ± 0.90a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.41. Balık etinde sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	2.19953673	2.58
Süre	8	1.75047176	2.05
Uygulama x Süre	24	1.42472423	1.67
Hata	72	0.8535009	

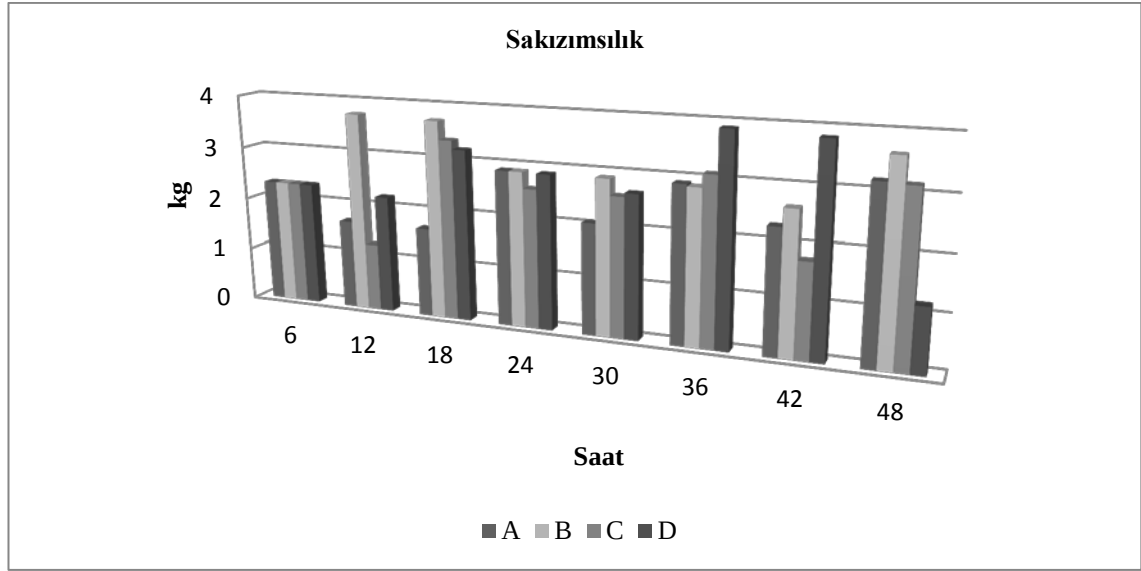
(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.42. Balık etinin sakızimsılık değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Sakızimsılık değerleri
Uygulama	
A	2.4978b
B	3.0985a
C	2.5619b
D	2.9081ba
Süresi (Saat)	
0	2.3233b
6	2.2183b
12	2.9908ba
18	2.8158ba
24	2.5558ba
30	3.1900a
36	2.6308ba
42	2.7958ba
48	3.3783a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

TPA ölçümlerinde sakızimsılık ikincil bir parametre olup yarı katı gıda maddelerini parçalamak için gerekli enerji miktarını göstermektedir. Çalışmamızda uygulama grupları ve marinat çözeltisinde bekleme sürelerinin sakızimsılık değerleri üzerinde önemli (p<0.05) bir etkisi saptanmamıştır (Şekil 4.54).



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.54. Balık etinin sakızımsılık değerleri

4.6.5. Çiğnenebilirlik (Chewiness) değeri bulguları

Balık etinin çiğnenebilirlik değerleri Çizelge 4.43’de verilmiştir. Balık etinin çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.44’de ve Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.45’de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Balık etinin çiğnenebilirlik değerleri (kg)

Sa	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	2.22 ± 0.40a	2.22 ± 0.40a	2.22 ± 0.40a	2.22 ± 0.40a
6	1.23 ± 0.39a	2.62 ± 0.76a	0.88 ± 0.59a	1.45 ± 0.74a
12	1.16 ± 0.61a	2.75 ± 0.93a	2.30 ± 1.02a	2.85 ± 1.81a
18	1.95 ± 0.53a	2.05 ± 1.28a	1.77 ± 0.22a	2.17 ± 0.79a
24	1.35 ± 0.83a	2.22 ± 0.99a	1.84 ± 0.10a	2.04 ± 0.78a
30	2.23 ± 1.14a	1.80 ± 0.93a	2.02 ± 0.81a	2.65 ± 0.75a
36	1.66 ± 1.32a	1.98 ± 0.13a	1.01 ± 0.85a	2.62 ± 0.49a
42	1.91 ± 0.22a	2.76 ± 1.20a	1.93 ± 0.41a	0.83 ± 0.56a
48	2.52 ± 0.56a	2.20 ± 0.95a	1.98 ± 0.81a	2.50 ± 0.57a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.44. Balık etinde çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	1.68212191	2.66
Süre	8	0.91111273	1.44
Uygulama x Süre	24	0.78997539	1.25
Hata	72	0.63138056	

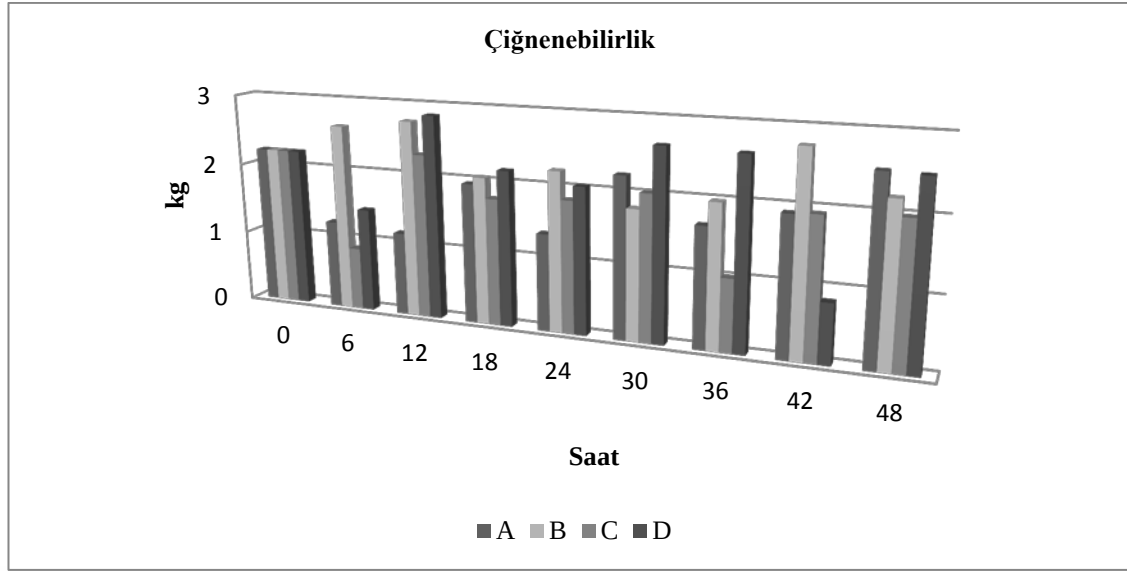
(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.45. Balık etinin çiğnenebilirlik değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Çiğnenebilirlik değerleri	
Uygulama	
A	1.8041b
B	2.2915a
C	1.7741b
D	2.1122ba
Süresi (Saat)	
0	2.2233a
6	1.4608ba
12	2.2658a
18	1.9900ba
24	1.8650ba
30	2.1767ba
36	1.8150ba
42	1.8583ba
48	2.3042a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çalışmamızda uygulama grupları ve marinat çözeltisinde bekleme sürelerinin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde önemli (p<0.05) bir etkisi saptanmamıştır (Şekil 4.55).



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.55. Balık etinin çiğnenebilirlik değerlerindeki değişimler

4.6.6. Elastikiyet (Resilience) değeri bulguları

Balık etinin elastikiyet değerleri Çizelge 4.46’da verilmiştir. Balık etinin elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47’de ve Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.46. Balık etinin elastikiyet değerleri

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	0.69 ± 0.09a	0.69 ± 0.09a	0.69 ± 0.09a	0.69 ± 0.09a
6	0.51 ± 0.05bc	0.62 ± 0.09ba	0.47 ± 0.07d	0.48 ± 0.02b
12	0.51 ± 0.03bc	0.64 ± 0.05ba	0.52 ± 0.07bdc	0.57 ± 0.12ba
18	0.44 ± 0.09bc	0.54 ± 0.06ba	0.57 ± 0.05bdc	0.51 ± 0.02b
24	0.41 ± 0.02c	0.51 ± 0.09b	0.48 ± 0.04dc	0.52 ± 0.07b
30	0.59 ± 0.13ba	0.54 ± 0.09ba	0.52 ± 0.07bdc	0.51 ± 0.11b
36	0.41 ± 0.08c	0.52 ± 0.11b	0.59 ± 0.01bac	0.66 ± 0.08ba
42	0.53 ± 0.04bc	0.56 ± 0.03ba	0.60 ± 0.03ba	0.62 ± 0.08ba
48	0.57 ± 0.09ba	0.61 ± 0.09ba	0.54 ± 0.05bdc	0.61 ± 0.09ba

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.47. Balık etinde elastikiyet değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	0.01917623	2.63
Süre	8	0.04527037	6.22**
Uygulama x Süre	24	0.00759012	1.04
Hata	72	0.00728241	

(**) p<0.01 düzeyinde önemli (*) p<0.05 düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

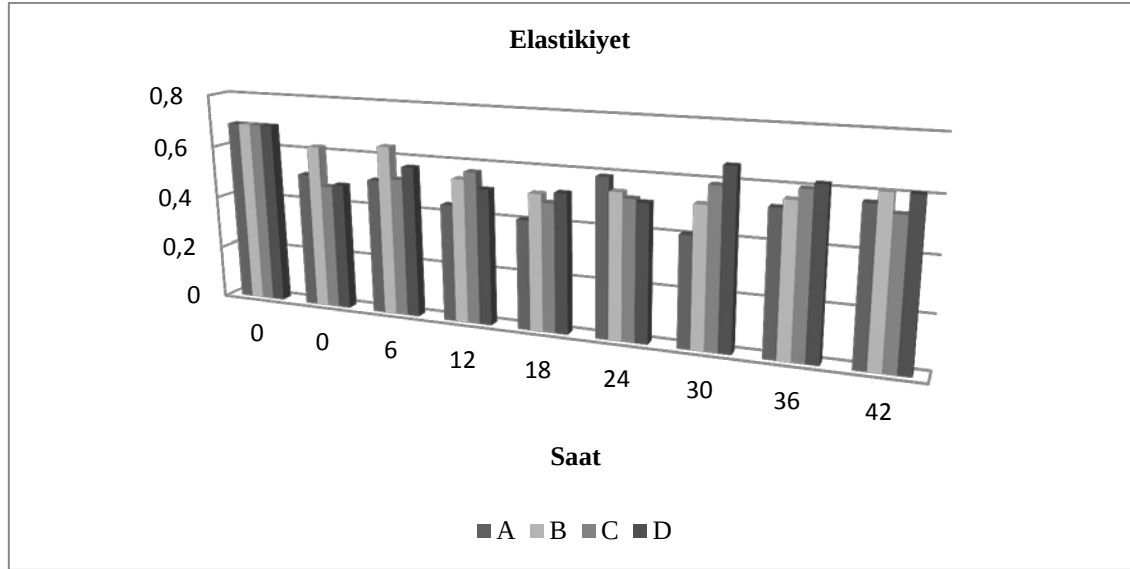
Balık eti elastikiyeti üzerinde uygulama gruplarının önemli ($p>0.05$) bir etkisi gözlenmezken, çözeltilerde bekleme süresinin önemli ($p<0.01$) etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu etki ilk 6 saatte görülmüş olup, diğer saatlerde önemli bir değişim saptanmamıştır. Balık etinin çözeltilere bırakılmasının ilk 6 saatinde elastikiyet değerleri azalmış sonraki saatlerde benzer düzeyde kalmıştır (Şekil 4.56).

Elastikiyet esneklikle benzemekle birlikte esneklikten farkı deforme olmuş ürüne uygulanan kuvvetin yavaşça kaldırılmasından sonra başlangıç konumuna dönme yeteneğinin bir ölçüsü olmasıdır. Oysaki esneklik kuvvetin hızla kaldırılmasından sonra deforme olmuş gıdanın orijinal konumuna geri dönme kabiliyetinin bir ölçüsüdür.

Çizelge 4.48. Balık etinin elastikiyet değerlerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Elastikiyet değerleri	
Uygulama	
A	0.51889b
B	0.57481a
C	0.55444ba
D	0.57593a
Süresi (Saat)	
0	0.69333 a
6	0.50750cb
12	0.55750cb
18	0.51583cb
24	0.47917c
30	0.54333cb
36	0.54667cb
42	0.57833b
48	0.58250b

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.56. Balık etinin elastikiyet değerleri

4.7. Serbest amino asit bulguları

Balık etinin toplam serbest amino asit düzeyleri Çizelge 4.49’da verilmiştir. Balık etinin toplam serbest amino asit değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.50’de ve Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Balık etinin toplam serbest amino asit düzeyleri (mg/100ml)

Saat	Uygulama Grupları			
	A	B	C	D
0	2.24 ± 0.14a	2.24 ± 0.14a	2.24 ± 0.14a	2.24 ± 0.14a
6	1.57 ± 0.25a	1.75 ± 0.39a	1.55 ± 0.56a	2.34 ± 0.26a
12	1.73 ± 0.33a	2.13 ± 0.14a	2.17 ± 0.41a	1.56 ± 0.36a
18	2.44 ± 0.57a	2.38 ± 0.65a	1.78 ± 0.86a	2.04 ± 0.68a
24	1.56 ± 0.63a	1.84 ± 0.11a	1.63 ± 0.58a	1.97 ± 0.55a
30	2.11 ± 0.42a	1.78 ± 0.63a	1.48 ± 0.48a	1.67 ± 0.59a
36	2.12 ± 0.37a	2.43 ± 0.61a	2.34 ± 0.44a	2.30 ± 0.44a
42	2.18 ± 0.42a	2.65 ± 0.86a	1.88 ± 0.53a	1.72 ± 0.62a
48	2.44 ± 0.67a	2.66 ± 0.45a	1.96 ± 0.59a	1.35 ± 0.41a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Toplam serbest amino asit içeriği bakımından gruplar arasında önemli ($p>0.05$) bir farklılık saptanmamıştır (Şekil 4.57). Olgunlaşma süresince de amino asit içeriklerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Marinatların asidik koşulları, doku katepsinlerini çok daha aktif hale getirmektedir. Bu, bazı kas proteinlerinin peptitlere ve amino asitlere parçalanmasıyla sonuçlanmaktadır. Balık etindeki katepsinler, protein hidrolizasyonu ile peptitler, nükleotitler, serbest amino asitler oluşturur. Doku katepsinleri pH 4-4.5' pH değerlerinde çok daha aktif hale gelmekte ve böylece kas proteininin peptitlere ve amino asitlere parçalanmasına neden olmaktadır (Mandal ve Basu, 2008). Marinasyon işleminde kullanılan yüksek konsantrasyonda asit çözeltisi, protein denatürasyonuna ve küçük peptitlerin ve serbest amino asitlerin salınmasına neden olabileceği bildirilmiştir (Toyohara vd., 1999). Yeannes ve Casales, (2008) marinasyonun ilk gününde toplam serbest aminoasitlerde ani bir düşüş ve ardından kademeli bir artış gözlediklerini ve süreç göz önüne alındığında, bu ilk davranışın daha düşük moleküler ağırlıklı bileşiklerde aminoasitlerin bozunmasını destekleyen asetik asidin etkisi ile açıklanabildiğini bildirmişlerdir. Artışın ise, pH'ı 4 ila 4,5 arasında değişen peptitlerde ve amino asitlerde bazı kas proteinlerinin açılmasını sağlayan doku katepsinlerin aktivitesindeki artıştan kaynaklandığı ifade edilmiştir. Çalışmamızda toplam amino asit içeriğinde önemli bir değişim olmaması 48 saatlik süre içerisinde pH değerlerinin proteinlerin parçalanması ve amino asitlere dönüşmesine yetecek düzeylerde olmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.50. Balık etinde toplam serbest amino asit içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

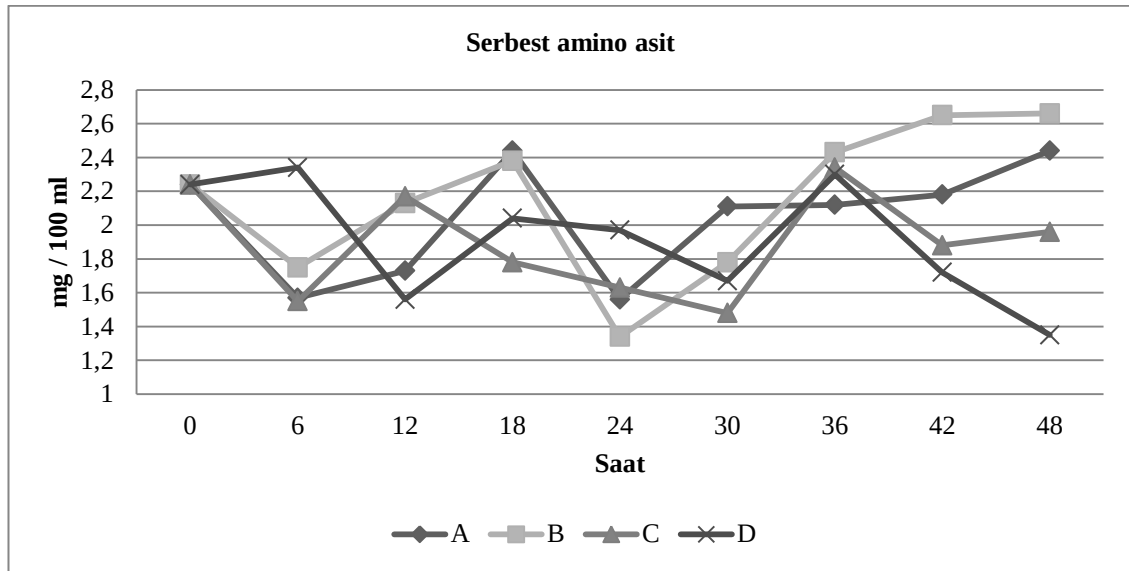
Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Uygulamalar	3	26.3738815	1.05
Süre	8	44.2037750	1.77
Uygulama x Süre	24	21.2797731	0.85
Hata	71	25.015017	

(**) $p<0.01$ düzeyinde önemli (*) $p<0.05$ düzeyinde önemli (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Çizelge 4.51. Balık etinin toplam serbest amino asit içeriklerine ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları

	Toplam amino asit (mg/100ml)
Uygulama	
A	2.0426a
B	2.1530a
C	1.8953a
D	1.9118a
Süresi (Saat)	
0	2.2400a
6	1.8040ba
12	1.8998ba
18	2.1605a
24	1.6253b
30	1.7610ba
36	2.2985a
42	2.1108a
48	2.1063a

Aynı sütunda yer alan farklı harfler aynı başlık altındaki ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir. (A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)



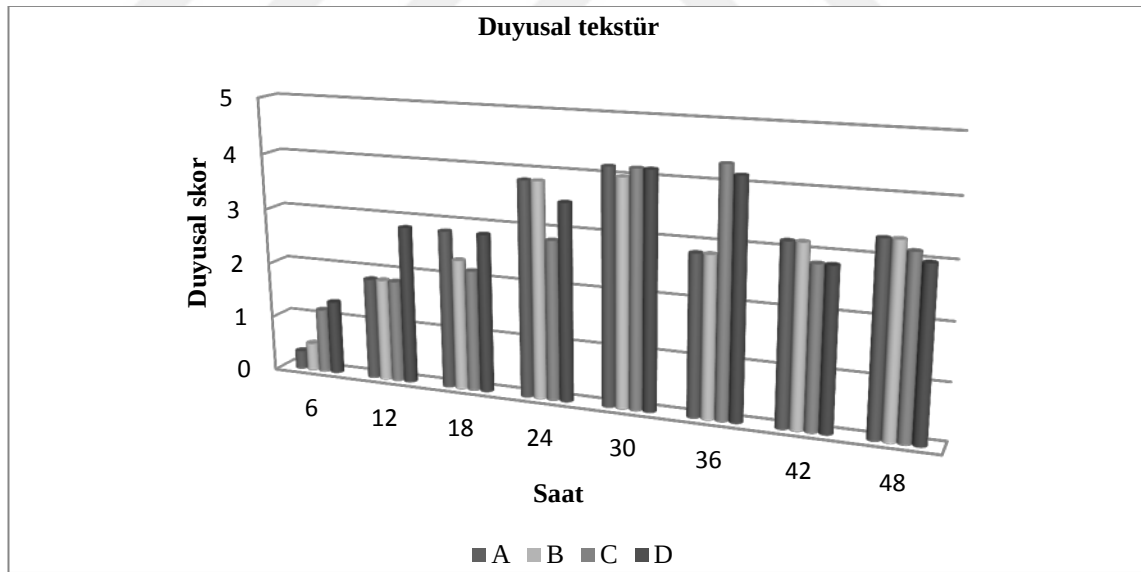
(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

Şekil 4.57. Balık etinin toplam serbest amino asit içeriklerindeki değişimler

4.8. Duyusal analiz bulguları

Marine edilmiş ürünlerde, tuz ve asit içeriğinin sinerjik etkisi, tat, görünüm veya doku gibi belirli ürün özelliklerini sağlar.

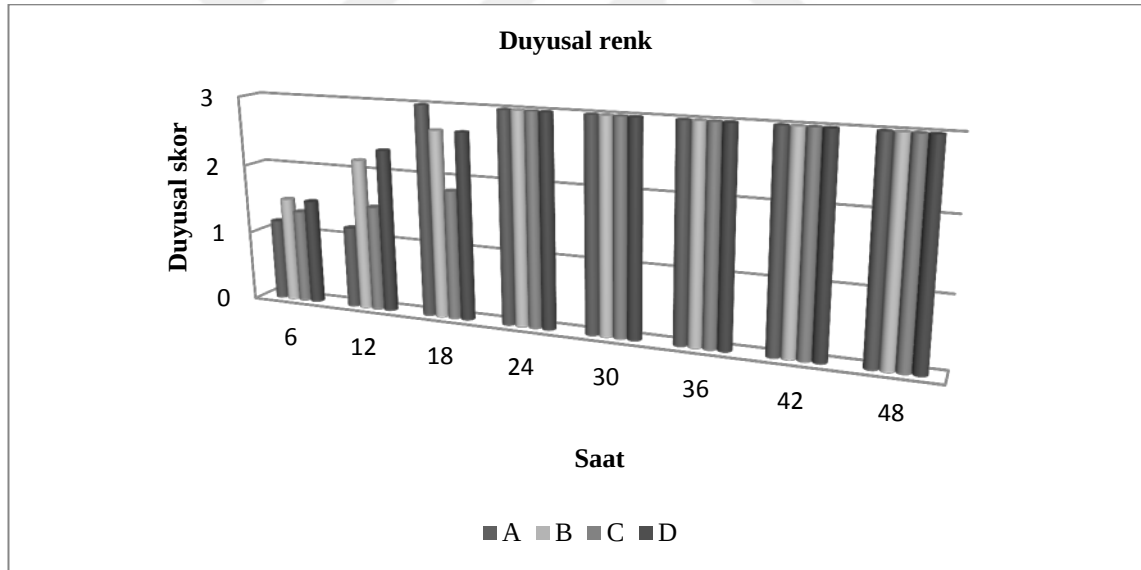
Balık etinin duyusal tekstür değişimleri incelendiğinde, İlk 18 saatte grupların hepsinde marinat için yetersiz bir tekstür belirlenmiştir. Balık dokusunda henüz herhangi bir yumuşuma söz konusu olmayıp, çiğ balık özellikleri çok fazla değişmemiştir. Ancak 24 saat sonra C grubu dışındaki gruplarda daha az sert doku belirlenirken, C grubunda henüz sert doku devam etmiştir. 30 saat sonra tüm gruplar marinat için uygun tekstüre ulaşmıştır. Belirtilen 30. saatte titrasyon asitliği sonuçlarına baktığımızda tüm gruplarda en yüksek asitlik konsantrasyonuna erişildiği görülmektedir. Marinat çözeltisindeki asitin balık dokusuna geçmesi dokuda yumuşamaya neden olmuştur. 36 saatte C ve D gruplarının duyusal tekstür özelliği değişmezken diğer grupların biraz sertleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.58). Tuz tayini sonuçlarını incelediğimizde 36. Saatte C ve D gruplarının tuz konsantrasyonu değişmezken A ve B gruplarının tuz konsantrasyonunda artış saptanmıştır. A ve B gruplarında tuz konsantrasyonundaki artışın 36. Saatte duyusal sertlik değerlerindeki artışın nedeni olduğu düşünülmektedir. Yine 36. saatten 42. Saate kadar A, B ve C gruplarının titrasyon asitlik değerlerinde önemli değişim olmaması, D grubunda ise azalma olmasının da bu sonucu doğurduğu düşünülebilir. 42. Ve 48. Saatlerde duyusal tekstür özelliğinde önemli değişim saptanmamıştır. Yine bu saatlerde tuz konsantrasyonlarında da önemli değişim saptanmamıştır.



Şekil 4.58. Marinasyon işleminde balık etinde duyusal tekstür değişimleri

Balık etinin duysal renk özellikleri incelendiğinde her bir grupta ilk 6 saatte renkte açılma başladığı ve çiğ balık görünümünün kaybolmaya başladığı görülmektedir. 12. saate gelindiğinde B ve D gruplarında kirli beyaz bir renk belirlenirken A ve C gruplarında grimsi beyaz görünüm saptanmıştır. Titrasyon asitliği sonuçlarını incelediğimizde B ve D gruplarının asit içeriklerinin A ve C gruplarınınkinden yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.59). Asidin balık etinde renk açma ağartma etkisi bulunmaktadır. Balık dokusunda asit konsantrasyonunun artması rengin açılmasına neden olmuştur. 24. saatten sonra marinata özgü beyaz renge ulaşılmış olup 48 saate kadar bu beyaz renk değişmemiştir.

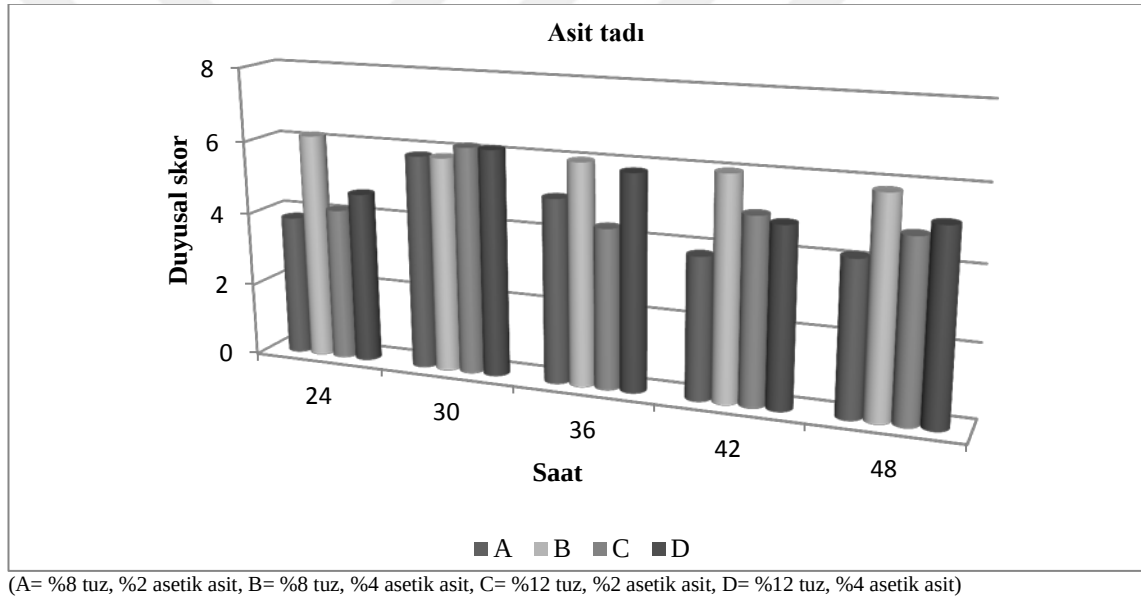
Szymczak vd. (2015) marinattaki asetik asit konsantrasyonunun, marine edilmiş ringa balığının duysal değerlendirmesini önemli ölçüde etkilediğini belirlemişler ve düşük konsantrasyondaki asitin tatmin edici bir asit tadı geliştirmediğini bildirmişlerdir. Ayrıca %3 asetik asit ve %6 tuz ile marine edilen ringa balığının tadının asitten daha çok tuzlu olarak algılandığını ve iyi dokuya rağmen yüksek bir genel duysal beğeniye ulaşmadığını, yüksek konsantrasyonunda (%7 ve % 8) asetik asidin ise çok asitli ve hatta acı olarak algılandığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada da marinatta sadece tuz konsantrasyonu arttırıldığında, etin asit tadında bir artış ve hatta ekşi tat gelişimi gözlemlenmiştir (Szymczak vd. 2012).



(A= %8 tuz, %2 asetik asit, B= %8 tuz, %4 asetik asit, C= %12 tuz, %2 asetik asit, D= %12 tuz, %4 asetik asit)

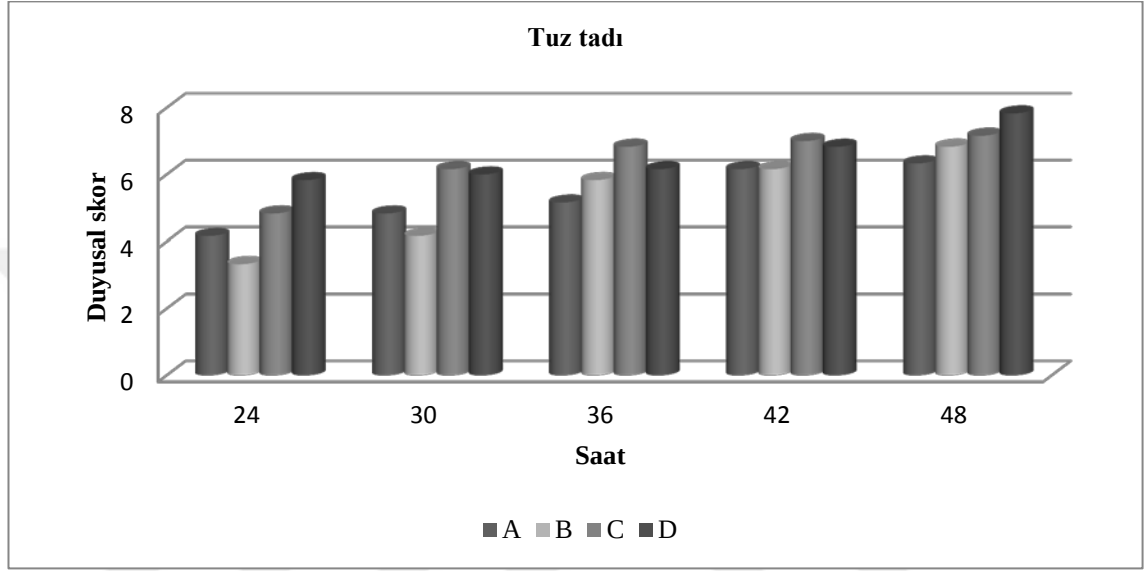
Şekil 4.59. Marinasyon işleminde balık etinde duysal renk değişimleri

Balık etinin asit tadının duysal olarak analiz edilmesi, tekstür ve renk değerlendirmeleri sonucunda marinatin tipik tekstür ve renginin elde edildiği (olgunlaşmanın gerçekleştiği) saatten sonra başlayıp 48. saate kadar yapılmıştır. Tekstür ve rengin marinata özgü olduğu süre 24 saat olarak belirlenmiştir. 24. saatten sonra yürütülen tat analiz sonuçlarına göre marinata özgü tipik asit tadına 30. saatte ulaşılmıştır (Şekil 4.60). 30. saatten sonra B grubu dışındaki grupların asit tadında bir miktar azalma saptanmıştır. 30 saatten sonra balık etindeki tuz konsantrasyonundaki hızlı artışın asit tadı etkilediği düşünülmektedir. Breslin (1995) tarafından belirtildiğine göre mevcut tat nitelikleri, çözelti içinde orta veya güçlü konsantrasyonlarda karıştırılırsa, karışım genellikle bileşen tatlarının basit toplamından daha düşük bir tat hissi verir. Farklı tat nitelikleri ortaya çıkaran iki bileşik, çözelti içinde orta veya güçlü konsantrasyonlarda karıştırıldığında, karışım genellikle bileşen tatlarının basit toplamından daha az yoğun bir tat hissi verecektir. İki bileşenli karışımlarda, tat niteliklerinin her biri, ayrı ayrı tadıldığı zamana göre genellikle bastırılır (daha az yoğun olarak algılanır). Genel olarak titrasyon asitliği yüksek olan gruplarda daha yüksek asit tat belirlenmiştir.



Şekil 4.60. Marinasyon işleminde balık etinde asit tadı değişimleri

Balık etinin tuz tadı duyuşal analizi, tekstür ve renk değerdendirmeleri sonucunda marinatin tipik tekstür ve renginin elde edildiğı (olgunlaşmanın gerçekteştiğı) saatten sonra başlayıp 48. saate kadar yapılmıştır. Tekstür ve rengin marinata özğü olduğı süre 24 saat olarak belirlenmiştir. 24. Saatten sonra yürütölen tat analiz sonuçlarına göre marinata özğü tipik tuz tadına B ve C gruplarında 36. saatte, A ve B gruplarında 42. saatte ulaşılmıştır (Şekil 4.61). Her örnekleme saatinde C ve D gruplarında A ve B gruplarından daha yüksek tuz tadı saptanmıştır. Genel olarak balık etindeki tuz konsantrasyonundaki değışimlere paralel sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4.61. Marinasyon işleminde balık etinde tuz tadı değışimleri

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada balık marinatı üretimi sırasında, balık etinin marinat çözeltisine bırakılmasından sonra olgunlaşma olarak adlandırılan tüketilebilir hale gelmesi aşamasına kadar geçirdiği fizikokimyasal değişimleri incelenmiştir. Dört farklı çözelti grubunun hazırlandığı bu çalışmada balıkların çözeltiye bırakılmasından sonra 6 saat aralıklarla marinat çözeltisi ve balık eti örnekleri alınarak analizler yürütülmüştür.

Altı saat aralıklarla alınan balık ve çözelti örneklerinde titrasyon asitliği incelenmiş ve bu incelemede çözeltideki asit konsantrasyonu azalırken balık etinde arttığı gözlenmiştir. Bu artış ve azalış saatler boyunca devam ederken A ve B gruplarında 24 saat sonra C ve D gruplarında ise 30 saat sonra çözelti ve etteki konsantrasyonlarının eşitlendiği görülmüştür. Dengelenmenin sağlandığı bu saatlerde balık etinde olgunlaşmanın tamamlandığı saptanmıştır. Etteki asitlik düzeyinin bırakıldığı marinat çözeltisinin konsantrasyonu ile yakından ilişkili olduğu ve %4 asetik asit kullanılarak hazırlanan çözeltide marine edilen balık etinde %2'lik asetik asit ile hazırlanan çözeltide tutulana göre daha yüksek asit içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. Gruplar arasında değerlendirme yapıldığında etteki asitlik düzeyleri $B > D > C > A$ olarak belirlenmiştir.

Çözelti ve balık etindeki tuz tayin sonuçlarını değerlendirdiğimizde, asitte olduğu gibi tuzun da saatler itibarıyla çözeltide azalırken ette arttığı tespit edilmiştir. A ve D gruplarında 36 saat sonra B ve C gruplarında 42 saat sonra çözelti ve ette tuz konsantrasyonları dengeye ulaşmıştır. Grupların etteki tuz düzeyleri $D > C > B > A$ olarak belirlenmiştir. Yüksek tuz konsantrasyonlu çözeltilerle marine edilen balık etlerinde daha yüksek tuz konsantrasyonları saptanmıştır. Tuz balık etine asitten daha çabuk geçmiştir.

Marinatın olgunlaşması sırasında etteki pH değerleri azalırken, çözeltinin pH değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. En düşük pH değerleri B ve D grubunda belirlenirken en yüksek pH değerleri A ve C grubunda belirlenmiştir. Asitlik değerlerindeki değişimlerle pH değerlerindeki değişimler karşılaştırıldığında A ve B gruplarında paralellik saptanmıştır.

En yüksek pişirme kayıpları A grubunda belirlenmiş olup, diğer gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. A, B ve C gruplarında ilk 12 saatte, D grubunda ilk 6 saatte, artış saptanmış olup, kalan saatlerde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Pişirme kayıpları ile pH değerleri, asitlik ve tuz değerleri arasında negatif bir ilişki saptanmıştır. pH değerleri azalırken ve asitlik artarken pişirme kayıplarının arttığı, yine saptanmıştır. Asitliğin yüksek pH değerinin düşük olması su bağlamayı arttırmıştır. Tuz konsantrasyonu artarken pişirme kayıplarının azaldığı saptanmıştır. Pişirme kayıplarındaki değişimleri tuz konsantrasyonundaki değişimlerle karşılaştırdığımızda tüm gruplarda negatif bir ilişki saptanmıştır. Tuz konsantrasyonu artarken pişirme kayıplarının azaldığı saptanmıştır.

Balık etindeki renk değişimleri ölçülmüş olup, ilk 6 saatte L^* değerinin arttığı sonraki saatlerde ise önemli değişim olmadığı saptanmıştır. Tuz konsantrasyonundaki artışla birlikte L^* değerinde artış saptanmıştır. Çiğ balık eti ile karşılaştırıldığında marine

edilmiş balıkta a^* değerleri önemli derecede azalmıştır. Çözeltideki asidin balık etinin renginin ağarmasına neden olduğu belirlenmiştir.

Balık etinin tekstürel özelliklerinin incelendiği bu çalışmada tuz konsantrasyonu arttıkça marinatların yapısının daha sert olduğu, A ve D çözeltilerine bırakılmasından 36 saat sonra, B ve C çözeltilerine bırakıldıktan 42 saat sonra balık etinde en yüksek sertlik değerleri belirlenmiştir. Balık etinin marinat çözeltisine bırakılmasından 6 saat sonra esneklik değerleri azalmış daha sonraki saatlerde ise önemli bir değişim göstermemiştir. Bağlılık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet değerlerinde önemli değişim gözlenmemiştir.

Çalışmamız balık etinin pH değerlerinin proteinlerin parçalanması ve amino asitlere dönüşmesine yetecek düzeye inmemesi nedeniyle toplam serbest amino asit miktarlarında gruplar arasında ve olgunlaşma süreleri arasında farklılık saptanmamıştır.

Duyusal olarak balık etinin tekstür, renk, ekşi tat ve tuzlu tat özellikleri değerlendirilmiştir. Balık etini duyuşal tekstür ve renk özelliklerinin enstrümental ölçüm özellikleri ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Asitlik ve tuzluluk özellikleri de titrasyonla belirlenen tuz ve asit içeriklerindeki değişimlerle paralellik göstermiştir.

Marinat üretiminde marinat çözeltisinde bekletme aşaması üründe marinata özgü özelliklerin oluşmasında en önemli bir aşamadır. Özellikle, tekstür, renk, lezzet ve aroma özelliklerinin oluşumu bu aşamada gerçekleşmektedir. Bu değişimlerde kullanılan çözeltideki asit ve tuzun oranlarının önemli etkileri vardır. Bu oranlar balık etinin çözeltide bekletilme süresini etkilemekte ve ayrıca duyuşal özelliklerindeki farklılıkların oluşumunda etkili olmaktadır.

Bu çalışma ile marinasyon süreci bilimsel olarak ortaya konulmuştur. Marinasyon sürecinin endüstriyel düzeyde daha iyi bilimsel olarak anlaşılması, sürecin optimize edilmesini mümkün kılacak, bu da hammaddenin daha iyi kullanılması, ürün kaybının azalması ve daha yüksek ekonomik kazanç ile sonuçlanacaktır.

6.KAYNAKLAR

- Aksu, H., Erkan, N., Çolak, H., Varlık, C., Gokoglu, N., Ugur, M. 1997. Some changes in anchovy marinades during production in different acid-salt concentrations and determination of shelf life. *Yüzüncü Yıl University Journal of Veterinary Animal Husbandry*, 8: 86-90.
- Anihouvi, V. B., Sakyi-Dawson E., Ayernor G. S., and Hounhouigan J. D., 2007. Microbiological changes in naturally fermented cassava fish (*Pseudotolithus* sp) for lanhouin production. *Int. J. Food Microbiol*, 116: 287–291.
- Anihouvi, V. B., Sakyi-Dawson E., A yenor G. S., and Hounhouigan J. D., 2009. Biochemical changes and aroma development during the spontaneous fermentation of cassava fish into lanhouin and their influence on product acceptability. *J. Aquat. Food Prod. Technol*, 18: 370–384.
- AOAC 1937. Salt (chlorine as sodium chloride) in seafood. *Journal of Association of Official Agricultural Chemists*, 20 (3): 410-415.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Atasever, M., Bozkurt, Y. 2011. Alabalık Yetiştiriciliğinde Damızlık Stok Yönetimi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4(1): 25-30.
- Barat, J. M., Rodriguez-Barona, S., Andrés, A., Fito, P. 2003. Cod salting manufacturing analysis. *Food Research International*, 36(5): 447–453.
- Baygar, T., Alparslan, Y., Güler, M., Okumuş M. 2010. Effect of pickling solution on maturing and storage time of marinated seabass fillet. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(8): 575-583.
- Behera, S.S., Madathil, D., Verma, S.K., Pathak, N. 2020. Seafood marination-A review. *International Archive of Applied Sciences and Technology*, 11 (3): 165-168.
- Bourne, M. C., 2002. Food Texture and Viscosity–Concept and Measurement, 2nd ed., Elsevier, Burlington, pp. 1-30.
- Breslin, P.A.S. and Beauchamp, G.K. 1995. Suppression of Bitterness by Sodium: Variation Among Bitter Taste Stimuli. *Chemical Senses*, 20: 609-623.
- Cabrer, A. I., Casales, M. R., & Yeannes, M. I. 2002. Physical and chemical changes in anchovy (*Engraulis anchoita*) flesh during marination. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 11(1): 19– 31.
- Can, Ö.P., Kaşıkçı, G. 2018. Biberiye ve kekik yağı ilavesinin marine edilen gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus Mykiss* Walbaum 1972) buzdolabında depolanması üzerine etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(12): 1701-1707.

- Cappacioni, M.E., Casales, M.R., Yeannes, M.I. 2009. Acid and salt uptake during the marinating process of Engraulis anchoita fillets influence of the solution:fish ratio and agitation. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, 31(4): 884-890.
- Çağlak, E., Karşı, B. 2015. Determination of shelf life of marinade and brine injected rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, walbaum 1792) at refrigerator conditions. *Food and Health*, 1 (4): 199-210.
- Çelikkale MS. 1994. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. Cilt, I. K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi. Yayın No: 2. 419 s. Trabzon
- Çakır, F. Ayvaz, Z. 2019. Monitoring of the effect of different acetic acid ratios on the color of marinated anchovy fillets and skin during 24 hours, pp.55, 18-20 April, 2. International Conference on "Agriculture, Forestry & Life Sciences". Prague, Czech Republic.
- Çelik U. 2004. Marine edilmiş akivades (*Tapes decussatus* L. 1758'in kimyasal kompozisyonu ve duysal analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(3-4): 219-221
- Delbarre-Ladrat, C., Chéret, R., Taylor, R., & Verrez-Bagnis, V. 2006. Trends in postmortem aging in fish: Understanding of proteolysis and disorganization of the myofibrillar structure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(5): 409–421.
- Demirok, E., Kolsarıcı, N., Çelik, S., Dogan, Z., Hamdan, S., Öztürk, F. 2014. Proteolytic and Sensory Changes During Marination of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Flesh in Pomegranate Juice. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 23: 621–632.
- Dokuzlu C. 1997. Marinat hamsi üretimi sırasında kullanılan asit-tuz oranlarının ürünün mikrobiyolojik ve organoleptik kalitesi üzerine etkileri ve raf ömrünün belirlenmesi. *Pendik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 28(1): 81-90.
- Dunajski, E. 1979. Texture of fish muscle. *Journal of Texture Studies*, 10: 301–318.
- Duyar, H.A., Eke, E., 2009. Production and quality determination of marinade from different fish species. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2): 270-275.
- Erikson, U., Veliyulin, E., Singstad, T. E., & Aursand, M. 2006. Salting and Desalting of Fresh and Frozen-thawed Cod (*Gadus morhua*) Fillets: A Comparative Study Using ²³Na NMR, ²³Na MRI, Low-field ¹H NMR, and Physicochemical Analytical Methods. *Journal of Food Science*, 69(3): 107-114.
- Erkan N., Metin S., Varlık C., Baygar T., Özden Ö., 2000. Modifiye Atmosferle Paketlemenin (MAP) Paneli Alabalık Marinatlarının Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 24: 585-591.

- Feiner, G. (2006). Meat products handbook. Practical Science and Technology. CRC Press Woodhead Publishing Limited, Boca Raton, FL, USA, 648 p.
- Gallart-Jornet, L., Barat, J.M., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I., Fito, P. 2007. A comparative study of brine salting of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Engineering*, 79: 261–270.
- Gökoğlu, N. (2002). Su ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı yayınları, İstanbul. 117 s.
- Gökoğlu, N. 2003. Changes in biogenic amines during maturation of sardine (*Sardina pilchardus*) marinade. *Fisheries Science*, 69: 823-829.
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P., Cengiz, E. 2003. Biogenic amines formation in sardine marinade during refrigerated storage. *Journal of Food Biochemistry*, 27: 435-447.
- Gökoğlu, N., Cengiz, E., Yerlikaya, P. 2004. Determination of the shelf life of marinated sardine (*Sardina pilchardus*) stored at 4°C. *Food Control*, 15: 1-4.
- Gökoğlu, N., Topuz, O.K., Yerlikaya, P. 2009. Effects of pomegranate sauce on quality of marinated anchovy during refrigerated storage. *Food Control*, 15: 1–4.
- Gökoğlu, N., N., yerlikaya, P., Topuz, O.K. 2012. Effects of tomato and garlic extracts on oxidative stability in marinated anchovy. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36: 191–197.
- Gökoğlu, N. Uçak, İ. 2020. Effect of freshness grade of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) on the quality of marinated product stored at 4° C. *Acta Aquatica*, 7(2): 54-59.
- Gün, H., Gökoğlu, N., Varlık, C. 1993. Alabalık (*Onchorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) marinatında olgunlaşma süresinin belirlenmesi. *İstanbul Üniversitesi Su ürünleri Dergisi*, 1-2, 137-144.
- Hamm, R. 1994. The influence of pH on the protein net charge in the myofibrillar system. Proceeding of the 47th Reciprocal Meat Conference, p. 5-9. Chicago: American Meat Science Association.
- Hinkle, Jeremy B. 2010. Acid marination for tenderness enhancement of beef bottom round. Theses and Dissertations in Animal Science. 12. University of Nebraska - Lincoln.
- Hyldig, G., & Nielsen, D. 2001. A review of sensory and instrumental methods used to evaluate the texture of fish muscle. *Journal of Texture Studies*, 32: 219–242.
- Hughes, E., Cofrades, S., Troy, D.J. 1997. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12, 30% fat. *Meat Science*, 45 (3): 273-281.

- Karl, H., Roepstorff, A., Huss, H. H., & Bloemsma, B. 1995. Survival of Anisakis larvae in marinated herring fillets. *International Journal of Food Science & Technology*, 29(6): 661–670.
- Keskin, I., Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C.O., Köstekli, B., Ceylan, A., Candan, C. 2018. Marinasyon işlemi sırasında hamside (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) meydana gelen renk değişiminin ve bazı kimyasal parametrelerin belirlenmesi. *Gıda*, 43 (4): 655-662.
- Kılınç, B., Çaklı, Ş. 2004. Chemical, microbiological and sensory changes in thawed frozen fillets of sardine (*Sardina pilchardus*) during marination. *Food Chemistry*, 88: 275-280.
- Kilinc, B. & Cakli, S. (2005). The determination of the shelf-life of pasteurized and non-pasteurized sardine (*Sardina pilchardus*) marinades stored at 4th. *International Journal of Food Science and Technology*, 40: 265–271.
- Kim, J-H., Hong, G-E., Lim, K-W., Park, W., Lee, C-H. 2015. Influence of Citric Acid on the Pink Color and Characteristics of Sous Vide Processed Chicken Breasts During Chill Storage. *Korean J. Food Sci. An.*, 35 (5): 585-596.
- Komoltri, P., Pakdeechanuan, P. 2012. Effects of marinating ingredients on physicochemical, microstructural and sensory properties of golek chicken. *International Food Research Journal*, 19(4): 1449-1455.
- Lawrie, R. A. 1991. Meat Science. 5th ed. Pergamon Press. New York, NY, pp. 56-60
- Macharakova, B., Bogdanovicova, K., Jezek, F., Bednara, J., Harustiakovab, J.K. 2021. Cooking loss in retail beef cuts: The effect of muscle type, sex, ageing, pH, salt and cooking method. *Meat Science*, 171: 108270.
- Maktabi, S., Zarei M., Chadorbaf, M. 2016. Effect of a traditional marinating on properties of rainbow trout fillet during chilled storage. *Veterinary Research Forum*, 7 (4): 295-300.
- Mandal, S.C., Basu, S. 2008. Development of intermediate moisture marinated fish product and its storage characteristics. *J. Indian Fish Assoc.*, 35: 131- 139.
- Manthey, M., Karnop, G., Rehbein, H. 1988. Quality changes of European catfish (*Silurus glanis*) from warm water aquaculture during storage in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 23: 1-9.
- McLay B.R. 1972. Marinades. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Torry Advisory Note No. 56.
- Medynski, A., Pospiech, E. and Kniat, R. 2000. Effect of various concentrations of lactic acid and sodium chloride on selected physico-chemical meat traits. *Meat Science*, 55: 285-290.

- Meyer, V. (1965). Marinades. In: Borgstrom G. (Ed.), Fish as Food, Academic Press, New York, pp. 165–193.
- Offer, G., J. Trinick 1983. On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking in meat. *Meat Science*, 8: 245-281.
- Offer, G., Knight, P. 1988. The structural basis of water-holding in meat. Part1:general principles and water uptake in meat processing. *In Development in Meat Science*, 4: 63-71.
- Olgunoğlu, I.A., Özogul, F., Özogul, Y., Kuley, E. 2009. Chemical, sensory and microbiological assessment of marinated anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) fillets stored at $1\pm1^{\circ}\text{C}$. *Advances in Food Sciences*, 31(2): 1-8.
- Oreskovich, D.C., Bechtel, P.J., McKeith, F.K., Novakofski, J., Basgall, E. J. 1992. Marinade pH affects textural properties of beef. *Journal of Food Science*, 57: 305-311.
- Özden, Ö., Baygar, T. 2003. Farklı, paketlenme yöntemlerinin marine edilmiş balıkların bazı kalite kriterleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 27(4): 899-906.
- Özden, Ö., Erkan, N. 2006. Effect of different packing methods on the shelf life of marinated rainbow trout. *Archiv Für Lebensmittelhygiene*, 57(3): 69-75.
- Özpolat, E., Çoban, Ö.E., Patır, B. 2010. Farklı oranlarda asetik asit ve eugenol ile hazırlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) marinatlarının duyu özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences.Com*, 4(4): 329-336.
- Patır, B., Can, Ö.P., Çoban, E., Özpolat, E. 2014. The Effects of different combinations of eugenol and acetic acid on quality changes of marinated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) fillets. *Turkish Journal of Science and Technology*, 9 (2): 109-116.
- Pons-Sanchez-Cascado, S., M. C. Vidal-Carou, A. Mariné-Font, M.T. Veciana-Nogues 2005. Influence of the freshness grade of raw fish on the formation of volatile and biogenic amines during the manufacture and storage of vinegar-marinated anchovies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 8586-8592.
- Rahman, M.S.; Al-Mahrouqi, A.I. 2009. Instrumental texture profile analysis of gelatin gel extracted from grouper skin and commercial (bovine and porcine) gelatin gels. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60: 229–242.
- Rao, M., Gault, N. 1989. The influence of fibre-type composition and associated biochemical characteristics on the acid buffering capacities of several beef muscles. *Meat Science*, 26: 5-18.
- Rao, M., Gault, N.F.S., Kennedy, S. 1989. Variations in waterholding capacity due to changes in the fibre diameter, sarcomere length and connective tissue

- morphology of some beef muscles under acidic conditions below the ultimate pH. *Meat Science*, 26: 19-37.
- Rodger, G., Hastings, R., Cryne, C., Bailey, J. 1984. Diffusion properties of salt and acetic acid into herring and their subsequent effect on the muscle tissue. *Journal of Food Science*, 49: 714–720.
- Sallam, Kh.I., Ahmed, A.M., Elgazzar, M.M., Eldaly, E.A. 2007. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4 C. *Food Chemistry*, 102: 1061-1070.
- Seuss, I., Martin, M. 1993. The influence of marinating with food acids on the composition and sensory properties of beef. *Fleischwirtschaft*, 73: 292-295.
- Simat, V., Bogdanovic, T., Bulic M. 2011. The effect of different marinating baths on sensory properties and shelf life parameters of cold marinated anchovies (*Engraulis encrasicolus*, L.). *MESO*, 13: 80-88.
- Simat, V., Micunovic, A., Bogdanovic, T., Listes, I., Generalic Mekinac, I., Ahmed, I., Skroza, D. 2019. The impact of lemon juice on the marination of anchovy (*Engraulis encrasicolus*): Chemical, microbiological and sensory changes. *Italian Journal of Food Science*, 31: 604.
- Szymczak, M. 2011. Comparison of physicochemical and sensory changes in fresh and frozen herring (*Clupea harengus* L.) during marinating. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91: 68–74.
- Szymczak, M., Kołakowski, E., and Felisiak, K. 2012. Influence of salt concentration on properties of marinated meat from fresh and frozen herring (*Clupea harengus* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, 47: 282–289.
- Szymczak, M., Kołakowski, E., Felisiak, K. 2015. Effect of Addition of Different Acetic Acid Concentrations on the Quality of Marinated Herring, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 24, 6, 566-581, properties of marinated meat from fresh and frozen herring (*Clupea harengus* L.). *International Journal of Food Science and Technology*, 47: 282–289.
- Szymczak, M., Lepczyński, A. 2016. Occurrence of aspartyl proteases in brine after herring marinating. *Food Chemistry*, 194: 470–475.
- Szymczak, M. 2017. Effect of technological factors on the activity and losses of cathepsins B, D and L during marinating of Atlantic and Baltic herrings. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97: 1488–1496.
- Thorarinsdottir, K. A., Arason, S., Sigurgisladottir, S., Valsdottir, T., Tornberg, E. 2011. Effects of different pre-salting methods on protein aggregation during heavy salting of cod fillets. *Food Chemistry*, 124(1): 7–14.
- Tobin, B.D., O'Sullivan, M.G., Hamill, R.M., Kerry, J.P. 2012. Effect of varying salt and fat levels on the sensory quality of beef patties. *Meat Science*, 91: 460–465.

- Toyohara, M., Murata, M., Ando, M., Kubota, S., Sakaguchi, M., and Toyohara, H. 1999. Texture changes associated with insolubilization of sarcoplasmic proteins during salt-vinegar curing of fish. *Journal of Food Science*, 64: 804–807.
- Xiong, Y.L. 1997. Structure/Function Relationship of Muscle Proteins. In: Damodaran, S., Paraf, A. (Eds.), *Food Proteins and Their Applications*, Marcel Dekker, New York, NY.
- Varlık, C., Gökoğlu, N., Gün, H. 1993. Marinat üretimine sıcaklığın sirke/tuz geçişi üzerine etkisi. *Gıda*, 18(4): 223-228.
- Yashoda, K.P., Jagannatha Rao, R., Mahendrakar, N.S., Narasimha Rao, D. 2005. Marination of sheep muscles under pressure and its effect on meat texture quality. *Journal of Muscle Foods*, 16 (2005): 184 – 191.
- Yeannes, M.I., Casales, M.R. 1995. Estudio de las variables de proceso de marinados de anchoita (E. anchoita). *Alimentaria, Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos*, 262: 87-92.
- Yeannes, M. I., and Casales, M. R. 2008. Modifications in the chemical compounds and sensorial attributes of *Engraulis anchoita* fillet during marinating process. *Ciência Tecnologia Alimentos*, 28: 798–803.
- Yıldız, P. 2016. Effect of thyme and rosemary essential oils on the shelf life of marinated rainbow trout. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 26: 665-673.
- Yokoyama, S., Hiramatsu, J.I. 2003. A modified ninhydrin reagent using ascorbic acid instead of potassium cyanide. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 95: 204- 205.

ÖZGEÇMİŞ

Yusuf Kürşad Öğretici

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2019-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama Ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2015-2019	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Antalya