

**LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ VE ŞERBETÇİOTU
(Humulus lupulus) KULLANILARAK SÜNE-KİMİL
(Eurygaster spp. ve/veya Aelia spp.) ZARARI GÖRMÜŞ
UNLARIN EKMEKLİK KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ**

**IMPROVING THE BREAD QUALITY OF BUGS
(Eurygaster spp. and/or Aelia spp.) DAMAGED FLOUR BY
USING LACTIC ACID BACTERIA AND
HOPS (Humulus lupulus)**

GÖRKEM ÖZÜLKÜ

Hacettepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2013

LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ VE ŞERBETÇİOTU (*Humulus lupulus*) KULLANILARAK SÜNE-KİMİL (*Eurygaster spp.* ve/veya *Aelia spp.*) ZARARI GÖRMÜŞ UNLARIN EKMEKLİK KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Görkem Özülkü

ÖZ

Bu çalışmada, yüksek oranlarda (%50, %70) süne zararı görmüş unların ekmeklik kaliteleri, Laktik asit bakterileri (*Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus sanfrancissensis*) kullanılarak hazırlanan ekşi hamur, sıvı çavdar ekşisi (SÇE) ve şerbetçiotu (*Humulus lupulus*) kullanılarak iyileştirilmeye çalışılmıştır. %20 ve %40 oranlarında ekşi hamur, %1 ve %2 oranlarında SÇE, %0.025 ve %0.05 konsantrasyonlarında şerbetçiotu çözeltisinin süne zararı görmüş unların proteaz aktiviteleri üzerine etkileri, sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) ve asit poliakrilamid jel elektroforez (A-PAGE) kullanılarak incelenmiştir. %40 oranında *L. plantarum*'dan hazırlanan ekşi hamur (EH1), %20 oranında *L. sanfrancissensis*'ten hazırlanan ekşi hamur (EH2), %0.05 konsantrasyonundaki şerbetçiotu çözeltisi ve SÇE (%1 ve %2), %50 süne zararı görmüş undan hazırlanan örneklerin proteaz aktivitelerini azaltmıştır. %70 oranında süne zararına uğramış un içeren paçalda proteaz aktivitesini ise %20 EH1, %40 EH2, %0.025 şerbetçiotu ve SÇE'nin her iki oranı (%1 ve %2) azaltmıştır. Kontrol grubuna göre, proteaz aktivitesinde azalma tespit edilen örneklerden ekmekler üretilmiştir. Bu uygulamaların ekmek üretimleri gerçekleştirildiğinde, SÇE uygulaması ekmek hacim ve tekstürüne olumlu etki göstermiş ancak ekşi hamur ve şerbetçiotu uygulamaları ekmeklik kaliteyi etkilememiştir. Çalışmada ayrıca düşük oranda süne zararı (%25) içeren paçalda, elektroforez sonuçlarına göre belirlenen uygulamaların yüksek oranları ile ekmek denemeleri tekrarlanmıştır. %2 SÇE ve %0.05 şerbetçiotu uygulamalarının %25 süne zararına uğramış unun ekmeklik kalitesini iyileştirebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Süne (*Eurygaster spp.*), süne proteazı, elektroforez, ekşi hamur, laktik asit bakterileri, sıvı çavdar ekşisi, şerbetçiotu (*Humulus lupulus*), ekmeklik kalite.

Danışman: Prof.Dr.Dilek SİVRİ ÖZAY, Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

IMPROVING THE BREAD QUALITY OF BUGS (*Eurygaster* spp. and/or *Aelia* spp.) DAMAGED FLOUR BY USING LACTIC ACID BACTERIA AND HOPS (*Humulus lupulus*)

Görkem Özülkü

ABSTRACT

In this study, the breadmaking quality of heavily bugs damaged wheat flour (50%, 70%) was tried to improve by using sourdough prepared with Lactic acid bacteria (*Lactobacillus sanfrancissensis* and *Lactobacillus plantarum*), liquid rye sour and hops (*Humulus lupulus*). The effects of 20% and 40% of sourdough, 1% and 2% of liquid rye sour (LSD) and %0.025 and %0.05 of hops solution on the protease activity was monitored by using sodium dodesil sulfate polyacrylamid jel electrophoresis (SDS-PAGE) and acid polyacrylamid jel electrophoresis (A-PAGE). The breads of the samples whose protease activity decreased as compared to the control group were produced. 40% sourdough prepared with *L. plantarum* (SD1), 20% sourdough prepared with *L. sanfrancissensis* (SD2), 0.05% hops solution and the LRS (1% and 2%) decreased the protease activity of 50% suni-bug damaged flour. As for the blend including 70% suni-bug damaged flour, its protease activity was decreased by 20% SD1, 40% SD2, 0.025% hops solution and both ratio (1% and 2%) of the LRS. When the breads of these applications were produced, LRS applications affected positively to the bread volume and texture, but hops and sourdough applications had no positive effect to the bread quality. The ratio of the suni bug damaged flour was decreased to 25% in the blend and it was also reproduced the breads with the higher proportion of the applications, according to the electrophoresis results. It was concluded that 2% and 0.05% hops applications could improve the bread quality of 25% suni-bug damaged flour.

Keywords: Bugs damage, bugs protease, electrophoresis, sourdough, lactic acid bacteria, liquid rye sour, hops, breadmaking quality.

Advisor: Prof. Dr. Dilek SİVRİ ÖZAY, Hacettepe University, Food Engineering Department.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın tasarlanmasında, yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında, bilgi, tecrübe ve desteğini benden esirgemeyen değerli hocam, Prof.Dr.Dilek Sivri Özay'a ve kurmuş olduğu imkanlardan faydalanmamızı sağlayan saygıdeğer hocam Prof.Dr.Hamit Köksel'e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Buğday örneklerinin temin eden eden Polatlı Ticaret Borsası ile Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Meslek Yüksekokulu öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Celalettin Gözüaçık' a,

Buğday örneklerinin hazırlanması ve öğütülmesi konusunda yakın ilgi ve yardımlarından dolayı Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Teknoloji Laboratuvarı Müdürü Turgay Şanal ve tüm çalışanlarına,

Çalışmada kullanılan sıvı çavdar ekşisi ürününün teminine olanak sağlayan İreks Gıda San.Tic.'e,

Farinograf analizlerinin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan Prof. Dr. Berrin Özkaya'ya

Laktik asit bakterilerinin canlandırılması aşamasında desteğini ve bilgisini benden esirgemeyen değerli hocam Dr.Ufuk Bağcı'ya,

Hububat Laboratuvarında karşılaştığımız sorunlarda bizlerden yardımını esirgemeyen hocalarımız Ar. Gör.Tuğrul Masatçioğlu, Ar. Gör. Kevser Kahraman ve Uzm. Meltem Yıldırım'a,

Yüksek lisans eğitimime verdikleri destekten ötürü İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesine,

Ve tüm hayatım boyunca bana güç veren canım annem, babam ve kardeşlerime en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Süne Zararı ve Süne Proteazı	4
2.2. Süne Zararının Ekmeklik Kalite Üzerine Etkisi ve Alınabilecek Önlemler	6
2.3. Ekşi Hamur.....	11
2.4. Laktik Asit Bakterileri	14
2.4.1. <i>Lactobacillus sanfranciscensis</i>	16
2.4.2. <i>Lactobacillus plantarum</i>	17
2.5. Şerbetçiotu	17
3.1. Materyal	19
3.1.1. Buğday örnekleri.....	19
3.1.2. Laktik asit bakterileri ve besiyerleri	19
3.1.3. Sıvı çavdar ekşisi.....	19
3.1.4. Şerbetçiotu	19
3.1.5. Diğer bileşenler.....	19
3.2. Metot	19
3.2.1. Buğday örneklerinin fiziksel analizleri	19
3.2.1.1 Hektolitreye tayini	19
3.2.1.2. Bin tane ağırlığı	20
3.2.1.3. Sertlik tayini (Soyma sayısı)	20
3.2.1.4. Nem tayini.....	20
3.2.2. Öğütme.....	20
3.2.3. Un örneklerinin kimyasal analizleri	20
3.2.3.1. Rutubet miktarı tayini	20
3.2.3.2. Kül miktarı tayini	20

3.2.3.3. Protein miktarı tayini	21
3.2.4. Un örneklerinin fizikokimyasal analizleri	21
3.2.4.1. Düşme sayısı tayini.....	21
3.2.4.2. Yaş gluten miktarı tayini.....	21
3.2.4.3. Zeleny sedimentasyon ve modifiye sedimentasyon testi	21
3.2.5. Reolojik testler	21
3.2.5.1. Farinograf analizi	21
3.2.5.2. Alveokonsistograf analizi	22
3.2.5.3. Miksolab analizi	22
3.2.6. Laktik asit bakterilerinin canlandırılması ve sayımı	22
3.2.7. Ekşi hamur hazırlanması	22
3.2.8. Şerbetçiotunun hazırlanması	23
3.2.9. Hamur örneklerinin hazırlanması.....	23
3.2.10. Elektroforez çalışmaları	23
3.2.10.1. Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) yöntemi.....	23
3.2.10.2. Asit poliakrilamid jel elektroforez (A-PAGE) yöntemi	25
3.2.11. Ekmek yapma metodu.....	26
3.2.12. Ekmek örneklerinin kalite özelliklerinin incelenmesi	27
3.2.13. İstatistiksel analiz.....	27
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	28
4.1. Buğday Örneklerinin Fiziksel Özellikleri	28
4.2. Un Örneklerinin Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri	28
4.3. Un Örneklerinin Reolojik Özellikleri	30
4.3.1. Farinogram özellikleri	30
4.3.2. Alveokonsistograf özellikleri	31
4.3.3. Miksolab özellikleri.....	31
4.4. Uygulamaların Glutenin Proteinleri Üzerine Etkisi	32
4.4.1. Ekşi hamur uygulamasının glutenin üzerine etkisi	33
4.4.1.1. <i>L.plantarum</i> ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının glutenin proteinleri üzerine etkisi	33
4.4.1.2. <i>L. sanfrancissensis</i> ile hazırlanan ekşi hamur ilavesinin glutenin proteinleri üzerine etkisi	34
4.4.2. Sıvı çavdar ekşisi uygulamasının glutenin proteinleri üzerine etkisi	35
4.4.3. Şerbetçiotu uygulamasının glutenin proteinleri üzerine etkisi	35

4.5. Uygulamaların gliadin proteinleri üzerine etkisi	35
4.5.1. Ekşi hamur uygulamasının gliadin proteinleri üzerine etkisi	36
4.5.1.1. <i>L. plantarum</i> ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının gliadin proteinleri üzerine etkisi	36
4.5.1.2. <i>L. sanfrancissensis</i> ile hazırlanan ekşi hamur ilavesinin gliadin proteinleri üzerine etkisi	36
4.5.2. Sıvı çavdar ekşisi uygulamasının gliadin proteinleri üzerine etkisi	37
4.5.3. Şerbetçiotu uygulamasının gliadin proteinleri üzerine etkisi	37
4.6. Uygulamaların Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi	54
4.6.1. Ekmeklerin hacim ve tekstür özellikleri	54
4.6.2. Ekmeklerin renk özellikleri	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	66
ÖZGEÇMİŞ	74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 4.1-a. %0 ve %50 süne zararına uğramış un için <i>L.plantarum</i> ile hazırlanan ekşi hamurun glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	38
Şekil 4.1-b. %70 ve %100 süne zararına uğramış un için <i>L.plantarum</i> ile hazırlanan ekşi hamurun glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi	39
Şekil 4.2-a. %0 ve %50 süne zararına uğramış un için <i>L. sanfrancissensis</i> ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	40
Şekil 4.2-b. %70 ve %100 süne zararına uğramış un için <i>L. sanfrancissensis</i> ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	41
Şekil 4.3-a. %0 ve %50 süne zararına uğramış un için sıvı çavdar ekşisinin glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	42
Şekil 4.3-b. %70 ve %100 süne zararına uğramış un için sıvı çavdar ekşisinin glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	43
Şekil 4.4-a. %0 ve %50 süne zararına uğramış un için şerbetçiotu uygulamasının glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	44
Şekil 4.4-b. %70 ve %100 süne zararına uğramış un için şerbetçiotu uygulamasının glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	45
Şekil 4.5-a. %0 ve %50 süne zararına uğramış un için <i>L.plantarum</i> ile hazırlanan ekşi hamurun gliadin proteinleri üzerine etkisi.....	46
Şekil 4.5-b. %70 ve %100 süne zararına uğramış un için <i>L.plantarum</i> ile hazırlanan ekşi hamurun gliadin proteinleri üzerine etkisi.....	47
Şekil 4.6-a. %0 ve %50 süne zararına uğramış un için <i>L. sanfrancissensis</i> ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	48
Şekil 4.6-b. %70 ve %100 süne zararına uğramış un için <i>L. sanfrancissensis</i> ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	49
Şekil 4.7-a. %0 ve %50 süne zararına uğramış un için sıvı çavdar ekşisinin gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	50
Şekil 4.7-b. %70 ve %100 süne zararına uğramış un için sıvı çavdar ekşisinin gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi	51

Şekil 4.8-a. %0 ve %50 süne zararına uğramış un için şerbetçiotu uygulamasının gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	52
Şekil 4.8-b. %70 ve %100 süne zararına uğramış un için şerbetçiotu uygulamasının gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi.....	53
Şekil 4.9. %50 süne zararına uğramış una sıvı çavdar ekşisi uygulaması.....	56
Şekil 4.10. %25 süne zararına uğramış una %2 sıvı çavdar ekşisi uygulaması.....	59
Şekil 4.11. %25 süne zararına uğramış una şerbetçiotu uygulaması.....	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Buğday örneklerine ait fiziksel özellikler.....	28
Çizelge 4.2. Un örneklerine ait kimyasal ve fizikokimyasal özellikler.....	29
Çizelge 4.3. Un örneklerinin farinogram değerleri.....	30
Çizelge 4.4. Un örneklerine ait alveokonsistogram değerleri.....	31
Çizelge 4.5. Un örneklerinin miksolab özellikleri.....	32
Çizelge 4.6. Ekşi hamurların pH değerleri ve bakteri sayısı.....	33
Çizelge 4.7.%50 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin hacim ve tekstür özellikleri.....	55
Çizelge 4.8.%70 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin hacim ve tekstür özellikleri.....	57
Çizelge 4.9. %25 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin hacim ve tekstür özellikleri.....	58
Çizelge 4.10. Paçal oranının ekmek rengi üzerine etkisi.....	61
Çizelge 4.11.%50 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin renk özellikleri.....	62
Çizelge 4.12.%70 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin renk özellikleri.....	63
Çizelge 4.13 %25 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin renk özellikleri.....	63

SİMGELER VE KISALTMALAR

A-PAGE	: Asit poliakrilamid jel elektroforez
SDS-PAGE	: Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez
EH	: Ekşi Hamur
EH1	: <i>L. plantarum</i> ile hazırlanan ekşi hamur
EH2	: <i>L. sanfrancissensis</i> ile hazırlanan ekşi hamur
SÇE	: Sıvı Çavdar Ekşisi
SU	: Süne zararına uğramış Un
HMW	: Yüksek molekül ağırlıklı (High Molecular Weight)
LMW	: Düşük molekül ağırlıklı (Low Molecular Weight)
HY	: Hamur verimi
LSD	: Least Significant Difference
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
F	: Fermentasyon
MRS agar	: De Man Rogosa Sharpe agar
CIP	: Collection de l'Institut Pasteur
TTA	: Toplam Titre Edilebilir Asit
GO	: Glikoz oksidaz

1.GİRİŞ

Buğdayın tarladaki verimini ve teknolojik kalitesini düşüren süne zararı ülkemizde ve buğday yetiştiricisi çeşitli ülkelerde ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Süne zararının buğdayın ekmeklik kalitesini bozmasının nedeni hasat öncesi dönemde taneye bıraktığı proteaz enzimi olup, bu enzim gluten proteinlerinin hidrolizine neden oluşmakta ve ekmek hamurunun elastikiyetini ve gaz tutma potansiyelini azaltmaktadır (Kretovich, 1944; Lorenz and Meredith, 1988; Critchley, 1998; Karababa and Ozan, 1998).

Süne zararının ekmekteki olumsuz etkisini gidermek amacıyla süne zararı görmüş buğdaylara; sıcak tavlama ve mikrodalga uygulamaları ile ekmek formülasyonuna bazı katkı maddelerinin (NaCl, K₂PO₄, askorbik asit, DATEM ve vital gluten) ilavesi ile kısmen başarılı sonuçlar alınabileceği gösterilmiştir (Dıraman ve Demirci, 1997; Sivri ve Köksel, 2002a; Kretovich, 1944; Dıraman ve Boyacıoğlu, 1997).

Ekmek üretiminde, ekşi hamur kullanılması eski çağlardan beri kullanılan bir yöntem olup, ekmeğin kalitesini ve raf ömrünü olumlu yönde etkilemektedir. Una beyaz peynir, yoğurt gibi içinde laktik asit bakterileri bulunan maddeler katılarak küçük bir parça hamur hazırlanması ve bu hamurun ılık bir yerde ekşimeye bırakılması ülkemizde geçmiş dönemlerden beri yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Arat,1949).

Süne proteazı, geniş bir pH aralığında (pH 3-11) aktivite gösteren spesifik bir proteaz olup düşük pH'larda aktivitesi azalmaktadır (Sivri and Köksel, 2000).

Ülkemizde, Samsun yöresinde uygulanan 'çiçek mayası' ekmek üretiminde kullanılan yöresel bir teknik olup, şerbetçiotu çiçeklerinin kullanılmasıyla elde edilmektedir (Göçmen, 1996).

Yapılan bu çalışmada, laktik asit bakterileri (*Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus sanfrancissensis*) kullanılarak hazırlanan ekşi hamur ve sıvı çavdar ekşisi ile süne proteazının aktivitesi pH düşürülerek azaltılmaya çalışılmıştır. Süne proteaz aktivitesi, sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE)

ve asit poliakrilamid jel elektroforez (A-PAGE) kullanılarak belirlenmiştir. Elektroforez sonuçlarına göre, proteaz aktivitesini azaltan uygulamalar seçilerek ekmek denemeleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca “çiçek mayası” olarak bilinen şerbetçiotundan belli konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanmış süne zararına uğramış unların proteaz aktivitesi üzerine olan etkisi ile ekmeklik kalitesine olan etkisi de araştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ekmek, ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) ununa içilebilir nitelikte su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*), gerektiğinde "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde izin verilen katkı maddeleri ile Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığında üretim izni almış şeker, enzim ve benzeri maddeleri içeren ekmek katkı karışımları katılarak hazırlanan hamurun tekniğine uygun bir şekilde yoğrulup, çeşitli şekillerde hazırlanıp fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan üründür.

Ekmek yapımının temel bileşeni olan buğday unu, ekmeğin kalitesini birinci derecede etkilemektedir (Elgün ve Ertugay, 1992).

Buğday tanesinden elde edilen unun kimyasal yapısında minör düzeyde bulunan lipid, mineral, vitaminler ve selülozik materyallerin, son ürünün kalitesi bakımından kaydadeğer etkileri söz konusu değilken; majör bileşen olan nişastanın ise amilolitik aktiviteye karşı hassasiyeti ve çirleşme özellikleri açısından önemi söz konusudur. Esas olarak, tane ve unun protein fraksiyonu, miktar ve kalitesi ile buğdayın kuvvetliliği önemli bir kriter olarak kullanılmaktadır. Son ürüne işleme kalitesi açısından buğdaylar kabaca sınıflandırılabilirler. Böylece protein miktarı %10'un altındaki yumuşak buğdaylar bisküvi ve kek yapımında, %10-12 arasındakiler ekmeklik buğday, %12'den fazla olanlar makarnalık buğday olarak değerlendirilebilir (Elgün ve Ertugay, 1992).

Protein kalitesi, özellikle ekmeklik gruba giren buğdaylar için önemlidir. Buğday unundaki proteinlerin yaklaşık %80'nini oluşturan gluten proteinleri (glutenin ve gliadin) buğday depo proteinleridir. Ekmek yapımında önemli işlevlere sahip olan bu proteinler hamura visko-elastik özellik kazandırır. Gluten proteinleri elastiktir ve bununla beraber akışkanlık sağlayan iki fiziksel özelliğin kombinasyonuna sahiptir. Buğday gluten proteinleri alkol çözeltilerinde uzayabilirliklerine veya uzamaya karşı gösterdikleri dirence dayanarak gliadinler ve gluteninler olmak üzere 2 gruba ayrılırlar. Fiziksel olarak elastik özellik gösteren gluteninler hamurun yoğrulma özelliklerini belirlemektedir. Hamura, uzamaya karşı direnç gösterme özelliği kazandırmaktadır. Glutenin ile birarada olan gliadin proteini ise monomerik yapıdadır ve hamurun uzayabilirliği üzerinde etkilidir (Elgün ve Ertugay, 1992).

Buğday, birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de ekim alanı ve üretim miktarı bakımından tahıllar içerisinde ilk sırada yer almaktadır. Buğday değişik şekillerde işlenmekte ve özellikle ekmek hammaddesi olarak büyük önem taşımaktadır. Buğday kalitesi çeşit, iklim, toprak şartları, gübre kullanımı, yetiştirme koşulları, hastalık ve zararlılar (süne ve kımıl), depolama koşulları, iyi tohumluk kullanmama, kültürel tedbirlerin yeterince uygulanmaması gibi nedenlerden etkilenmektedir. Türkiye’de buğday üretiminde yukarıdaki sayılan nedenlerden dolayı zaman zaman kalite düşüklüğü problemi yaşanmakta ve yurt dışından buğday ithal etme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Şahin vd., 2007).

2.1. Süne Zararı ve Süne Proteazı

Buğday kalitesini çok ciddi derecede etkileyen süne (*Eurygaster* spp.) ve kımıl (*Aelia* spp.), Doğu Avrupa, Orta ve Yakın Doğu, Kuzey Afrika ve ülkemizde yaygın olarak görülen bitki zararlılarıdır (Paulian and Popov, 1980; Sivri, 1998). Süne ve kımıla benzer bir başka bitki zararlısı da Yeni Zelanda da *Nysius huttoni* olarak adlandırılmaktadır (Meredith,1970). Bu böcekler, tahıllara özellikle buğdaya, farklı olgunlaşma dönemlerinde değişik türde zarar verirler. Buğdayın taneyi bağlamasından sonra görülen sarı olum evresinde buğdaya zarar vermeleri buğday una öğütüldükten sonra anlaşılır ve bu unların ekmeklik kaliteleri düşük olduğu için ekonomik değerleri azalır (Kretovich, 1944; Paulian and Popov, 1980; Critchley,1998).

Sünenin, kardeşlenme dönemindeki hububat saplarını emerek, bitkinin başak bağlamasını engellemesiyle oluşturduğu zarar ‘kurtboğazi’ (göbek kurusu) olarak ifade edilirken, çiçeklenme döneminde buğday sapını delerek buğdayın tane bağlamasını engellediği zarara akbaşak zararı denir. Bu iki zarar türü buğdayın hasat verimini olumsuz etkilemektedir. Buğdayın teknolojik kalitesini olumsuz yönde etkileyen tane zararı ise; süt olum evresinde meydana gelirse, buğday buruşuk, cılız ve hafif bir görünüme sahip olur fakat değirmende, temizleme aşamasında ayrılabilir (Atlı vd., 1988; Lorenz and Meredith, 1988; Köksel et al., 2002). Tane zararının, buğdayın sarı olum evresinde meydana gelmesi ile de tanede açık renkli bir zon ve içinde siyah bir nokta oluşur fakat bu durum tanenin şekil ve yoğunluğunu etkilememektedir (Kretovich,1944; Paulian and Popov, 1980; Critchley,1998).

Tanede açık renkli bir zon ve içindeki siyah nokta, sünenin buğdayı emerken bıraktığı sindirim salgısının göstergesidir. Bu sindirim salgısı, yüksek proteaz aktivitesine sahiptir ve öğütme işlemi ile una geçer. Gluten proteinlerini parçalayarak, hamurun gaz tutma kapasitesini azaltan, proteaz aktivitesi yüksek un; yapışkan hamur, düşük hacim ve zayıf tekstürü ile ekmek yapımında kendini belli eder (Kretovich, 1944; Lorenz and Meredith,1988; Every, 1992; Critchley, 1998; Karababa and Ozan,1998).

Süne proteazının glutenin ve gliadin proteinlerine olan etkisi, ters faz yüksek performans sıvı kromatografisi (RE-HPLC) (Rosell et al., 2002; Sivri et al.,1999, 2002), kapiler elektroforez (Rosell et al., 2002), size-exclusion yüksek performans sıvı kromatografisi (SE-HPLC) (Rosell et al., 2002; Sivri et al.,2004) ve jel elektroforez (A-PAGE ve SDS-PAGE) (Sivri et al., 1998) kullanılarak incelenmiş ve gliadinlerin, yüksek molekül ağırlıklı (HMW) glutenin alt birimlerinden süne proteazına karşı daha dirençli oldukları tespit edilmiştir.

Süne enzimlerinin gluten proteinleri üzerindeki hidroliz etkisi, İki boyutlu (2-D) elektroforez uygulaması ile de araştırılmış, HMW proteinlerinin daha bazik bir bölgeye kaydığı gözlemlenmiştir. SE-HPLC uygulaması ile de SDS tamponunda sonikasyon ile ekstrakte edilemeyen ve ekmeklik kalite üzerine önemli etkisi olduğu gösterilen proteinlerin, süne emgili buğdaylarda daha düşük miktarlarda bulunduğu ve polimerik gluten yapısının buna bağlı olarak bozulduğu tespit edilmiştir (Sivri et al., 2004).

Glutenin suda çözünen ve molekül ağırlığı 30-70 kDa arasında olan fraksiyonlarının süne proteazı tarafından parçalandığı, parçalanma sonunda molekül ağırlığı 30 kDa küçük olan fraksiyonların ortaya çıktığı belirtilmiştir (Aja et al., 2004).

Hemoglobin, azokazein, jelatin, elastin ve gluten gibi çeşitli proteinlerin substrat olarak kullanıldığı bir çalışmada; süne proteazının gluten proteinlerine spesifik bir enzim olduğu,kısmen jelatinin de süne proteazı tarafından kullanıldığı gösterilmiştir (Sivri ve Köksel, 2002b). Saflaştırılmış enzim ekstraktı ile yürütülen bir diğer çalışmada ise süne proteazının geniş bir pH aralığında (3.0–11.0) aktivite gösterdiği fakat optimum pH'sının 8.5 olduğu sonucuna varılmıştır. Enzim

optimum sıcaklığının 35 ° C olduğu; 50 C ° 'de pH 7.0'de 2 saatlik inkübasyon sonrası aktivitenin %50 oranında azaldığı rapor edilmiştir (Sivri and Köksel, 2000).

Konarev et al. (2011) *Eurygaster integriceps* (Hemiptera, Scutelleridae) tarafından zarar görmüş buğdaylardan glutenini hidrolizleyen proteazları, affinite kromatografisi kullanarak saflaştırmışlardır. Enzimin, 28 kDa molekül ağırlığında bir serin proteaz olduğu, kütle spektroskopisi ve aminoasit dizilimi analizleri ile tespit edilmiştir. Çalışmada, rekombinant ve sentetik peptitler kullanılarak enzimin HMW glutenin alt birimlerinin 6'lı ve 9'lu dizilimlerinin (PGQGQQ^GYYPTSLQQ) arasındaki peptit bağına parçaladığı gösterilmiştir.

2.2. Süne Zararının Ekmeklik Kalite Üzerine Etkisi ve Alınabilecek Önlemler

Süne zararının, buğdaya verdiği zarar derecesi arttıkça, gluten proteinlerinin hidrolizi sonucu ekmeklik kaliteye olan olumsuz etkisi de artmaktadır. Karababa ve Ozan (1998), artan oranlarda süne zararına uğramış tane ile hazırladıkları örneklerin (%1, %3, %5, %7, %9 ve %15) farinogram (stabilite, gelişme süresi) ve alveogram özellikleri (P, W ve L) ile sedimentasyon değerleri, gluten içerikleri gibi kalite kriterlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, %5'den sonra bu kalite kriterlerinde önemli derecede azalma olduğunu ve iyi kalitede ekmek yapılamayacağı sonucuna varmışlardır.

Süne zararının, Türkiye'deki tahıl alanlarına olan etkisi 1980'lerden sonra artış göstermiş ve bundan sonraki süreçte, çevreye zararlı ve pahalı olan kimyasal yöntemlerle mücadele süreci başlatılmıştır (Kınacı et al., 1998; Şimsek, 2000; Kınacı., 2004). İlaçlı mücadele için bir eşik değerinin olması (1 ergin/m²), pahalı ve zararlı olması araştırmacıları, süne etkisinin hububat ürünleri üzerindeki etkisini azaltacak farklı metotlar ve çözümler bulmaya yönlendirmiştir (Sivri, 1998; Dizlek, 2007).

Süne zararının ekmeklik kaliteyi bozması, buğday çeşitleri arasında farklılık göstermektedir (Sivri et al; 2002c). Süne zararının Türkiye'deki farklı buğday çeşitlerinde neden olduğu kalite ve verim kaybını araştıran bir çalışmada, buğday örnekleri yumuşak beyaz, yumuşak kırmızı, sert beyaz ve sert kırmızı olmak üzere 4 gruba ayrılmış, beyaz tanelerin kırmızı tanelere göre süne zararından daha çok etkilendiği, en çok etkilenen grubun yumuşak beyaz taneler olduğu bildirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda, süne zararına dayanıklı çeşitlerin buğday üretiminde tercih edilmesi ile zarardan en az düzeyde etkilenebileceği sonucuna varılmıştır (Kınacı, 2004).

Süne zararına uğramış buğdaylara yapılan birtakım ön işlemler, ekmek yapım aşamasında ve formülasyonda yapılan bazı modifikasyonlarla süne zararının ekmeklik kaliteye olan olumsuz etkisi azaltılabilmektedir.

Buğday temizleme ve öğütme aşamalarının süne zararına olan etkisinin incelendiği bir çalışmada, süne zararına uğramış buğdayların kuru temizleme ile zarar görmüş tane oranının %26.4'den %23.0'e düştüğü ve hafif tanelerin yıkama ile uzaklaştırılması işlemiyle de bu oranın %12.8'e düştüğü sonucuna varılmıştır. Aynı çalışmada, öğütmede zarardan fazlaca etkilenen pasajların ayrılarak kalitenin artırılabilceği bildirilmiştir (Köksel, 2002).

Buhar ile 1.5–3.0 dakika'lık bir tavlama (Kretovich, 1944), 70 C° 'de 2-3 dakika'lık ısı işlem ve sıcak tavlama (70 C° 'de 30 dakika) (Ertugay vd., 1995; Dıraman ve Demirci, 1997), tavllanmış buğdaylara düşük dozda ışınlama (10 kGy) ve 1-3 dakikalık mikrodalga (130 W) (Sivri ve Köksel, 1996), ve 90–180 saniye mikrodalga (650 W) uygulamaları; (Dıraman ve Boyacıoğlu 1997) süne zararının derecesine bağlı olarak proteaz aktivitesini önemli ölçüde azalttığı tespit edilen işlemlerdir.

Ekmek yapımında kısa süreli fermentasyon uygulaması (Elgün vd, 1992), fermentasyon süresinin kısa tutularak hamurun kimyasal ajanlarla geliştirildiği yöntemler (Matsoukas and Morrison, 1980) ekmek yapım aşamasında süne zararına karşı alınabilecek önlemlerden bazılarıdır.

Tuncer ve ark. (2002) birinci ve ikinci fermentasyon sürelerinin kısa olduğu (20 dakika+55 dakika) fermentasyon uygulamasının süne zararı görmüş buğday ununun kalitesini düzelttiğini bildirmişlerdir.

Ekmek formülasyonunda yapılan modifikasyonlar, proteaz aktivitesini azaltıcı ajanların kullanılması veya gluten kalitesini artırıcı katkıların ilavesi olarak 2 kısımda incelenebilmektedir (Dizlek, 2007).

Yemek tuzunun süne zararına uğramış unlar ile ekmek yapımında % 3'e kadar varan oranlarda kullanılması, ortamda %10'luk sodyum salisilat varlığı ve L-askorbik asit, potasyum bromat ($KBrO_3$) gibi proteolitik aktiviteyi azaltıcı yönde etki ettiği ve ekmeklik kaliteyi iyileştirdiği bildirilmiştir (Johnson ve Miller, 1953; Altan, 1986; Atlı vd.,1988; Elgün vd., 1992).

L-askorbik asit ve potasyum bromat'ın süne zararı görmüş unun su absorpsiyonunu ve gelişme süresini değiştirmedeği fakat stabilitesini artırarak sağlam unun stabilitesine ulaştırdığı bildirilmektedir. %7 süne zararına uğramış tane içeren buğday unundan yapılan ekmekte ise L- askorbik asit ekmek hacmini ve iç yapısını geliştirirken, potasyum bromat aynı etkiyi gösterememiştir (Özkaya ve ark., 1990).

%5'lik kalsiyum klorür ($CaCl_2$) ve % 5'lik potasyum bihidrojen fosfat (KH_2PO_4)'ın proteaz aktivitesini azaltmak amacıyla kullanıldığı bir çalışmada, gluten yumuşama testinde (24 sa, 28 C°) olumlu sonuçlar alınmış, kalsiyum klorür, glutene yumuşak bir yapı kazandırırken, potasyum bihidrojen fosfat ise glutene sıkı bir yapı kazandırmıştır (Dıraman ve Demirci, 1997).

L-askorbik asit, mono ve digliseridlerin diasetil tartarik asit esterleri (DATEM) ve vital buğday glutenin ekmek formülasyonuna ilave edildiği bir çalışmada, en iyi etkinin DATEM'in kullanıldığı örneklerde elde edildiği belirtilmiştir (Sivri ve Köksel, 2002b).

Askorbik asit, potasyum bromat gibi okside edici ajanlarla aynı etkiye sahip olduğu bildirilen transglutaminaz enzimi, süne proteazı tarafından parçalanan glutenin kalitesini düzeltmek amacıyla kullanıldığı bir çalışmada, dinamik reolojik ölçümler sonucunda transglutaminaz enzimi ilave edilen örneklerde 30 ve 60 dakikalık inkübasyondan sonra G^* (complex moduli) değerinde azalma yerine artış olduğu tespit edilmiştir (Köksel et al., 2001).

Dizlek (2010), transglutaminaz, askorbik asit ve DATEM gibi katkı maddelerinin farklı oranlarda süne emgili buğdayların ekmeklik kalite üzerine etkisini incelediği bir çalışmada, süne emgili buğday unlarına en fazla yarar sağlayan katkı maddesinin transglutaminaz olduğunu tespit etmiştir. Aynı bileşime sahip katkı kullanılması ile her emgi düzeyinde aynı miktarda iyileşme sağlanamadığını, süne

emgi oranı arttıkça, ekmek niteliklerinde daha fazla iyileşme görüldüğünü belirtmiştir.

Buğday unu hamurunun niteliklerinin iyileştirilmesinde kullanılan bir diğer enzim de glikoz oksidaz (GO)'dır. GO enzimi, süne zararı görmüş buğdayların yüksek molekül ağırlıklı glutenin alt ünitelerindeki buğday proteinlerindeki çapraz bağların onarımı ile birlikte gluten ağlarının kuvvetlendirilmesi ve hamurun fonksiyonelliğinin oluşmasında rol oynamaktadır (Şahin vd., 2007). Bonet et al (2006), yapmış oldukları çalışma sonucunda zarar görmüş buğday unlarına GO ilavesiyle protein ağında düzelme sağlandığı ve sağlam buğday unlarına benzer ve GO muamelesi yapılmamış örneklerle göre daha uniform bir yapının kazandırıldığını belirlemişlerdir.

Süne zararına uğramış unlarla hamur ve ekmek yapımında hamurun pH'sını düşürmek suretiyle enzim aktivitesini minimum düzeye indirmek için laktik asit, sitrik asit gibi organik asitlerin kullanılması tavsiye edilmektedir (Dıraman ve ark., 1998). Süne zararına uğramış buğday unlarıyla ekmek yapımında 2 g/kg sitrik asit veya laktik asit kullanılmasının ekmek kalitesini önemli ölçüde geliştirdiği belirlenmiştir (Matsoukos ve Morrison, 1990).

Süne zararına uğramış buğdayların ekmeklik kalitesinin iyileştirilmesi yönündeki araştırmaların yanı sıra, bu zararlıların farklı hububat ürünlerine olan etkisi ve zarar görmüş buğdayların farklı ürünlerle ekonomiye kazandırılması yönünde araştırmalar da mevcuttur.

Köksel et al. (2009) makarnalık buğday (*Triticum durum*) çeşitlerinde süne (*Eurygaster* spp. ve *Aelia* spp.) etkisini incelediği bir çalışmada, 5 farklı bölgeden alınan makarnalık buğdayların, ırmik verimi, kül miktarı, düşme sayısı ve SDS sedimentasyon değerleri ile miksograf özelliklerini araştırmış, süne zararının artmasına birlikte ırmik veriminin azaldığını ve kül miktarının arttığını göstermişlerdir. Ayrıca, süne zararı oranı ile düşme sayısı değeri arasında bir korelasyon bulunmadığı ve amilaz aktivitesinin çok düşük olup, çirşlenme özelliklerinin süne zararından etkilenmediği belirtilmiştir. Çalışmada, ırmik örneklerine uygulanan SDS sedimentasyon ve miksograf analizleri ile de gluten kalitesinin süne miktarına bağlı olarak azaldığı gösterilmiştir.

Süne zararının durum buğdayı üzerine olan etkisinin incelendiği bir çalışmada, farklı zarar derecesine (orta ve yüksek) sahip 5 farklı buğday çeşidi 60 ve 120 dakikalık inkübasyon süresinden sonra SE-HPLC kullanılarak toplam monomerik, büyük polimerik ve küçük polimerik protein miktarları tespit edilmiştir. Toplam monomerik protein miktarının arttığı, büyük polimerik ve küçük polimerik protein miktarlarının ise önemli derecede azaldığı sonucuna varılmıştır. Süne (*Eurygaster spp.*)'nin makarnalık buğdaya da ekmeklik buğdayda olduğu gibi etki ettiği bildirilmiştir (Olanca, 2009).

Özderen et al. (2008) süne zararının durum buğdayının irmik özelliklerine ve spagetti kalitesine olan etkisini inceledikleri bir çalışmada ise, glutograf gevşeme ve gluten yayılma değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Pişmemiş makarna örneklerinin kırılma kuvvetleri azalmış ve bu örneklerin şekil vermeye, paketlemeye ve sevkiyata uygun olmadığı belirtilmiştir. Çalışmada ayrıca, pişmiş spagetti örnekleri duyu analize (yapışkanlık, sıklık, hacimlilik) tabi tutulmuş orta derecede süne zararı (%20) olan örneklerin bile duyu olarak kabul edilemez olduğu tespit edilmiştir. Süne zararı arttıkça örneklerin toplam organik madde (TOM) ve pişirme kayıpları artmıştır.

Süne zararı görmüş buğdaydan elde edilen unun proteaz enzim kaynağı olarak kullanıldığı ve ticari proteazlarla (Proteaz 1 ve Proteaz 2) bisküvi kalitesine (yayılma oranı ve renk değerleri) olan etkisinin farklı iki tip buğday çeşidi (Gerek-79, Gün-91) kullanılarak karşılaştırıldığı bir çalışmada, en iyi sonucu ticari Proteaz 2'nin verdiği belirtilmiştir; proteaz aktivitesine sahip süne zararı gören un (Gün-91) ile hazırlanan bisküvilerde, Proteaz 2 ile hazırlanan örneklere yakın yayılma oranı tespit edilmiştir. Bu durum, yüksek proteaz aktiviteli unların ticari proteazlara alternatif olarak kullanılabilmesini göstermiştir (Kara et al., 2004).

Teknolojik kalitesi düşük süne zararı görmüş buğdayların gluten hidrolizatlarının eldesinde kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada, süne proteaz enzimi yüksek oranda zarar görmüş buğdaydan izole edilip kısmen saflaştırılmış ve glutenin hidrolizinde kullanılmıştır. İki farklı hidroliz derecesinde (%3 ve %5) elde edilen gluten hidrolizatlarının, farklı pH' larda (pH 2-10) çeşitli fonksiyonel özellikleri (çözünürlük, emülsiyon oluşturma kapasitesi ve stabilitesi ile köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesi) ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Hidroliz

derecesi %3 ve %5 olan gluten hidrolizatlarının çözünlüğü, pH 6 dışında, gluten modifikasyonunda en iyi sonuç veren enzim olduğu bilinen alkalaz ile karşılaştırılmış ve süne proteazı ile elde edilen hidrolizatların daha yüksek çözünlük değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Süne proteazının, gluten modifikasyonunda kullanılan diğer ticari proteazlardan farklı avantajlara sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Olanca et al., 2010).

2.3. Ekşi Hamur

Hububat fermentasyonu, antik Mısır'a kadar dayanan, ekmek ve biranın laktik asit bakterileri ve mayalar yardımıyla üretilmesini sağlayan en eski biyoteknolojik işlemlerden biridir. İlk ekmeğin üretimi M.Ö 4000 yıllarına kadar uzanmasına rağmen ilk mayalı ekmeğin üretiminin M.Ö 1800 yıllarında, eski Mısır'da, tesadüfen hamurun kendi haline bırakılması ile gerçekleştirildiği bilinmektedir (Elgün ve Ertugay, 1992).

Hiç maya katılmadan kendi haline bırakılan hamur bir süre sonra değişime uğrar, içinde gaz kabarcıkları oluşur, yumuşar, kendini salar, kokusu fenalaşır. Hamurda oluşan bu değişime un, su ve havadan gelen mikroorganizmalar sebep olur ve en etkin olanı genellikle bakterileridir. Fermentasyon sonucu sirke asidi, süt asidi, CO₂ ve hidrojen gazı oluşur. Hamuru kabartan fermentasyon sonucu oluşan bu gazlardır. Ayrıca oluşan asitler de hamurda çeşitli etki ve değişimler yaparlar. Kendiliğinden fermente olan hamur, alkol mayalarının yanında, sirke ve süt asidi bakterilerini de içerdiği ve tadı ekşi olduğu için bu hamura 'ekşi maya' denir (Ünal, 1991).

Ekşi maya tekniği, ülkemizde geçmiş dönemlerden beri yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, beyaz peynir, yoğurt gibi içinde laktik asit bakterileri bulunan maddeler una katılarak küçük bir parça hamur hazırlanmış ve bu hamur ılık bir yerde kanaviçe torbanın içerisinde ekşimeye bırakılmıştır. Hamur, kanaviçe torbanın gözeneklerinden çıkmaya başlayınca hazır olduğu kabul edilerek, asıl hamur için aşılama materyali olarak kullanılmıştır (Arat, 1949).

Ekmek üretiminde ekşi maya kullanımı, hamurun reolojik özelliklerini iyileştirmekte, ekmek içi yapısını olumlu yönde etkilemekte, ekmek hacmini artırmakta,

karakteristik ve aromatik lezzet oluşturmakta, bayatlamayı geciktirmekte ve oluşan asitli ortam sayesinde kf oluşumu engellenmektedir (Salovaara, 1988).

Hamur verimi, sıcaklık, starter kültür ve un, ekşi hamurun özelliklerini belirleyen parametrelerdir.

Ekşi hamur, kıvamına göre çeşitlilik göstermektedir. Ekşi hamur üretimi, sıkı hamur yada suyun içinde un süspansiyonu olarak gerçekleştirilebilir. Un ve su arasındaki bu oran "hamur verimi (HY)" olarak adlandırılır ve aşağıdaki formülle ifade edilir:

$$HY = [(un\ miktarı + su\ miktarı) / un\ miktarı] \times 100$$

Eğer ekşi hamur, hamur verimi 160 olacak şekilde hazırlanırsa sıkı bir hamur, hamur verimi 200 olacak şekilde hazırlanırsa sıvı ekşi hamur elde edilir. Hamur verimi değeri ekşi hamurun aroma profili üzerinde önemli derecede etkilidir. Daha sıkı ekşi hamur (düşük hamur verimi değeri) daha fazla asetik asit üretimi ve daha az laktik asit üretimi demektir. Asetik asit laktik aside göre kuvvetli olduğundan daha keskin tatta ve daha hızlı bir şekilde hissedilir. Bu nedenle asitlik, ekşi hamurun, hamur verimi tarafından belirlenir. Yüksek hamur verimi değerinde, üretilen organik asitlerin ortama difüzyonu daha hızlı olacağından asitlikte fazla gelişmektedir (Spicher, 1983).

Fermentasyon sıcaklığı, ekşi hamur üretiminde önemli bir parametre olup, hamur verimine benzer şekilde, asitlik hızını etkilemektedir. Ayrıca, sıcaklığın mikrobiyal flora üzerine de etkisi bulunmaktadır (Spicher, 1983).

Günümüzde, klasik yöntemle ekşi hamur üretimi azalmış olup, saf maya ve starter kültür kullanımı yaygınlaşmıştır (Garly, 1993). Ekşi hamurda, hakim mikrofloranın maya ve laktik asit bakterileri olmasından yola çıkılarak, saf laktik asit bakterilerinden oluşan starter kültür kullanımı üzerinde durulmuştur (Hansen et al., 1989). Mısır'ın Balady, İtalya'nın Pandora ekmeği, Almanya'nın Pumpnickel avdar ekmeği ile Fransa ve Amerika'nın Sanfransisco ekmeği, laktik starter kullanılarak üretilen ekmeklere örnektirler (Garly, 1993). Bu nedenle, ekşi hamurun özelliğini belirleyen bir parametre de kullanılan mikrofloradır. Ekşi hamur mikroflorası genelde maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ve homofermentatif

ve/veya heterofermentatif laktik asit bakterilerinden oluşmaktadır. Heterofermentatif laktik asit bakterileri laktik asit ve asetik asitin yanı sıra önemli miktarda CO₂ ve etil alkol üretirler ve bu grup aynı zamanda aromatik mikroflora olarak da adlandırılır. Homofermentatif laktik asit bakterileri asıl olarak laktik asit üretirler ve ortamı hızlı bir şekilde asitlendirirler. Ticari olarak satışa sunulan ekşi hamur kültürleri aromalaşmayı ve asitliği iyi bir şekilde sağlamak için genellikle farklı laktik asit bakteri gruplarından oluşturulmaktadır (De Vuyst and Neysens, 2005).

Zorunlu homofermentatif laktik asit bakterilerinden *Lb. acidophilus*, *Lb. farciminis*, *Lb. delbrueckii*, fakültatif heterofermentatif laktik asit bakterilerinden *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, *Lb. rhamnosus*, zorunlu heterofermentatif laktik asit bakterilerinden *Lb. brevis*, *Lb. sanfransicensis* and *Lb. fermentum*, ekşi hamurda bulunan en yaygın laktik asit bakterileridir (Salovaara 2004).

Ekşi hamurun maya florası daha homojen olup, *S. cerevisiae*'nin yanında *Candida milleri* ve ona yakın türler bulunduğu rapor edilmiştir (Stolz, 2003).

Ekşi hamurun son aromasını ve asitliğini önemli derecede etkileyen bir diğer parametre de undur. Unun kül içeriği ve düşme sayısı değeri sırasıyla laktik asit bakterilerinin gelişimi ve enzimatik aktivite ile ilişkilendirilmiştir. Randımana bağlı olarak unlar farklı kül içeriklerine sahiptirler. Yüksek randımanla öğütülen unlarda kül içeriği de yüksektir. Buğdayın kepek kısmı daha fazla mineral ve mikro besin elementleri içereceğinden bu durum laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik edecektir. Bunun yanı sıra kül miktarının, ekşi hamurun tamponlama kapasitesi üzerine de etkisi bulunmaktadır. Tamponlama kapasitesine bağlı olarak yüksek miktarlarda toplam titre edilebilir asit (TTA) miktarına ulaşılabilir. TTA değeri ekşi hamur fermentasyonu boyunca üretilen organik asit miktarını tanımlamaktadır (Katina, 2005).

Düşme sayısı değeri unun enzimatik aktivitesi için bir indikatördür. Düşük düşme sayısı değeri daha yüksek amilaz aktivitesini gösterir. Bu sayede ortamda laktik asit bakterilerinin kullanabileceği daha fazla serbest şeker oluşmaktadır (Spicher,1983).

Ekşi hamur farklı tiplere göre sınıflandırılmıştır :

Tip I ekşi hamurları geleneksel ekşi hamurlardır. Bir önceki ekşi hamur fermentasyonundan ayrılan hamur kullanılarak hazırlanmaktadır.

Tip II ekşi hamurları endüstriyel tipteki ekşi hamurlardır ve fermentasyonu başlatmak için uygun suşlar seçilerek hazırlanır. Bu ekşi hamur sıvı olabilir ve bu sayede endüstriyel üretim için kolay taşınabilir bir özelliğe sahiptir.

Tip III ekşi hamur ise kurutulabilen bir ekşi hamurdur. Kalitenin raf ömrü boyunca korunması istendiğinden dolayı bu ekşi hamur tipi genellikle endüstriyel fırıncılık tarafından kullanılmaktadır. Tip III ekşi hamurları otantik ekmek tadını bugünün fırıncılık endüstrisine taşıyan en uygun ekşi hamur çeşididir (De Vuyst and Neysens, 2005; Corsetti and Settanni, 2007).

Geleneksel sıvı ekşi hamurlar sıcaklığın kesin kontrolüne izin veren otomatik tanklarda üretilmektedir. Sıvı ekşi hamurların çoğu hamur verimi (HY) 200 den daha fazla olacak şekilde hazırlanır. Hamur verimi, son üründe ulaşılmak istenen TTA miktarına bağlı olarak değişebilmektedir (Corsetti and Settanni, 2007).

Kurutulmuş ekşi hamur ürünlerindeki asitlik, suyun buharlaşması boyunca artar. Fermentasyon boyunca daha yüksek hamur verimi (HY) değeri, kuru üründe daha yüksek TTA miktarına sebep olur (Spicher, 1983). Mikrobiyel stabiliteyi sağlamak için sıvı pastörizasyonun yanında farklı kurutma teknikleri de kullanılmaktadır. Sprey kurutma ve tamburlu kurutma Tip III ekşi hamurlarının üretiminde kullanılan en yaygın kurutma teknikleridir (De Vuyst and Neysens, 2005).

2.4. Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri “güvenli bakteriler” olarak kabul edilirler ve koruyucu kültürlerin özelliklerini taşırlar. Gıdalarda sadece gıda kaynaklı patojen ve bozulma etmeni mikroorganizmaları inhibe etmek ve/veya raf ömrünü uzatmak için kullanılan ve gıdanın duyuşal özelliklerinde değişime sebep olmayan antogonistik kültürlerle koruyucu kültürler denir. Laktik asit bakterilerinin antogonizması diğer mikroorganizmalarla besin öğeleri için yarışarak ya da organik asitler (asetik, propiyonik ve laktik asit gibi), hidrojen peroksit, antimikrobiyal enzimler, diasetil ve

bakteriyosinler gibi bir veya daha fazla antimikrobiyal aktiviteye sahip bileşikler üretmelerinden kaynaklanmaktadır (Yörük ve Güner, 2011).

Laktik asit bakterileri, morfolojik, metabolik ve fizyolojik karakteristikleriyle birleşmiş Gram pozitif bakterilerinin bir grubunu oluşturmaktadır. Bu grupta yer alan bakterilerin genel tanımı; Gram pozitif, spor oluşturmeyen, katalaz negatif, sitokroma sahip olmayan, aerobik olmayan ama aerotolerant, asidi tolere edebilen, kuvvetli fermentatif olup şeker fermentasyonu sırasında başlıca son ürün olarak laktik asit üreten kok veya çubuk şeklinde bakterilerdir. Günümüzde gıda ile ilişkisi bulunan Laktik asit bakterileri, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ve *Weissella* gibi cinslerin türlerini kapsamaktadır (Stiles and Holazopfel 1997; Yörük ve Güner, 2011).

Göçmen (2007), *L. plantarum* ve *L. sanfrancissensis*'i kullanarak hazırladığı ekşi hamurun, ekmek özellikleri, hamur reolojisi ve gluteninlerin bant desenleri üzerine olan etkisini araştırdığı bir çalışmada, 37 C ° 'de 4 saat ve 28 C ° 'de 24 saat inkübasyona bıraktığı ekşi hamurlardan %20 ve %40 oranında ekmek hamuruna ilave etmiş ve %20 oranında ekşi hamur ilave ettiği örneklerde, 180 dakika'lık fermentasyon süresinin sonunda glutenin bantlarının hidrolize olmadığı sonucuna varmıştır. Aynı çalışmada, 37° C' de 4 saat inkübasyona bıraktığı ekşi hamurlardan %20 ve %40 oranında ilave ederek hazırladığı ekmeklerin, yüksek özgün hacme sahip olduğunu, ekmek içi ve kabuk özelliklerinin, duyuşal özelliklerinin iyi olduğunu belirtmiştir.

Lactobacillus plantarum, *Lactobacillus brevis* ve *Pediococcus pentosaceus* ile hazırlanan ekşi hamurların, ekmekteki rop sporu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, çalışan laktik asit bakterilerinin, Bacillus sporlarının gelişimini engellediği ve *L. brevis*'ten hazırlanan ekşi hamurun Bacillus sporlarının sayısını diğerlerine göre daha fazla azalttığı sonucuna varılmıştır. Bunun nedeninin, *L. brevis* tarafından üretilen asetik asit olduğunun ve asetik asidin *Bacillus* türlerinin gelişimi üzerine antimikrobiyel etki göstermesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, tek başına laktik asit katkısı bulunan örneklerde hazırlanmış fakat ekmekteki sünme etmeni engellenememiştir. Hem ekşi hamurdan gelen asitliğin

hem de laktik asit bakterilerinin ürettiği antimikrobiyel bileşenlerin (bacteriocins) rope sporunu inhibe ettiğini bildirmişlerdir (Katina et al., 2002).

Mineralleri ve proteinleri bağlayarak onların biyoyararlılığını engeleyen fitatların (fitik asit), beslenmede oluşturduğu bu olumsuzluğu gidermek amacıyla yapılan bir çalışmada, ekşi hamurun oluşturduğu asitli ortamdan yararlanılarak, tam buğday unundaki fitaz enzimi aktif hale getirilmiş ve fitat içeriği %70 oranında azaltılmıştır (Leenhardt et al., 2005). Mayalar ve ekşi hamurdaki laktik asit bakterileri de fitaz enzimi üretmektedirler (Turk, et al., 2000; De Angelis et al., 2003; Lopez et al., 2000; Reale et al., 2004).

Seçilmiş maya ve laktik asit bakteri kombinasyonlarının, ekşi hamurdaki fitaz aktivitesi üzerine yapılan bir diğer çalışmada, en yüksek fitaz aktivitesine *S. cerevisiae* / *Lb. plantarum* / *Leuconostoc mesenteroides* kombinasyonu ulaşıldığı bildirilmiştir (Chaoui et al., 2003).

2.4.1. Lactobacillus sanfranciscensis

Maltozdan laktik asit ve asetik asit üreten *Lactobacillus sanfranciscensis*, zorunlu heterofermentatif bir laktik asit bakteri türüdür. Ekmekte, asit üretimiyle ekşi tattan ve gaz üretimiyle de hamurun kabarmasından sorumludur. *Lactobacillus sanfranciscensis* ekşi hamurdan ekmek yapımı için daha iyi bir mikroorganizmadır. *L. sanfranciscensis*'in proteolitik sistemi proteinaz, dipeptidaz ve aminopeptidazları içermektedir. Bununla birlikte, *L. sanfranciscensis* 'nin çeşitli suşlarının glutene karşı proteolitik aktivitesi incelendiğinde, buğday proteinleri üzerine hidroliz etkisinin zayıf olduğu tespit edilmiştir (Gobbetti and Corsetti, 1998).

Sugihara et al (1971) yaptıkları bir çalışmada, San Francisco tipi ekşi hamuru kullanarak buğday ekmeği hazırlamışlar ve bu ekmeğin mikroflorasını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, *Saccharomyces inusitatus* ve *Saccharomyces exiguus* maya türlerinin yanında izole ettikleri bakteriye *Lactobacillus sanfrancisco* ismini vermişlerdir. Bu bakterinin undaki maltozun %56'sını kullandığını, *Saccharomyces exiguus*'un ise hiç kullanmadığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca, ekşi hamur kullanılarak üretilen ekmeklerdeki asetik asit miktarının toplam asidin yarısı kadar olduğunu belirtmişlerdir.

L. sanfrancissensis ile ekşi hamur mayaları arasında çok sıkı besinsel ilişki mevcuttur. *L. sanfrancissensis*'in ekşi hamurdaki gelişimi, mayalar tarafından ortama bırakılan spesifik amino asitlerin ve peptidlerin varlığı ile ilgilidir. Amino asitlerin mayalar tarafından serbest bırakılması, esansiyel amino asitler (valin ve izolösin) bakımından eksik olan bir ortamda bile, *L. sanfrancissensis*'in gelişimini mümkün kılar (Gobetti et al 1994). Berg ve arkadaşları (1981), *L. sanfrancissensis*'in gelişimini teşvik eden faktörü, taze hazırlanmış maya ekstraktı ve ticari mayada bulunan küçük bir peptid (Asp-Cys-Glu-Gly-Lys) olarak tanımlamışlardır.

2.4.2. Lactobacillus plantarum

Buğday ve çavdar ekşi hamurunun baskın homofermentatif türlerinden olan *Lactobacillus plantarum*, asıl olarak heksozlardan laktik asit üretir. Bazı pentozonlardan, laktik asit, asetik asit ve/veya etanol üretmesiyle fakültatif heterofermentatif olarak da değerlendirilir (Özcangaz, 2000).

L. sanfrancissensis'te olduğu gibi *L. plantarum*'da ılımlı proteolitik aktivitesi, hızlı asit üretimi ve ekşi hamur fermentasyonu boyunca uçucu aromatik bileşiklerin oluşumunu sağlamasından dolayı ekşi hamur üretiminde kullanılmaktadır (Gobbetti, 1998).

L. plantarum hızlı gelişebilmek için, maltozu ve glikozu tercih eder, sükrozu ise daha az kullanır. Glutamik asit, izolösin ve valin *L. plantarum*'un çoğalabilmesi için elzemdir (Katina, 2005).

2.5. Şerbetçiotu

Dünya'da ve Türkiye'de bira üretiminin en önemli maddelerinden biri olan şerbetçiotu (*Humulus lupulus*), kozalağında bulunan bazı kimyasallar sayesinde biraya acılık, aroma ve uzun raf ömrü gibi özellikler kazandırmaktadır (Başkaya,2011). Şerbetçiotunun bira üretiminde kullanımına ek olarak fırıncılık ürünlerinde özellikle ekmek üretiminde kullanımı da söz konusudur. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ekmeği aromitize etmek ve mayalık ekşi hamuru bir ölçüde olsa dezenfekte etmek amacıyla kullanıldığı ifade edilen şerbetçiotu koruyucu etkiye ve antibakteriyel etkiye sahiptir (Yazıcıoğlu, 1966). İçerisinde, besinsel

olarak değerli bileşikler (polifenoller, humulanlar, ksanthohumol) fazla miktarda bulunmaktadır. Şerbetçiotunun çeşitli bileşenlerinin yüksek antioksidan aktiviteye sahip oluşu, kardiovasküler hastalıkları ve kanseri yenmeye yardımcı olabileceğini göstermiştir. Tüm bu özellikleri şerbetçiotunu biracılık dışında gıda endüstrisinin diğer dallarında da kullanılabileceğini göstermektedir. Ekmek formülasyonuna ilave edilen koruyucu etkili şerbetçiotu küf oluşumunu geciktirerek onun dayanıklılığını uzatmaktadır (Krofta et al., 2003).

Göçmen (1996), mayanın yanında *L. plantarum*, *L. fermentum* ve şerbetçiotu kullanımının hamur ve ekmeklik kalite ile özellikle bayatlamaya olan etkilerini araştırmıştır. Laktik starteri %2 ve %4 oranlarında, şerbetçiotunu ise %0.025 ve %0.05 oranlarında ekmek hamuruna ayrı ayrı ve ikili kombinasyonlar şeklinde ilave etmiştir. Kombinasyon şeklinde yapmış olduğu uygulamalar, ayrı ayrı gerçekleştirdiği uygulamalardan daha etkili sonuçlar vermiştir. Ekmek kalitesi ve bayatlama üzerine en iyi uygulamanın, %0.05 şerbetçiotu ile %2 ve %4 laktik starter kombinasyonu olduğunu belirtmiştir. Katkı maddelerinin ayrı ayrı uygulamalarında ise, %4 laktik starter kullanımı diğerlerine göre ekmeğin bayatlamasını geciktirici etki yapmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Buğday örnekleri

Çalışmada kullanılan sağlam ekmeklik buğday (Bezostaya) çeşiti, Toprak Mahsulleri Ofisi'nden, süne zararına maruz kalmış buğday örneği ise Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Diyarbakır Zirai Mücadele Birimi'nden temin edilmiştir.

3.1.2. Laktik asit bakterileri ve besiyerleri

Ekşi hamur hazırlanmasında *Lactobacillus sanfrancissensis* (CIP 103252) ve *Lactobacillus plantarum* (CIP 102021) kullanılmış olup, Pasteur Enstitüsü'nden (Fransa) satın alınmıştır. De Man Rogosa Sharpe broth (MRS broth MERCK) Laktik asit bakterilerinin canlandırılmasında ve De Man Rogosa Sharpe agar (MRS agar MERCK) ise sayılmasında kullanılmıştır.

3.1.3. Sıvı çavdar ekşisi

Ekmek hamurunda asitli bir ortam oluşturmak amacıyla ticari bir ürün olan sıvı çavdar ekşisi, İreks Gıda Sanayi ve Ticaret'ten (İstanbul) temin edilmiştir.

3.1.4. Şerbetçiotu

Şerbetçiotu, Otgül Kooperatifi'nden (Bursa) temin edilmiştir.

3.1.5. Diğer bileşenler

Ekmek yapımında kullanılan iyotsuz tuz ve maya, yerel marketlerden satın alınmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Buğday örneklerinin fiziksel analizleri

3.2.1.1 Hektolitreye tayini

Hektolitreye ağırlığı tayini 1 lt'lik hektolitreye aleti (Ohaus, Chicago, USA) kullanılarak AACC Metot No: 55-10' a (Anonymous, 2000) göre yapılmıştır. Sonuçlar kilogram/hektolitreye (kg/hl) olarak belirlenmiştir.

3.2.1.2. Bin tane ağırlığı

Bin tane ağırlığı 20 g örnekteki tane sayısı esas alınarak belirlenmiş ve kuru madde üzerinden gram olarak ifade edilmiştir. Tane sayımı Numigral II (Tripette, Renoud, Fransa) cihazı ile yapılmıştır.

3.2.1.3. Sertlik tayini (Soyma sayısı)

Soyma sayısı için 20 g buğday örneği, 1 dakika süreyle "Strong Scott" buğday soyucu aleti kullanılarak soyulmuş, süre sonunda soyulmuş taneler tartılmış ve aşağıdaki formüle göre soyma sayısı hesaplanmıştır.

$$\text{Soyma sayısı (\%)} = (20 - \text{soyulmuş tane ağırlığı}) \times 5$$

3.2.1.4. Nem tayini

Sağlam buğday örneğinin nem tayini NIT (Infratec 1241 Grain Analyzer, Foss, İsviçre) cihazı kullanılarak yapılmış ve 10 ölçümün ortalama sonucu alınmıştır.

3.2.2. Öğütme

Sağlam buğday örneği % 16 neme göre tavlandıktan sonra Buhler Laboratuvar Değirmeni (MLU 202, Uzwil, İsviçre) kullanılarak una öğütülmüştür. Öğütme sonucu elde edilen ürünlerin miktarına göre un verimi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Un Verimi} = \frac{\text{Toplam Un Miktarı}}{\text{Toplam Kepek Miktarı} + \text{Toplam Un Miktarı}} \times 100$$

3.2.3. Un örneklerinin kimyasal analizleri

3.2.3.1. Rutubet miktarı tayini

Sağlam buğday unu (Bezostaya) ve süne zararına uğramış buğday ununun rutubet tayini AACC Metot No: 44-15A (AACC, 1990)' e göre belirlenmiştir.

3.2.3.2. Kül miktarı tayini

Kül miktarı tayini AACC Metot No: 08-01 (AACC, 1990)'e göre yapılmıştır.

3.2.3.3. Protein miktarı tayini

Örneklerin protein miktarı, Dumas azot analiz cihazı (Velp Scientifica NDA-701, İtalya) kullanılarak ham protein yakma metoduna (AACC Metod No:46-30) göre, belirlenmiştir (AACC, 2000).

3.2.4. Un örneklerinin fizikokimyasal analizleri

3.2.4.1.Düşme sayısı tayini

Düşme sayısı AACC Metod No: 56-81B (AACC, 1990)'ye göre yapılmıştır.

3.2.4.2.Yaş gluten miktarı tayini

Yaş gluten miktarı, AACC Metod No: 38-11 (AACC, 1990)' e göre saptanmıştır.

3.2.4.3. Zeleny sedimentasyon ve modifiye sedimentasyon testi

Zeleny sedimentasyon değeri, AACC Metod No: 56-60A (AACC, 1990)' ya göre yapılmıştır. Unlarda süne zararının tespitinde Zeleny sedimentasyon testi modifiye edilerek kullanılabilir (Atlı vd., 1988). Yöntemin prensibi; proteaz aktivitesi sonucu gluten proteinlerinin parçalanması ve zayıf laktik asit çözeltisi ile hazırlanmış süspansiyonda un partiküllerinin, belirli zaman içinde çöken miktarının azalmasıdır. Deneyin yapılışında Zeleny sedimentasyon testinden farklı olarak sağlam buğday ununa ve süne zararına uğramış buğday ununa (3.2 g) 50 ml bromfenol mavisi çözeltisi ilave edilip, 5 dakika çalkalama aletinde çalkalandıktan sonra süne proteaz enziminin aktivite göstermesi için 37°C' de 2 saat inkübasyona bırakılarak gerçekleştirilmiştir. Diğer işlemler sedimentasyon testinde olduğu gibi yapılmıştır.

3.2.5.Reolojik testler

Çalışmada kullanılan unların reolojik özelliklerini belirlemek için farinograf, alveokonsistograf ve miksolab analizleri uygulanmıştır.

3.2.5.1. Farinograf analizi

Unların farinogram özellikleri (su absorpsiyonu, gelişme süresi, yumuşama derecesi, yoğurma tolerans sayısı ve stabilite değerleri) AACC Metod No:54-21 (AACC 2000)'e göre saptanmıştır.

3.2.5.2. Alveokonsistograf analizi

Un örneklerinin alveokonsistograf özellikleri Alveokonsistograf NG cihazı (Chopin, Fransa) kullanılarak AACC Metot No: 54-30A (AACC, 2000)'ya göre belirlenmiştir.

3.2.5.3. Miksolab analizi

Un örneklerinin miksolab analizleri, AACC 54-60.01 (AACC, 2010) metoduna göre Miksolab cihazında (Chopin, Fransa) gerçekleştirilmiştir.

3.2.6. Laktik asit bakterilerinin canlandırılması ve sayımı

Liyofilize kültür olarak temin edilmiş olan laktik asit bakterileri, 10 ml De Man – Rogosa – Sharpe (MRS) sıvı besiyerine aktarıldıktan sonra *L. sanfransicensis* 30 C°de 24 sa, *L. plantarum* ise 37 C°de 24 sa inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra, üreme olan tüplerden, gliserol konsantrasyonu %30 olacak şekilde stok kültürler hazırlanmıştır.

Ekşi hamur hazırlama safhasından önce, gliserollü besin ortamlarında bulunan laktik asit bakterilerinden 50 µL alınarak 10 mL MRS Broth'da 24 saat (*L. sanfransicensis* için 30 C°de, *L. plantarum* için 37 C°de) inkübe edilmiş daha sonra bu besiyerinden 2 tüpe 100 µL alınarak aynı koşullarda tekrar inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra tüpler 2 kez santrifüj (Sigma 3-18K, Almanya) edilmiştir (9000 x g, 4 C°). Her santrifüjden sonra yıkama işlemi steril fosfat tamponunda (20 mmol L⁻¹, pH 7.1) gerçekleştirilmiştir.

Gliserollü besiyeri ortamında bulunan laktik asit bakterilerinin sayımı canlandırma işleminden sonra, MRS agar besiyeri ortamında dökme plak yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş olup sonuçlar kob/mL olarak ifade edilmiştir.

3.2.7. Ekşi hamur hazırlanması

40 g sağlam un ve 120 g steril su, hamur verimi ~ 300 olacak şekilde aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Hazırlanan un ve su karışımına bakteri süspansiyonu ilave edilip karıştırıldıktan sonra 24 saat fermentasyona (*L. sanfransicensis* için 30 C°de, *L. plantarum* için 37 C°de) bırakılmış ve %20 ve %40 oranlarında ekmek hamuruna ilave edilmiştir. Hazırlanan ekşi hamurların pH'sı (Hanna Instruments 221, Romanya) ölçülmüştür.

$$HY = [(un\ miktarı + su\ miktarı) / un\ miktarı] \times 100$$

3.2.8. Şerbetçiotunun hazırlanması

Damakta acılık algılanmayacak şekilde saptanan şerbetçiotu düzeyi 0.25 g/L ve 0.5 g/L olarak belirlenmiştir (Göçmen, 1996). Belirtilen miktarlarda şerbetçiotu tartılarak 5 dakika saf su ile kaynatıldıktan sonra süzölmüş ve 30 C°'de'deki sulu ekstrakt yoğurma aşamasında unun su absorpsiyonu kadar hamura katılmıştır.

3.2.9. Hamur örneklerinin hazırlanması

Bu çalışmada hamur örnekleri (50 g), farinograf cihazının yoğurucusunda hazırlanmıştır. Sağlam un ve süne zararına uğramış un örnekleri %0, %50, %70 ve %100 oranlarında karıştırılarak un paçalları elde edilmiştir. Bu un paçallarına, %20 ve %40 oranlarında ekşi hamur, %1 ve %2 oranlarında sıvı çavdar ekşisi ve %0.025 ve %0.05 oranlarında şerbetçiotu ilave edilerek örnekler hazırlanmıştır. Ekşi hamur ve sıvı çavdar ekşisi çözeltilerinden gelen su miktarları göz önünde bulundurularak ilave su verilmiş ve yoğurma süresi kadar yoğurulmuştur. Bu şekilde hazırlanan hamur örnekleri iki parçaya ayrılmış, bu parçalardan biri – 20° C' de hemen muhafazaya alınırken diğeri 115 dakika fermentasyona (30 C°, %85 nem) bırakıldıktan sonra – 20 C°'de muhafaza edilmiştir. Elde edilen hamur örnekleri, liyofilizatörde kurutulduktan sonra elektroforez işlemi için kullanılmıştır.

3.2.10. Elektroforez çalışmaları

Ekşi hamur, sıvı çavdar ekşisi ve şerbetçiotunun, süne zararına maruz kalmış unların proteaz aktivitesi üzerine etkisi; elektroforez yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir.

3.2.10.1. Sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) yöntemi

Süne zararı görmüş unların proteaz aktivitesinin azaltılmasına yönelik uygulamaların proteaz aktivitesi dolayısıyla glutenin proteinleri üzerine etkisi, SDS-PAGE (sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforez) yöntemi kullanılarak gösterilmiştir. SDS-PAGE işlemleri Fu ve Sapirstein (1996) yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elektroforez dikey elektroforez aletinde (Hoefler, San Francisco) yapılmıştır. Kullanılan çözeltiler, örnek hazırlanması ve işlem koşulları hakkında bilgi aşağıda sunulmuştur.

Kullanılan çözeltiler

Ekstrakt seyreltme stok çözeltisi: 5:20 (v/v) gliserol, 0.063 M Tris, %2(w/v) SDS ve 0.01(w/v) pyronin Y ile hazırlanmış, pH'sı 6.8'e ayarlanmıştır.

Ekstrakt seyreltme çözeltisi: Ekstrakt seyreltme stok çözeltisi 1:2.5 oranında distile su ile karıştırıldıktan sonra son konsantrasyonu %5 olacak şekilde merkaptoetanol (ME) ilave edilmiştir.

Ön ayırıcı jel çözeltisi: %3 (w/v) akrilamid, %0.043 (w/v) N'N metilenbisakrilamid, 12.5 ml/L ön ayırım jel tampon çözeltisi (1.0 M Tris, pH 6.8) ve %0.1(w/v) SDS içerir.

Ayırıcı jel çözeltisi: %14 (w/v) akrilamid, %0.06 (w/v) N,N' metilenbisakrilamid, 94 ml ayırıcı jel tampon çözeltisi (1.0 m Tris, pH 8.8) ve %0.1(w/v) SDS içerir.

Elektroforez tampon çözeltisi: 0.192 M glisin, 0.025 M Tris ve %1 (w/v) SDS içerir, pH'sı 8.3'e ayarlanmıştır.

Stok boya çözeltisi: 1.5 g Coomassie Brilliant Blue G-250, 1 L 2N H₂SO₄ ilave edildikten sonra distile su ile 2 L'ye tamamlanmıştır.

Boyama çözeltisi: 300 ml stok boya çözeltisi, 35 mL KOH ve 50 mL %100'lük trikloroasetik asit (TCA) içerir.

SDS-PAGE için örnek hazırlama

Liyofilize edilen örnekler Fu ve Sapirstein (1996) yönteminin Sivri (1998) tarafından modifiye edilen şekli ile hazırlanmıştır. Örnekler 3 aşamada %50 1-propanol ile ekstrakte edilerek ortamdaki gliadinler uzaklaştırılmıştır. 50 mg örnek üzerine 1ml %50 1-propanol ilave edilmiş ve her 10 dakikada bir vortekslenerek 30 dakika boyunca ekstrakte edilmiştir. Örnekler daha sonra 5000 rpm'de 3 dakika boyunca santrifüj edilerek çözünen kısım ayrılmış ve kalan kısma tekrar aynı işlem uygulanmıştır. Son aşamada 500 µL %50 1-propanol ile 1 dakika vortekslendikten sonra 5000 rpm' de 5 dakika santrifüj edilmiş, çözünen kısım ayrılarak kalan kısma 1 mL ekstrakt seyreltme çözeltisi ilave edilmiş ve 2 saat

boyunca 15 dakikada bir vortekslenmiştir. Bu süre sonunda 95 C'de 2.5 dakika ısıtıcı tablada bekletilmiştir. Örnekler 12 000 rpm'de 5 dakika santrifüjlendikten sonra jele 25 µL uygulanmıştır. Standart protein olarak Katepwa (25 uL) kullanılmıştır.

SDS-PAGE işlemi

30 ml ayırıcı jel çözeltisine %1'lik amonyum persülfat (APS)'dan 775 µL ve 16 µL tetrametilendiamid (TEMED) ilave edilerek kalıba (160x180x1.5 mm) dökülmüştür. Elektroforez işlemi 25 mA/jel sabit akım ve 20 C'de sabit sıcaklıkta, 4-4.5 saat sürede gerçekleşmiştir. Jeller boyama çözeltisi ile boyandıktan sonra görüntüleri alınmıştır.

3.2.10.2. Asit poliakrilamid jel elektroforez (A-PAGE) yöntemi

Uygulamaların gliadin proteinleri üzerine etkisini incelemek için A-PAGE yönteminden yararlanılmıştır. A-PAGE işleminde, Bushuk ve Zilman (1978) tarafından geliştirilen yöntem Sivri (1998) tarafından modifiye edilmiş şekliyle kullanılmıştır. Elektroforez işlemi, dikey elektroforez aletinde (Hoeffer, San Francisco) gerçekleştirilmiştir. Kullanılan çözeltiler ve işlem koşulları ile ilgili bilgi aşağıda sunulmuştur.

A-PAGE'de kullanılan çözeltiler

Elektroforez tampon çözeltisi: 5 L tampon çözeltisi, 6.25 L aliminyum laktat ile hazırlanır ve pH'sı laktik asitle 3.1'e ayarlanır.

Ekstrakt seyreltme çözeltisi: % 0.4 metil-green içerek şekilde elektroforez tampon çözeltisi ile hazırlanmış olup %40 sakaroz içerir.

Jel çözeltisi: Jelin dayanıklılığını artırmak amaçlı akrilamid konsantrasyonu %6'dan %7'ye çıkarılmıştır (Köksel, 1990; Köksel vd., 1993). %7 (w/v) akrilamid, %0.25 (w/v) N,N' metilenbisakrilamid, %0.024 (w/v) askorbik asit, %0.0004 (w/v) FeSO₄ ve %0.25 alüminyum laktat karıştırılarak pH'sı laktik asit ile 3.1'e ayarlanmıştır.

Boyama çözeltisi: 0.1 g Coomassie Brilliant Blue R-250, 10 mL %95 etil alkolde çözündürülüp 240 mL trikloro asetik asit (TCA) ile karıştırılmıştır.

A-PAGE için örnek hazırlama

50 mg örnek üzerine 85 µL %70'lik eti alkol ilave edilerek 30 dakika boyunca her 10 dakikada bir vortekslenerek ekstraksiyon işlemi yapılmıştır. 13 000 rpm' de 5 dakika boyunca santrifüj edildikten sonra çözünen kısımdan 30 µl alınarak üzerine 39 µl ekstrakt seyreltme çözeltisi ilave edilmiş ve jele 7 uL uygulanmıştır. Standart protein olarak Katepwa (7 uL) kullanılmıştır.

A-PAGE işlemi

Jel çözeltisi üzerine %3'lük 0.1 mL H₂O₂ çözeltisi ilave edilerek kalıplara (160 x 180 x 1.5 mm) dökülmüştür. Elektroforez işlemi 10°C'de sabit sıcaklıkta 500 Volt doğru akımda 3.5-4 saatte gerçekleştirilmiştir. Elektroforez işleminden sonra jeller boyama çözeltisinde 1 gece bekletilmiş ve görüntüleri alınmıştır.

3.2.11. Ekmek yapma metodu

Bu çalışmada AACC Metot No: 10-11 (AACC, 1990), modifikasyon yapılarak ekmek yapma işleminde kullanılmıştır. Bu yöntemde maya süspansiyonu, 80 gr yaş mayanın 30 C°'de' deki saf suda süspansiyon haline getirilmesi ve 1 litreye tamamlanması suretiyle hazırlanırken, tuz çözeltisi 60 g NaCl 30 C°' deki saf suda çözündürülerek 1 litreye tamamlanmasıyla hazırlanmıştır. Ekmek üretimleri, %14 nem esasına göre 100 g un paçalından (%0, %25, %50, %70) hazırlanmıştır. Formülasyona, 25 mL maya çözeltisi, 25 mL tuz çözeltisi ve uygulamalardan (%20 ve %40 ekşi hamur ve %1 ve %2 sıvı çavdar ekşisi) gelen su miktarları göz önünde bulundurularak su ilave edilmiştir.

Ekmek üretiminde yoğurma, mikserde (Kitchen aid, Model 5K SM 150, USA) gerçekleştirilmiş, tüm bileşenler ilave edildikten sonra 5 dakika yoğurulmuştur. Bu aşamadan sonra şekil verilen hamurlar, 30 dakika ve %85 bağıl nemde fermentasyon kabiniinde (Şimşek Laborteknik Ltd. Şti., Ankara) fermentasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda 1. havalandırma işlemi uygulanmış ve ardından tekrar 30 dakika fermentasyona bırakılarak 2. Havalandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Havalandırma işlemlerinin ardından şekil verilerek (Şimşek Laborteknik Ltd. Şti., Ankara) pişirme tavasına alınmış ve aynı koşullarda 55 dk

daha fermentasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda 230° C' ye ayarlanmış fırında (Şimşek Labortechnik Ltd. Şti., Ankara) 25 dk pişirilmiştir.

3.2.12.Ekmek örneklerinin kalite özelliklerinin incelenmesi

Elektroforez sonuçlarına göre uygulamalardan proteaz aktivitesi üzerine olumlu etkisi olduğu tespit edilenlerden ekmekler üretilmiştir. Ekmek hacmi; üretimden 2 saat sonra AACC Metot 10-05.01' de (AACC, 1990) belirtilen kolza tohumu yer değiştirme metoduna göre ölçülmüştür. Sonuçlar 3 tekrarın ortalaması şeklinde verilmiştir.

Tekstür analizi; Chatillon TAPlus tekstür cihazı (Lloyd Instrument, UK) ile 35 mm çapında alüminyum disk kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her biri 1.25 cm kalınlığındaki kesilen ekmek dilimlerinden 2 dilim üst üste konulmuş, maksimum yük 50 N ve yaklaşma hızı 55 mm/dak olacak şekilde örneklerin 6.25 mm sıkıştırılabilmesi için gerekli kuvvet (N) cinsinden ölçülmüştür. Herbir ekmek için iki ölçümün ortalaması alınmıştır.

Ekmek kabuk rengi ve ekmek içi rengi, Minolta Spectrophotometer CM-3600 d (Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Renk değerlerinde L* (parlaklık), a* (kırmızılık), ve b* (sarılık) değerleri incelenmiştir. Ekmek kabuk rengi için herbir ekmekte yapılan 4 ölçümün iç rengi için ise 2 ölçümün ortalaması alınmıştır.

3.2.13. İstatistiksel analiz

Uygulamaların süne zararına uğramış buğday unlarının ekmeklik kalitesine (hacim, tekstür ve renk) olan etkisini değerlendirmek için tek yönlü varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki fark LSD (least significant difference) testi ile karşılaştırılmıştır ($p < 0.05$).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Buğday Örneklerinin Fiziksel Özellikleri

Çalışmada kullanılan sert-kırmızı ekmeklik (Bezostaya) buğdayının fiziksel özellikleri ve öğütme verimi Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Buğday örneklerine ait fiziksel özellikler

	Hektolitre ağırlığı (kg/hl)	Bin tane ağırlığı (g, km)	Soyma sayısı (%)	Nem miktarı (%)	Un verimi (%)
Bezostaya	78.1	36.0	15.8	9.3	69.0

Km: Kuru madde üzerinden

Buğdayda hektolitre ağırlığı genellikle 70-84 kg/hl arasındadır ve hektolitre ağırlığı arttıkça un verimi artmaktadır (Köksel vd., 2000). Türkiye'deki ekmeklik buğdayların ortalama hektolitre ağırlığı 78 kg/hl'dir. Buna göre, araştırmada kullanılan sağlam buğday (Bezostaya) örneğinin ekmek üretimi için uygun olduğu söylenebilir.

4.2. Un Örneklerinin Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri

Çalışmada kullanılan sağlam buğday unu (UN 1) ve süne zararı görmüş buğday ununa (UN 2) ait kimyasal ve fizikokimyasal özellikler Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Un örneklerine ait kimyasal ve fizikokimyasal özellikler*

	UN 1	UN 2
Rutubet (%)	12.8	11.4
Kül miktarı ^a (%)	0.57	0.61
Protein miktarı ^b (%)	11.6	9.8
Düşme sayısı ^c (saniye)	470	408
Sedimentasyon değeri ^c (ml)	34	23
Modifiye sedimentasyon değeri ^c (ml)	33	7
Yaş gluten miktarı ^a (%)	32.7	YIKANAMADI
Gluten indeks değeri ^a (%)	74	YIKANAMADI

a:Kuru madde üzerinden

b:(N x 5.7)

c:Örneklerin rutubet içeriklerine göre düzeltilmiş değerler

* İki paralel sonucun ortalaması

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Buğday Unu Tebliğine (17 Şubat 1999 tarihli resmi gazete yayını, sayı:23614) göre buğday unu örnekleri kül miktarı açısından değerlendirildiğinde her ikisi de Tip 650 grubuna dahil olmaktadır.

TGK'sinde ekmeklik unlar için kuru maddede belirtilen protein miktarı minimum %10.5'dur. Buna göre, çalışmada kullanılan sağlam buğday ununun protein miktarı kaliteli ekmek üretimi için düşük olmasına rağmen TGK'ne uygun olduğu, zarar görmüş buğday ununun ise TGK protein miktarı kriterine göre daha düşük olduğu söylenebilir.

Unların amilaz aktivitesi hakkında bilgi veren 'Düşme sayısı değeri', her iki un örneğinde de yüksek bulunmuştur. Düşme sayısı değerinin 300 s'den yüksek olması amilaz aktivitesinin düşük olması ile ilişkilendirilmektedir. Düşme sayısı değerinin tava tipi ekmekler için 200-250 s olması gerekmektedir (Köksel vd., 2000). Araştırmada kullanılan sağlam buğday unu için bu değer 470 s iken süne zararına uğramış buğday unu için 408 'dir. Buna göre un örneklerinin amilaz aktivitesi düşüktür.

Belli bir konsistenste hamur haline getirilen buğday ununun, seyreltik tuz çözeltisi ile yıkanarak nişasta, suda çözünen proteinler (albümin) ve seyreltik tuz çözeltilerinde çözünen proteinlerin (globülin) uzaklaştırılması ile yaş gluten elde

edilir. Miktarının %28-35 arasında olması gluten miktar kalitesinin iyi olduğu anlamına gelmektedir (Köksel vd., 2000). Çalışmada kullanılan sağlam buğday ununun yaş gluten miktarı %32.7 olması gluten miktar kalitesinin iyi olduğunu göstermektedir.

Yaş glutenin, sabit bir hızda 1 dakika boyunca santrifüj edilerek, özel bir elekten geçen ve geçmeyen miktarları belirlenir. Elekten geçmeyen gluten miktarının toplam gluten miktarına oranı 'Gluten indeks değeri' ni verir. Gluten indeks değeri yükseldikçe unun gluten kalitesi artar. Ekmeklik unların gluten indeks değeri genelde 60-90 arasında olduğu ve Türk tipi ekmek yapımına uygun olması için bu değerin 70 civarında olması gerektiği bildirilmektedir (Köksel vd., 2000). Araştırmada kullanılan sağlam buğday unu için bu değer 74 olarak tespit edilmiş ve ekmek yapımı için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Zarar görmüş buğday ununun modifiye sedimentasyon değerinin Zeleny sedimentasyon değerinden düşük olması bu buğday örneğinin süne zararına maruz kaldığını göstermektedir. Aradaki fark ne kadar büyük olursa unun zarar oranı da o kadar fazla olmaktadır.

4.3. Un Örneklerinin Reolojik Özellikleri

4.3.1. Farinogram özellikleri

Un örneklerinin farinogram özellikleri çizelge 4.3'de verilmiştir. Sağlam buğdaydan üretilen unun (UN 1) su absorpsiyonu, gelişme süresi ve stabilite değeri, süne zararına maruz kalmış buğday unundan (UN 2) yüksek olması, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesinin ise düşük olması UN 1'in UN 2'ye göre daha iyi olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3. Un örneklerinin farinogram özellikleri

Farinogram Özellikleri	UN1	UN2
Su absorpsiyonu(%)	63.5	52.3
Gelişme süresi(dk)	2.0	1.2
Stabilite(dk)	1.5	1.1
Yoğurma tolerans sayısı(BU)	50	250
Yumuşama derecesi(BU)	100	300

4.3.2. Alveokonsistograf özellikleri

Sağlam buğday ununun (UN 1) alveokonsistograf özellikleri Çizelge 4.4' te verilmiş olup süne zararına maruz kalmış buğday ununun (UN 2) analizi çok yapışkan bir hamur elde edilmesi nedeniyle gerçekleştirilememiş ve alveokonsistogram özellikleri tespit edilememiştir.

Çizelge 4.4. Un örneklerine ait alveokonsistogram özellikleri

	T (mm)	A (mm)	Ex (%)	Fb (10E-4J)	T/A	Su Kaldırma (%)
UN 1	43	142	26.5	134	0.3	53.8
UN 2	-	-	-	-	-	-

T: Direnç
A: Uzama
Ex: Elastikiyet
Fb: Enerji
T/A: Konfigürasyon Oranı

4.3.3. Miksolab özellikleri

Sağlam buğday unu (UN 1) ve süne zararı görmüş buğday ununa (UN 2) ait Miksolab karakteristikleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Miksolabda ilk yoğurma bölümünde hamur sıcaklığı 30 C° ' dir ve C1 (Nm) değeri, bu bölümde hamurun paletlere karşı gösterdiği maximum direnci ifade eder. UN 1'in C1 değerine ulaşması için gerekli miksolab su absorpsiyonu %60.0 iken, UN 2'nin su absorpsiyonu %55.7'dir. UN 1 ve UN 2'nin miksolab stabilite değerleri sırasıyla 5.4 ve 2.0 dak olarak bulunmuştur ve C1 değerlerinin yaklaşık aynı olduğu görülmektedir. Miksolab'da ikinci bölgede hamur 60°C'ye kadar ısıtılmaktadır. Hamur sıcaklığının artması ve yoğurmanın da etkisiyle hamur konsistansı C2 değerine düşmektedir. Protein zayıflaması ile ilişkilendirilen bu düşüş, ne kadar küçükse yada C1-C2 farkı ne kadar fazla ise un kalitesi o kadar zayıftır (Rosell et al., 2007, Köksel et al., 2009). UN 2 örneğinin C1-C2 değerinin UN 1'den büyük olması, UN 2'nin protein yapısının zayıf olduğunu göstermektedir. UN 2'nin farinografda tespit edilen yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesinin UN 1'e göre yüksek olması miksolab C1-C2 özellikleri ile uyumlu bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.5. Un örneklerinin miksolab özellikleri

Miksolab özellikleri	UN 1	UN 2
Su absorpsiyonu(%)	60.0	55.7
Stabilite (dak)	5.4	2.0
C1(Nm)	1.10	1.14
C2(Nm)	0.45	0.16
C3(Nm)	1.94	1.30
C4(Nm)	1.81	1.67
C5(Nm)	2.45	2.56
α (Nm/dak)	-0.060	-0.040
β (Nm/dak)	0.476	0.124
γ (Nm/dak)	0.008	0.018

C1: (I. Bölge max konsistens, T =30 °C) Gelişme süresi, su absorpsiyonu

C2: (II. Bölge, max konsistens, T =60 °C) Protein zayıflaması

C3: (III. Bölge, max konsistens, T =90 °C) Nişasta jelatinizasyonu

C4: (IV. Bölge, max konsistens, T =90 °C) Amilaz aktivitesi

C5: (V. Bölge, max konsistens, T =50 °C) Retrogradasyon

α, β, γ : II. III. ve IV. Bölümlerde hamurun yoğurmaya karşı gösterdiği dirençteki azalma veya artış

4.4.Uygulamaların Glutenin Proteinleri Üzerine Etkisi

Kontrol (%0), %50, %70 ve %100 süne zararı gören un karışımlarından oluşan hamur örneklerine, %20 ve %40 oranlarında ekşi hamur, %1 ve %2 oranlarında sıvı çavdar ekşisi ve %0.025 ve %0.05 oranlarında şerbetçiotu uygulamalarının proteaz aktivitesi üzerine etkisi, glutenin proteinlerinde meydana gelen değişikliklerin SDS-PAGE kullanılarak izlenmesi ile belirlenmiştir (Şekil 4.1-a,b, 4.2 -a,b, 4.3 -a,b ve 4.4 -a,b).

SDS-PAGE sonuçları, süne zararına uğramış un oranı artıkça HMW glutenin alt birimlerindeki bant yoğunluğunun azaldığını göstermiştir. LMW glutenin alt birimlerinin bant yoğunluklarında ise HMW glutenin alt birimlerindeki kadar belirgin bir azalış gözlenmemiştir (Şekil 4.1-a, Hat 2, 3, 8, 9 ve Şekil 4.1-b, Hat 2, 3, 8, 9).

Özellikle yüksek molekül ağırlıklı (HMW) glutenin alt birimlerinde, inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak bazı bantların tamamen kaybolduğu fakat düşük molekül ağırlıklı (LMW) glutenin alt birimlerinin, HMW glutenin alt birimleri kadar etkilenmediği bildirilmektedir (Sivri and Köksel, 1998). Bu nedenden dolayı, çalışmada proteaz aktivitesi yüksek molekül ağırlıklı bölgede (HMW) incelenmiştir.

4.4.1. Ekşi hamur uygulamasının glutenin üzerine etkisi

L.plantarum ve *L. sanfrancissensis* kullanılarak hamur verimi ~300 olacak şekilde hazırlanan ekşi hamurların pH değerleri ve 1 gramında bulunan bakteri sayısı Çizelge 4.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. Ekşi hamurların pH değerleri ve bakteri sayısı

	pH	Bakteri sayısı (kob/g)
Ekşi hamur 1 (<i>L. plantarum</i>)	3.4 -3.7	1x10 ⁷
Ekşi hamur 2 (<i>L. sanfrancissensis</i>)	4.0-4.5	1x10 ⁷

4.4.1.1. *L.plantarum* ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının glutenin proteinleri üzerine etkisi

Kontrol örneğine (%0), %20 ve %40 oranlarında *L. plantarum*'dan hazırlanan ekşi hamur uygulaması, glutenin bant yoğunluklarında herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır (Şekil 4.1-a, Hat 5 ve 7). Bu durum, Di Cagno (2002) tarafından da tespit edildiği gibi, gluteninin ekşi hamurda bulunan laktik asit bakterileri tarafından parçalanmadığını göstermektedir.

%50 oranında süne zararına uğramış un içeren örnekte, iki saatlik fermentasyon süresi sonunda glutenin bant desenlerinin yoğunluğunun azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.1-a, Hat 8 ve 9). Buna göre süne zararının neden olduğu yüksek proteolitik aktivite sonucu glutenin proteinlerinin parçalanmış olduğu söylenebilir. %20 oranında ekşi hamur ilave edilen örneklerde glutenin bant yoğunluğunun

değişmediği buna karşılık %40 ekşi hamur içeren örnekte göreceli olarak glutenin bant yoğunluğunun, kontrole göre (%50 süne) arttığı görülmektedir (Şekil 4.1-a, Hat 9 ve 13). Buna göre %40 ekşi hamur ilavesi ile proteolitik aktivitenin azaldığı söylenebilir.

%70 oranında süne zararına uğramış un içeren örneklerde ise, %20 ve %40 ekşi hamur ilavesi, fermentasyon öncesi glutenin bant yoğunluklarını, ekşi hamur ilavesi yapılmamış örneğe göre artırmış fakat fermentasyon sonrasında bant yoğunluklarının azaldığı görülmüştür (Şekil 4.1-b, Hat 3, 5 ve 7).

Süne zararına uğramış undan oluşan (%100) hamur örneğinde ise %20 ve %40 ekşi hamur ilavesinin fermentasyon öncesi glutenin bant yoğunluklarını arttırmasına rağmen, fermentasyon sonrası bant yoğunluklarının azaldığı yani proteaz aktivitesinin durdurulamadığı gözlenmiştir (Şekil 4.1-b, Hat 9, 11 ve 13).

4.4.1.2. *L. sanfrancissensis* ile hazırlanan ekşi hamur ilavesinin glutenin proteinleri üzerine etkisi

L. sanfrancissensis ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının, kontrol örneğinin (%0) fermentasyon sonrası protein bant yoğunluklarına etkisi görülmemiştir (Şekil 4.2-a, Hat 3, 5 ve 7). Bant yoğunluklarında azalmanın olmaması, ekşi hamur uygulamalarında temel mikroorganizma olarak bilinen *L. sanfrancissensis*'in gluten proteinleri üzerine önemli bir hidroliz etkisinin olmadığı şeklinde açıklanmaktadır (Wehrle et al, 1999).

%50 süne zararı gören un içeren örneğe ise %20 oranında ekşi hamur ilavesi protein bant yoğunluğunu göreceli olarak arttırmıştır. Buna göre %50 oranında süne zararına uğramış örnekte proteaz aktivitesinin, %20 ekşi hamur ilavesi ile kısmen durdurulabildiği söylenebilir (Şekil 4.2-a, Hat 9 ve 11). %40 ekşi hamur ilavesi ile de benzer sonuç elde edilmiştir.

%70 oranında süne zararı gören un ilave edilen örneğe %40 oranında ekşi hamur ilavesi sonucunda da, protein bant yoğunluğunun artması proteaz aktivitesinin durdurulabildiğini göstermiştir (Şekil 4.2-b, Hat 3 ve 7). Bu etkinin, %20 oranında ekşi hamur ilavesine göre daha belirgin olduğu görülmüştür. %100 oranındaki süne zararına uğramış un içeren örneğe %20 ekşi hamur ilavesi ise proteolitik aktiviteyi engellememiştir (Şekil 4.2-b, Hat 9 ve 11).

4.4.2. Sıvı çavdar ekşisi uygulamasının glutenin proteinleri üzerine etkisi

%1 ve %2 oranında sıvı çavdar ekşisi uygulamasının, kontrol (%0 süne zararına uğramış un) örneğinin glutenin bant desenlerine önemli bir etkisi tespit edilememiştir. %50 süne zararına uğramış un içeren örneğe, %1 ve %2'lik sıvı çavdar ekşisi ilavesinin glutenin bant yoğunluğunu göreceli olarak arttırmış olması proteaz aktivitesinin durdurulabildiğini göstermektedir (Şekil 4.3-a, Hat 9, 11 ve 13). Bu etkinin %2 oranında daha belirgin olduğu söylenebilir.

Proteaz aktivitesi, %70'lik süne zararına uğramış un içeren örneğe, %1'lik sıvı çavdar ekşisi ilavesi ile kısmen durdurulmuştur (Şekil 4.3-b, Hat 3 ve 5). Süne zararına uğramış un örneğinde (%100) ise sıvı çavdar ekşisi ilavesinin (%1 ve %2) proteolitik aktivite üzerine etkisi tespit edilememiştir (Şekil 4.3-b, Hat 9, 11 ve 13).

4.4.3. Şerbetçiotu uygulamasının glutenin proteinleri üzerine etkisi

Diğer uygulamalardan farklı olarak şerbetçi otu ilavesi, kontrol (%0 süne zararına uğramış un içeren) örneğinde fermentasyon sonrası glutenin proteinlerinin bant yoğunluklarını göreceli olarak artırmıştır (Şekil 4.4-a, Hat 3, 5 ve 7). Şerbetçiotu ilavesi, %50 süne zararına uğramış un içeren örnekte %0.05 oranında olumlu etki gösterirken, %70 süne zararına uğramış un örneğine ise bu etki %0.025 oranında elde edilmiştir (Şekil 4.4-a, Hat 9 ve 13, Şekil 4.4-b, Hat 3 ve 5). Süne zararına uğramış un örneğinde (%100), proteolitik aktivitenin azaltılmasında şerbetçiotunun etkisi görülmemiştir (Şekil 4.4-b, Hat 9, 11 ve 13).

4.5. Uygulamaların gliadin proteinleri üzerine etkisi

Uygulamaların proteolitik aktivite üzerine etkisi, gliadin proteinlerinde meydana getirdiği değişikliklerin A-PAGE kullanılarak izlenmesi ile belirlenmiştir (Şekil 4.5 - a,b, 4.6 -a,b, 4.7 -a,b ve 4.8 -a,b).

Örneklere süne zararlı un oranı arttıkça fermentasyondan sonra gliadin proteinlerinin bant yoğunlukları azalmıştır. SDS-PAGE'de glutenin proteinlerinin bant yoğunluklarındaki azalış kadar belirgin olmayan bu durum, gliadin proteinlerinin, gluteninlere göre süne proteazına daha dirençli olmasından kaynaklanmaktadır (Yakovenko et al., 1973; Sivri et, 1998).

Kontrol (%0) örneği ile %50, %70 ve %100 süne zararına uğramış un içeren örneklerde, süne proteazının, ω -gliadin bölgesinin hemen üzerinde belirgin olmayan yeni bir bant oluştuğu ve bu bölgedeki bant yoğunluklarının göreceli olarak azaldığı; γ ve β bölgesindeki bant yoğunluklarında ise belirgin bir değişiklik meydana gelmediği tespit edilmiştir. Buna göre süne proteazının bu bölge proteinleri üzerinde bir sınırlı bir hidroliz etkisi olduğu söylenebilir (Şekil 4.5 -a, Hat 7 ve 8, Şekil 4.5 -b, Hat 2, 3, 8 ve 9). Bu durumun daha yüksek molekül ağırlığına sahip proteinlerin (glutenin) hidrolizi sonucu, A-PAGE koşullarında jele giren protein miktarının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna benzer bir durum, Sivri et al. (1998) tarafından ortaya konulmuş olup, araştırmacılar kısa süreli inkübasyon uygulanan bazı buğday çeşitlerinde, gliadin deseninde yeni bantların oluştuğunu, bazı mevcut bant yoğunluklarının ise arttığını bildirmişlerdir.

4.5.1. Ekşi hamur uygulamasının gliadin proteinleri üzerine etkisi

4.5.1.1. *L. plantarum* ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının gliadin proteinleri üzerine etkisi

L. plantarum'dan hazırlanan ekşi hamur, %50 ve %70 oranlarındaki süne zararına uğramış unlardan hazırlanan örneklerin, fermentasyondan sonra, ω -gliadin bölgesindeki bant yoğunluklarını artırarak, proteaz aktivitesini engellediği ancak uygulama oranlarının (%20 ve %40) bant yoğunlukları arasında bir fark oluşturmadığı gözlenmiştir (Şekil 4.5-a, Hat 8, 10, 12 ve Şekil 4.5 -b, Hat 3, 5, 7).

%100 süne zararına uğramış undan oluşan örnekte ise, %40 oranındaki ekşi hamur (*L. plantarum*) uygulaması, %20 oranına göre ω -gliadin bölgesindeki bant yoğunluğunu artırmıştır (Şekil 4.5 -b, Hat 9, 11, 13).

4.5.1.2. *L. sanfrancissensis* ile hazırlanan ekşi hamur ilavesinin gliadin proteinleri üzerine etkisi

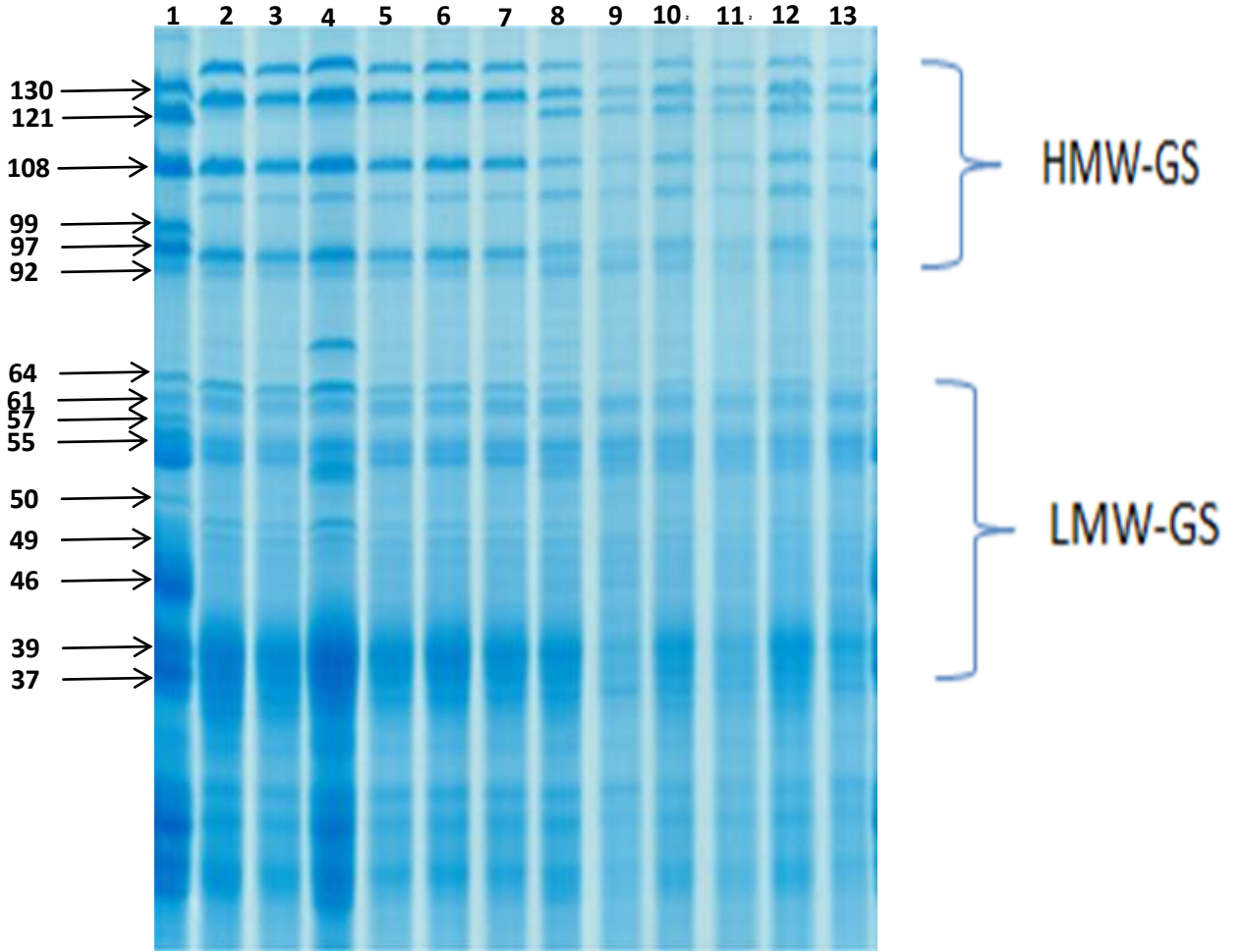
L. sanfrancissensis'den hazırlanan ekşi hamurun (%20), %50 oranındaki süne zararı gören un ilave edilen örneğin fermentasyondan sonra bant yoğunluğunu artırmış, proteaz aktivitesini azaltmıştır (Şekil 4.6-a, Hat 8 ve 10). %40 oranında ekşi hamur ilavesinde de benzer sonuç elde edilmiştir. %70 ve %100 süne zararına uğramış un örneklerinde ise %40 ekşi hamur ilavesinin proteaz aktivitesini kısmen azalttığı gözlenmiştir (Şekil 4.6-b, Hat 2, 6, 8 ve 12).

4.5.2. Sıvı avdar ekşisi uygulamasının gliadin proteinleri üzerine etkisi

Sıvı avdar ekşisi, %50 ve %70 oranlarındaki süne zararı gören un ilave edilerek hazırlanan örneklerin, fermentasyondan sonra, ω - gliadin bölgesindeki bant yoğunluklarında değişiklik gözlenmemiştir. Ancak uygulama oranlarının (%1 ve %2) bant yoğunlukları arasında bir fark oluşturmadığı gözlenmiştir (Şekil 4.7-a, Hat 8, 10 ve 12 ve Şekil 4.7-b, Hat 2, 4, 6). %100 süne zararına uğramış undan oluşan örnekte ise, %1 oranındaki sıvı avdar ekşisi uygulaması, %2 oranına göre ω - gliadin bölgesindeki bant yoğunluğunu artırmıştır (Şekil 4.7-b, Hat 8, 10 ve 12).

4.5.3. Şerbetçiotu uygulamasının gliadin proteinleri üzerine etkisi

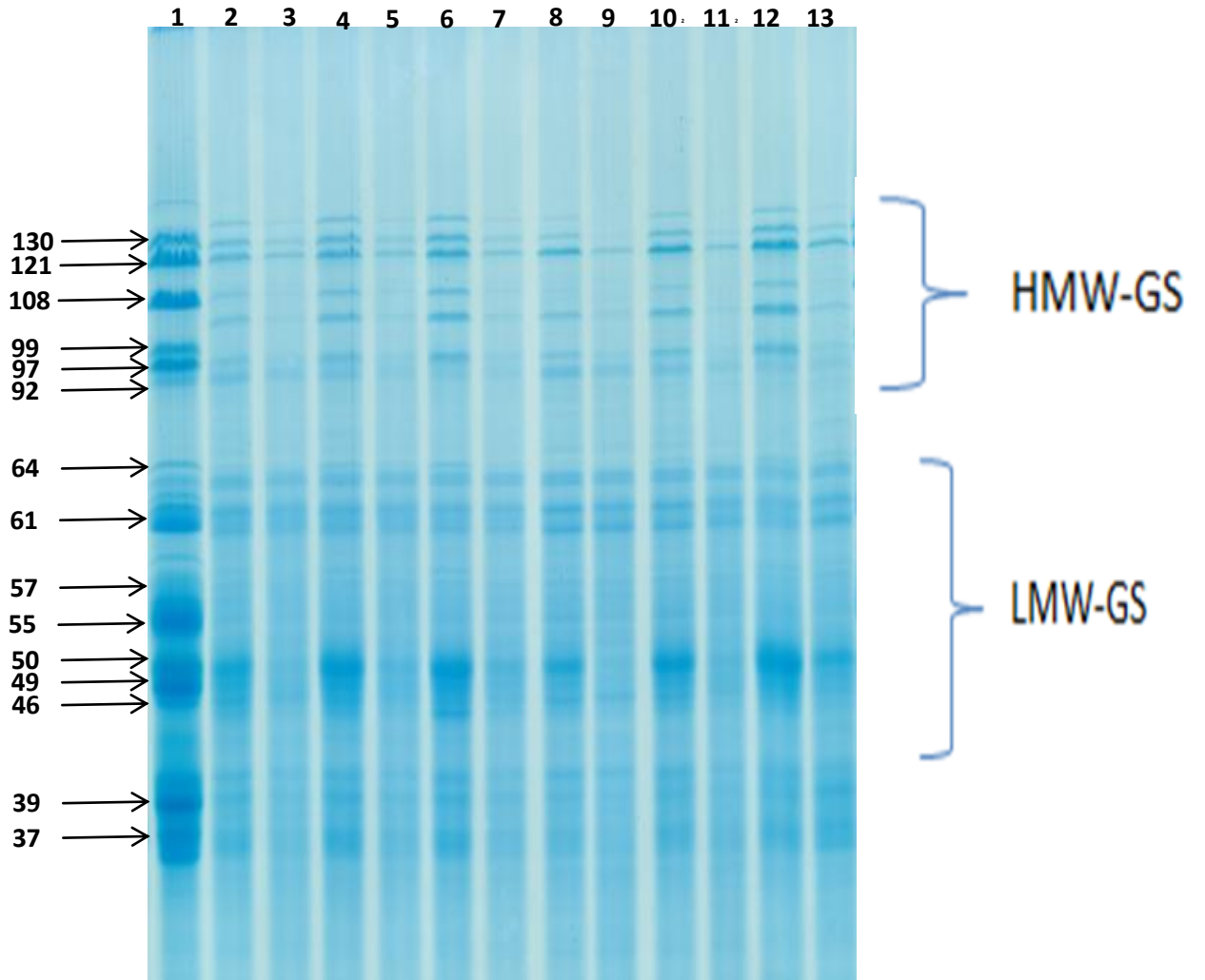
Gliadin elektroforezde, tüm süne zararına uğramış un oranlarında, %0.025 oranında şerbetçiotu uygulaması protein bant yoğunluklarını göreceli olarak artırmıştır (Şekil 4.8-a,b). Bu durum, süne proteazının gliadin proteinlerine olan etkisinin şerbetçiotu tarafından engellendiğini göstermektedir.



Şekil 4.1-a. %0 ve %50 süne zarar görmüş un için *L.plantarum* ile hazırlanan ekşi hamurun glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1- Katepwa, 2- %0 SU, 3- %0 SU + F, 4- %0 SU + %20 EH, 5-%0 SU + %20 EH + F, 6- %0 SU + %40 EH, 7- %0 SU + %40 EH + F, 8- %50 SU, 9-%50 SU+ F, 10- %50 SU + %20 EH, 11- %50 SU + %20 EH +F, 12- %50 SU + %40 EH, 13- %50 SU + %40 EH +F

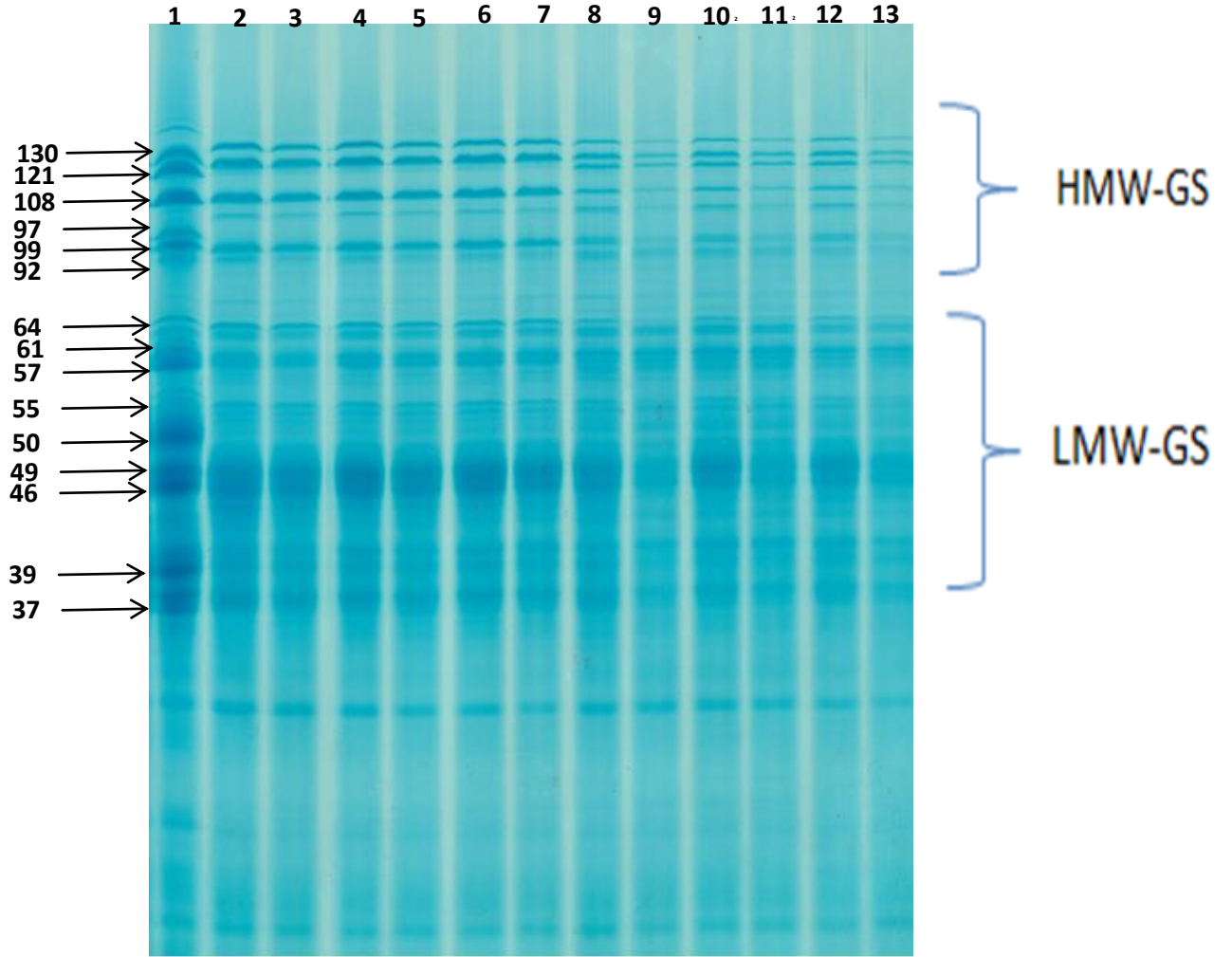
SU: Süne zararına uğramış un
 EH: Ekşi Hamur
 F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.1-b. %70 ve %100 süne zararı görmüş un için *L.plantarum* ile hazırlanan ekşi hamurun glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1- Katepwa, 2- %70 SU, 3- %70 SU+ F, 4- %70 SU + %20 EH , 5- %70 SU + %20 EH + F, 6- %70 SU + %40 EH , 7- %70 SU + %40 EH + F, 8- %100 SU, 9- %100 SU+ F, 10- %100 SU + %20 EH, 11- %100 SU + %20 EH + F, 12- %100 SU + %40 EH, 13- %100 SU + %40 EH + F

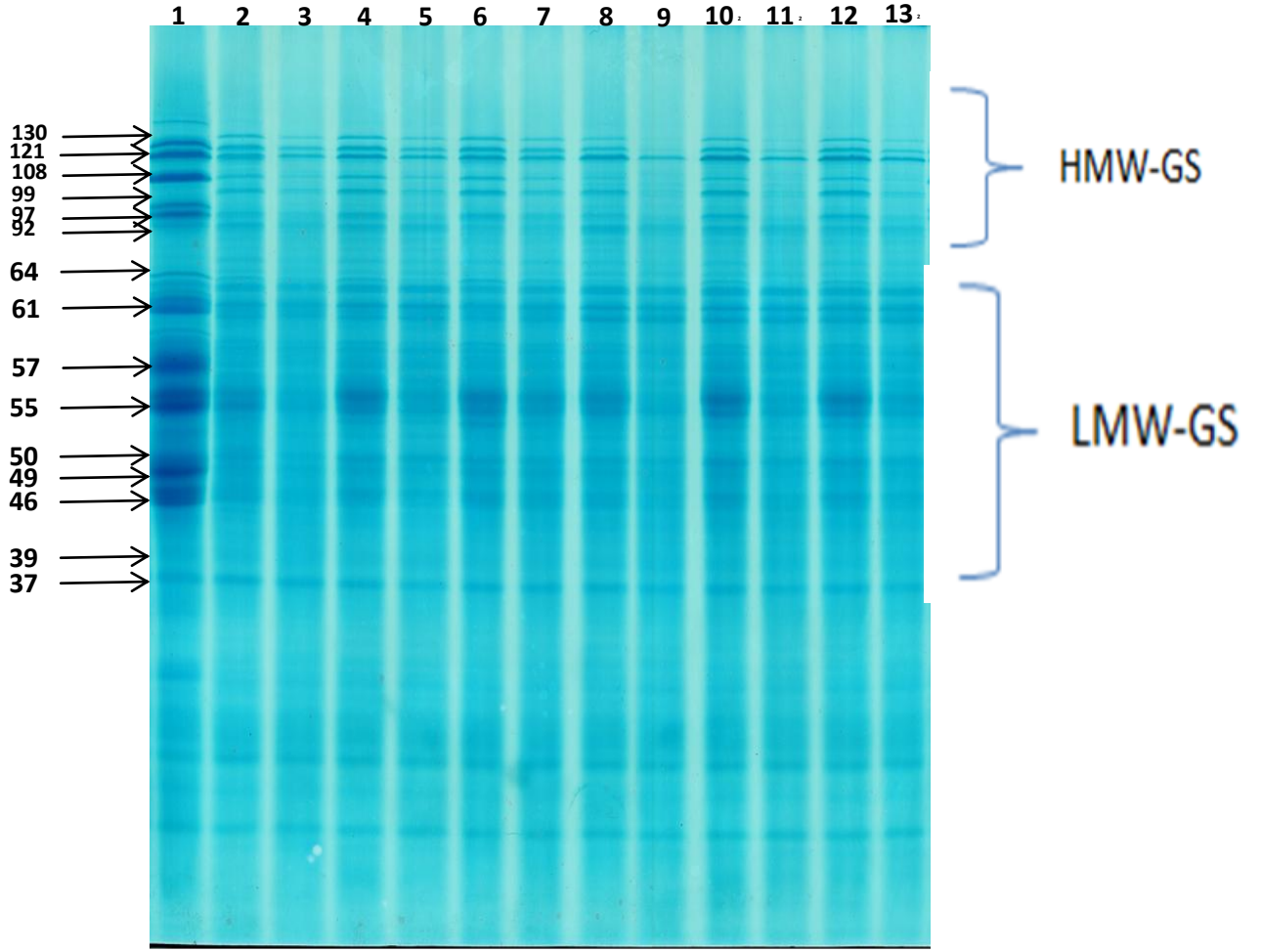
SU: Süne zararına uğramış un
EH: Ekşi Hamur
F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.2-a. %0 ve %50 süne zararı görmüş un için *L. sanfrancissensis* ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1-Katepwa, 2- %0 SU, 3- %0 SU + F, 4- %0 SU + %20 EH, 5- %0 SU + %20 EH+ F, 6- %0 SU + %40 EH, 7- %0 SU + %40 EH+ F, 8- %50 SU, 9- %50 SU + F, 10- %50 SU + %20 EH, 11- %50 SU + %20 EH +F, 12-%50 SU + %40 EH, 13- %50 SU + %40 EH + F

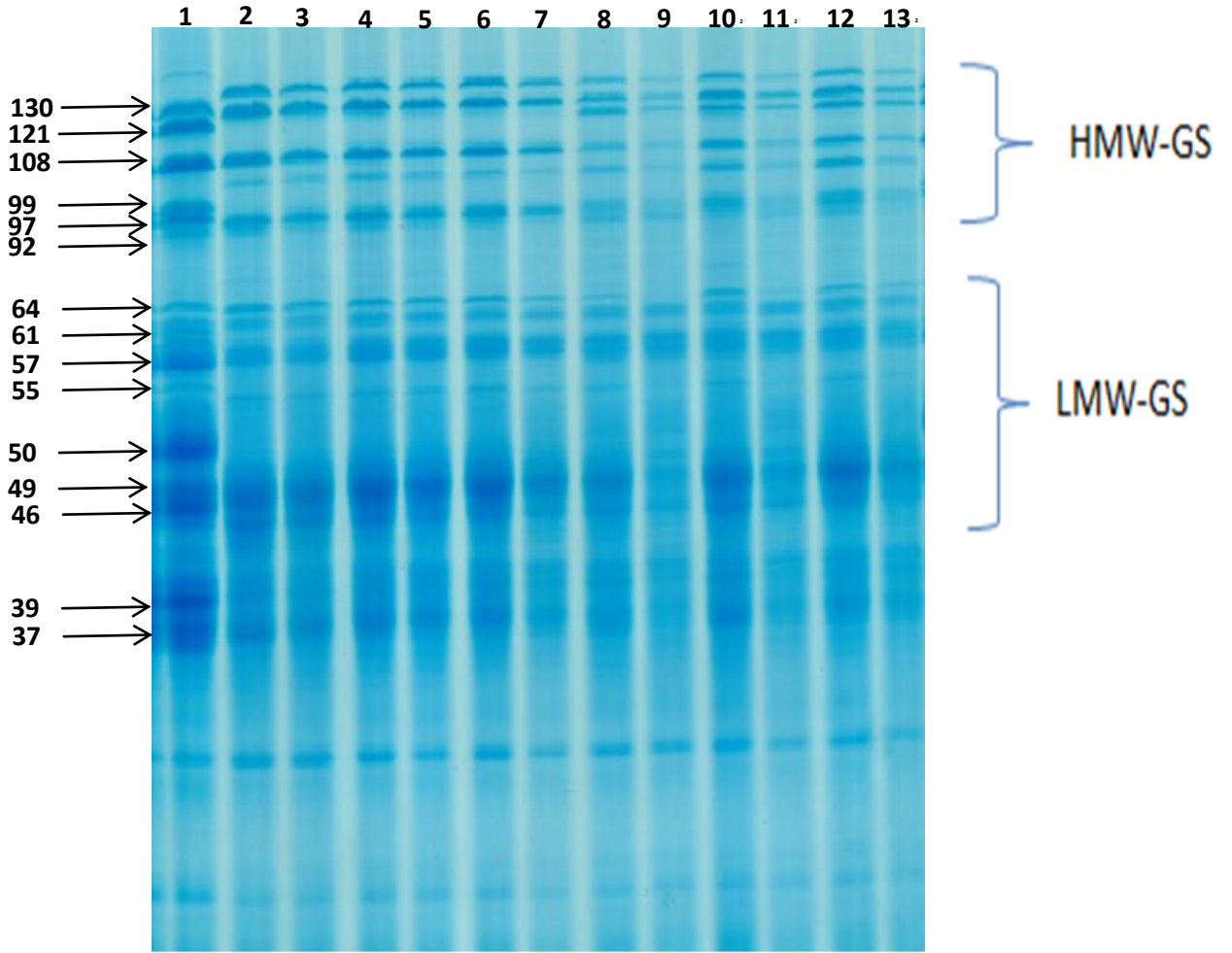
SU: Süne zararına uğramış un
 EH: Ekşi Hamur
 F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.2-b. %70 ve %100 süne zarar görmüş un için *L. sanfrancissensis* ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1-Katepwa, 2- %70 SU, 3- %70 SU + F, 4- %70 SU + %20 EH, 5-%70 SU + %20 EH + F, 6- %70 SU + %40 EH, 7- %70 SU + %40 EH + F, 8- %100 SU, 9- %100 SU + F, 10- %100 SU + %20 EH, 11- %100 SU + %20 EH + F, 12- %100 SU + %40 EH, 13- %100 SU + %40 EH + F

SU: Süne zararına uğramış un
 EH: Ekşi Hamur
 F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



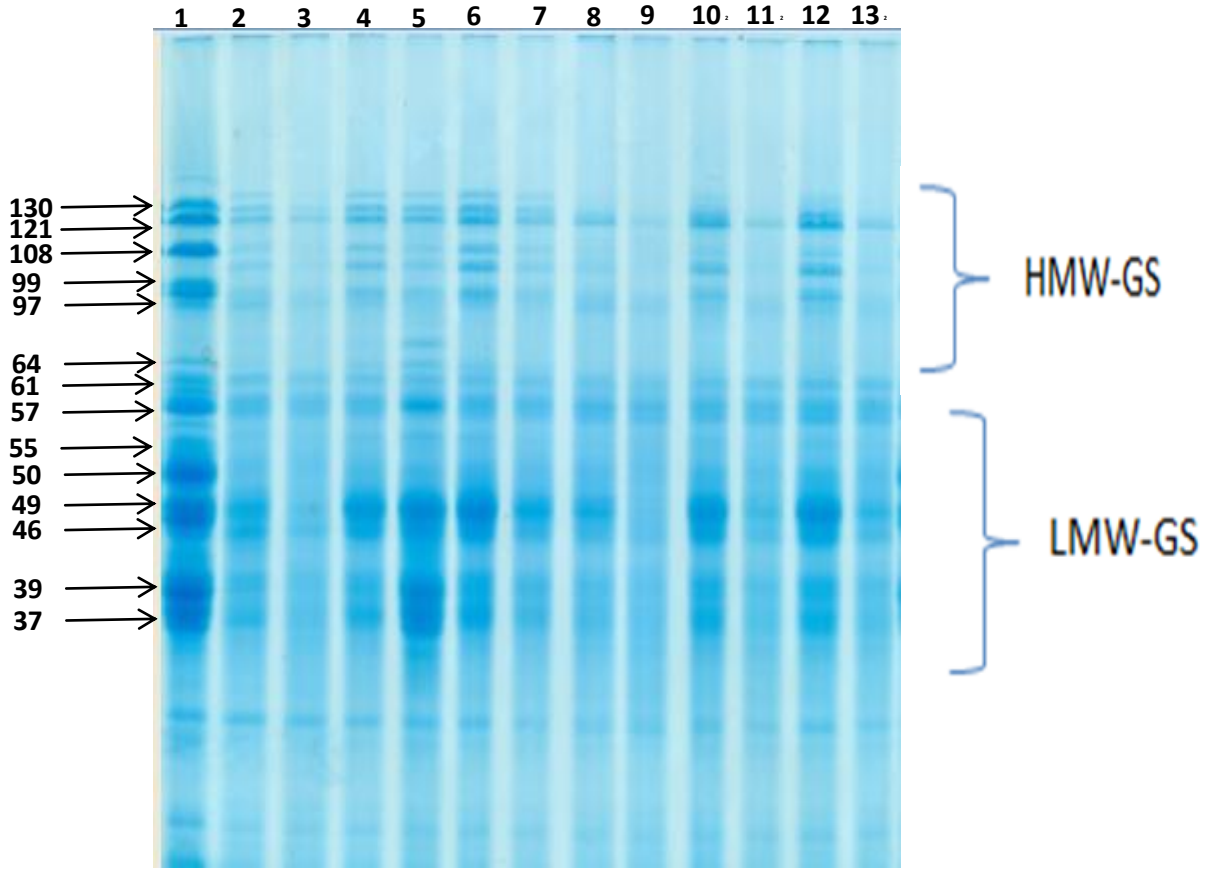
Şekil 4.3 –a. %0 ve %50 süne zararı görmüş un için sıvı çavdar ekşisinin glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1- Katepwa, 2- %0 SU, 3- %0 SU + F, 4- %0 SU + %1 SÇE, 5- %0 SU + %1 SÇE +F, 6- %0 SU + %2 SÇE, 7- %0 SU + %2 SÇE + F, 8- %50 SU , 9- %50 SU + F, 10- %50 SU + %1 SÇE, 11- %50 SU + %1 SÇE + F, 12- %50 SU + %2 SÇE, 13- %50 SU + %2 SÇE + F

SÇE:Sıvı Çavdar Ekşisi

SU: Süne zararına uğramış un

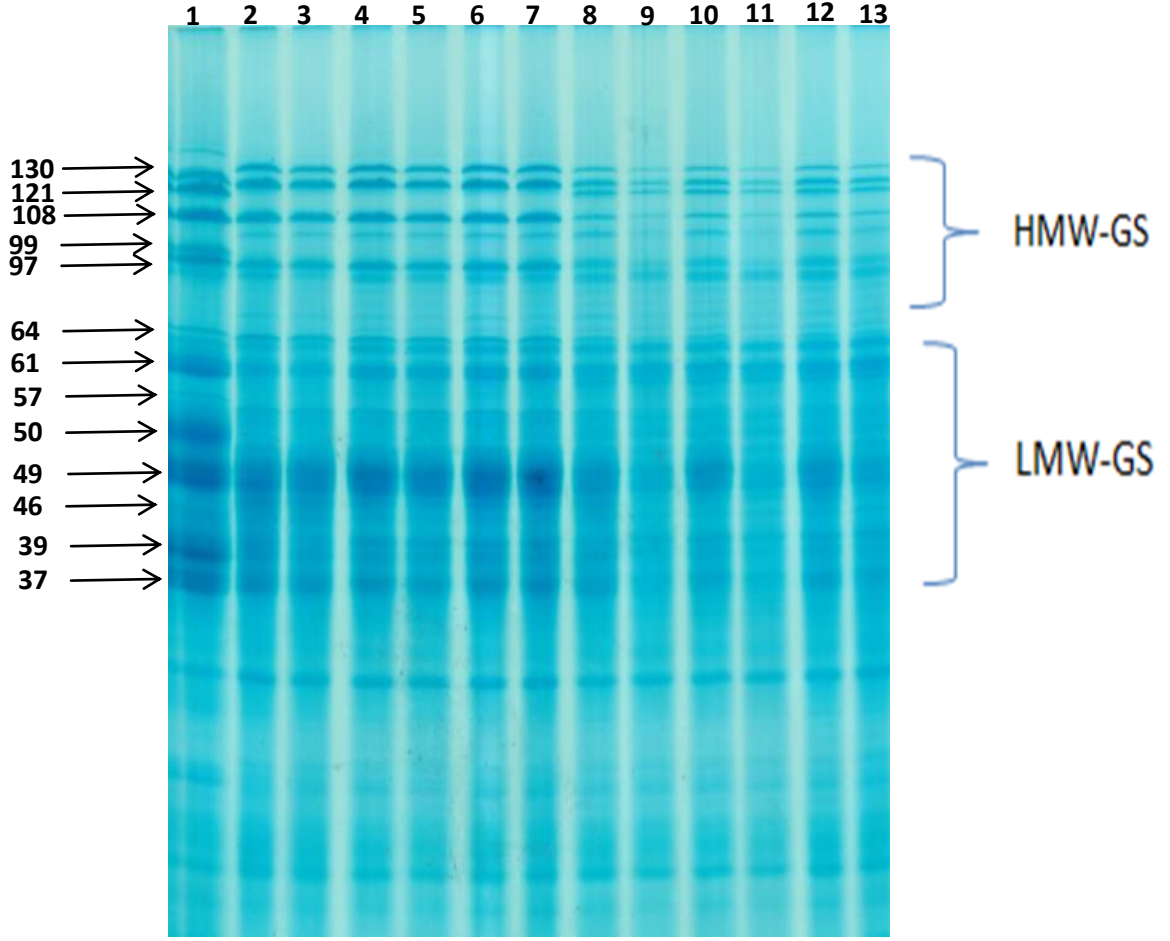
F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.3- b. %70 ve %100 süne zararı görmüş un için sıvı çavdar ekşisinin glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1-Katepwa, 2- %70 SU, 3- %70 SU+ F, 4- %70 SU + %1 SÇE, 5- %70 SU + %1 SÇE + F, 6-%70 SU + %2 SÇE, 7- %70 SU + %2 SÇE + F, 8- %100 SU, 9- %100 SU + F, 10-%100 SU + %1 SÇE, 11- %100 SU + %1 SÇE + F, 12- %100 SU + %2 SÇE, 13- %100 SU + %2 SÇE + F

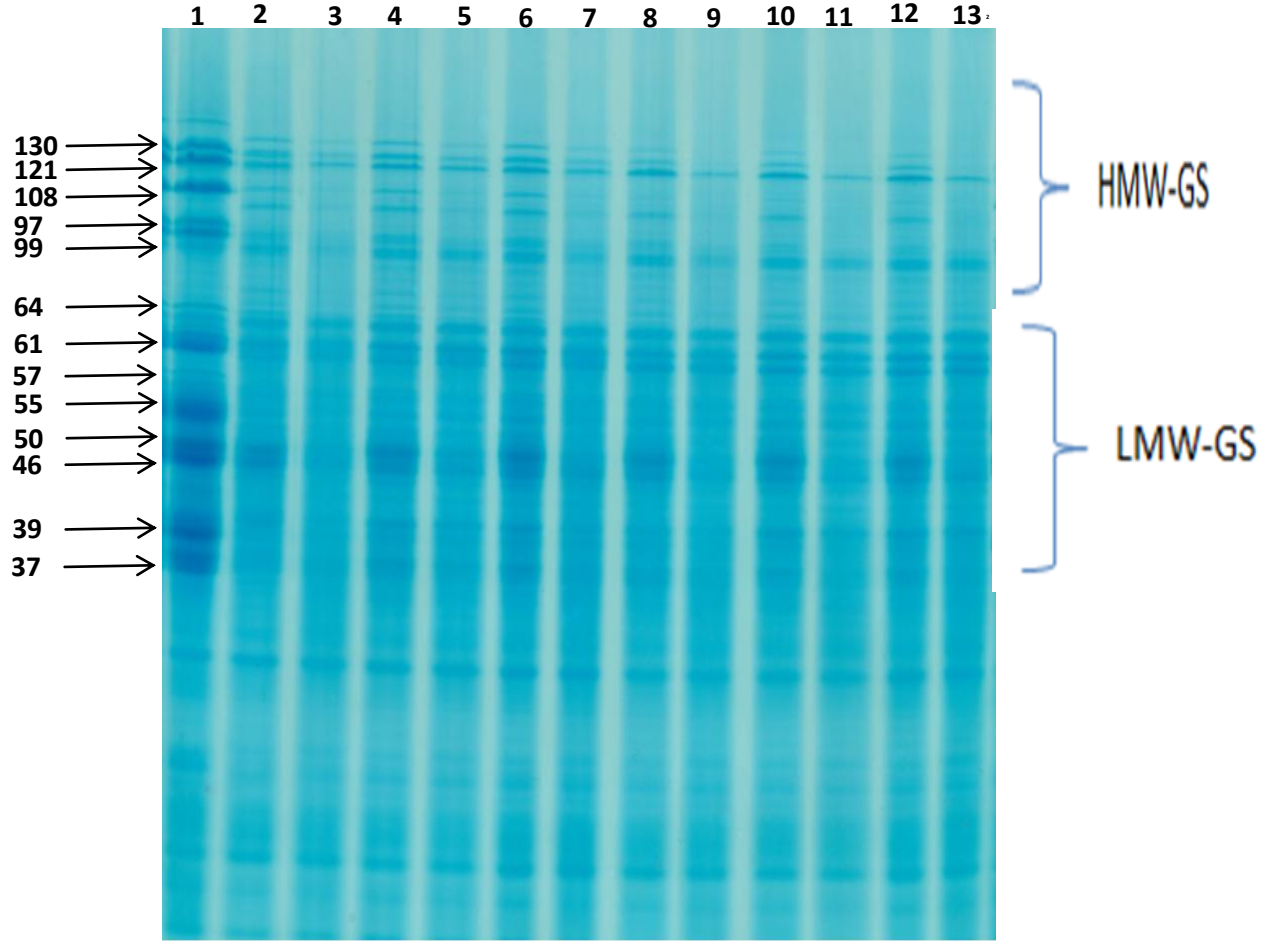
SÇE: Sıvı Çavdar Ekşisi
 SU: Süne zararına uğramış un
 F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.4-a. %0 ve %50 süne zararı görmüş un için şerbetçiotu uygulamasının glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1-Katepwa, 2- %0 SU, 3- %0 SU + F, 4- %0 SU + %0.025 ŞE, 5- %0 SU + %0.025 ŞE + F, 6- %0 SU + %0.05 ŞE, 7- %0 SU + %0.05 ŞE + F, 8- %50 SU, 9- %50 SU + F, 10- %50 SU + %0.025 ŞE, 11- %50 SU + %0.025 ŞE + F, 12- % 50 SU + %0.05 ŞE, 13- % 50 SU + %0.05 ŞE + F

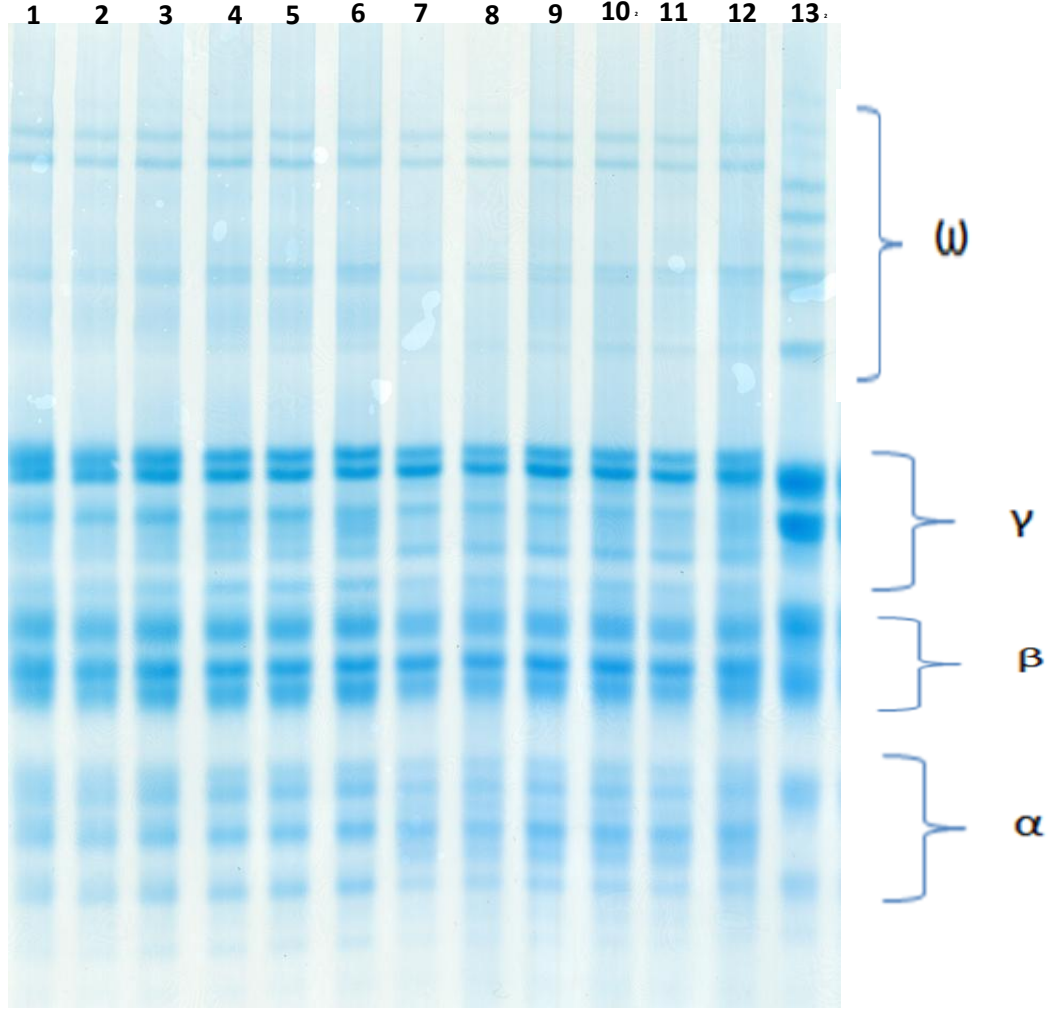
SU: Süne zararına uğramış un
 ŞE: Şerbetçiotu
 F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.4- b. %70 ve %100 süne zararı görmüş un için şerbetçiotu uygulamasının glutenin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1-Katepwa, 2- %70 SU, 3- %70 SU + F, 4- %70 SU + %0.025 ŞE, 5- %70 SU + %0.025 ŞE+ F, 6- %70 SU + %0.05 ŞE, 7- %70 SU + %0.05 ŞE + F, 8- %100 SU , 9- %100 SU + F, 10- %100 SU + %0.025 ŞE, 11- %100 SU + %0.025 ŞE + F, 12- % 100 SU + %0.05 ŞE, 13- % 100 SU + %0.05 ŞE + F

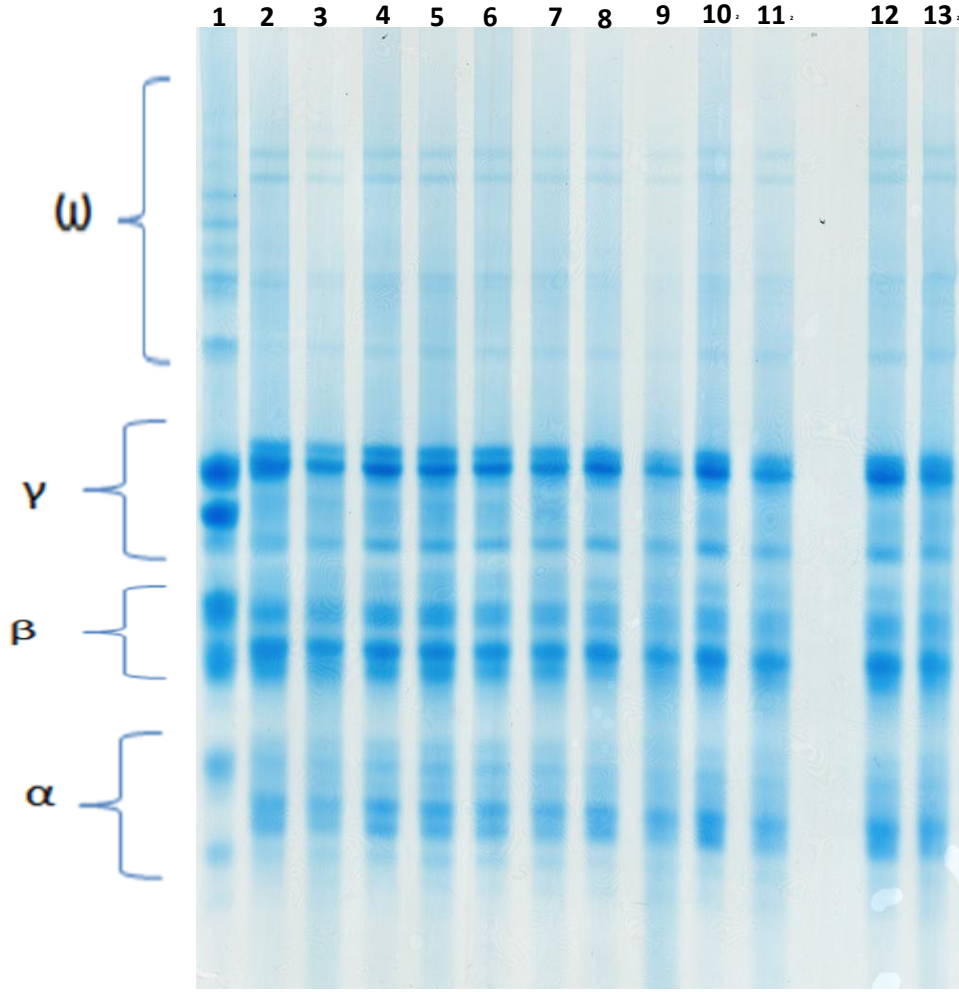
SU: Süne zararına uğramış un
 ŞE: Şerbetçiotu
 F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.5- a. %0 ve %50 süne zararı görmüş un için *L.plantarum* ile hazırlanan ekşi hamurun gliadin proteinleri üzerine etkisi

1- %0 SU, 2- %0 SU + F, 3- %0 SU + %20 EH, 4- %0 SU + %20 EH + F, 5- %0 SU + %40 EH, 6- %0 SU + %40 EH + F, 7- %50 SU, 8- %50 SU + F, 9- %50 SU + %20 EH, 10- %50 SU + %20 EH + F, 11- %50 SU + %40 EH, 12- %50 SU + %40 EH + F, 13- Katepwa

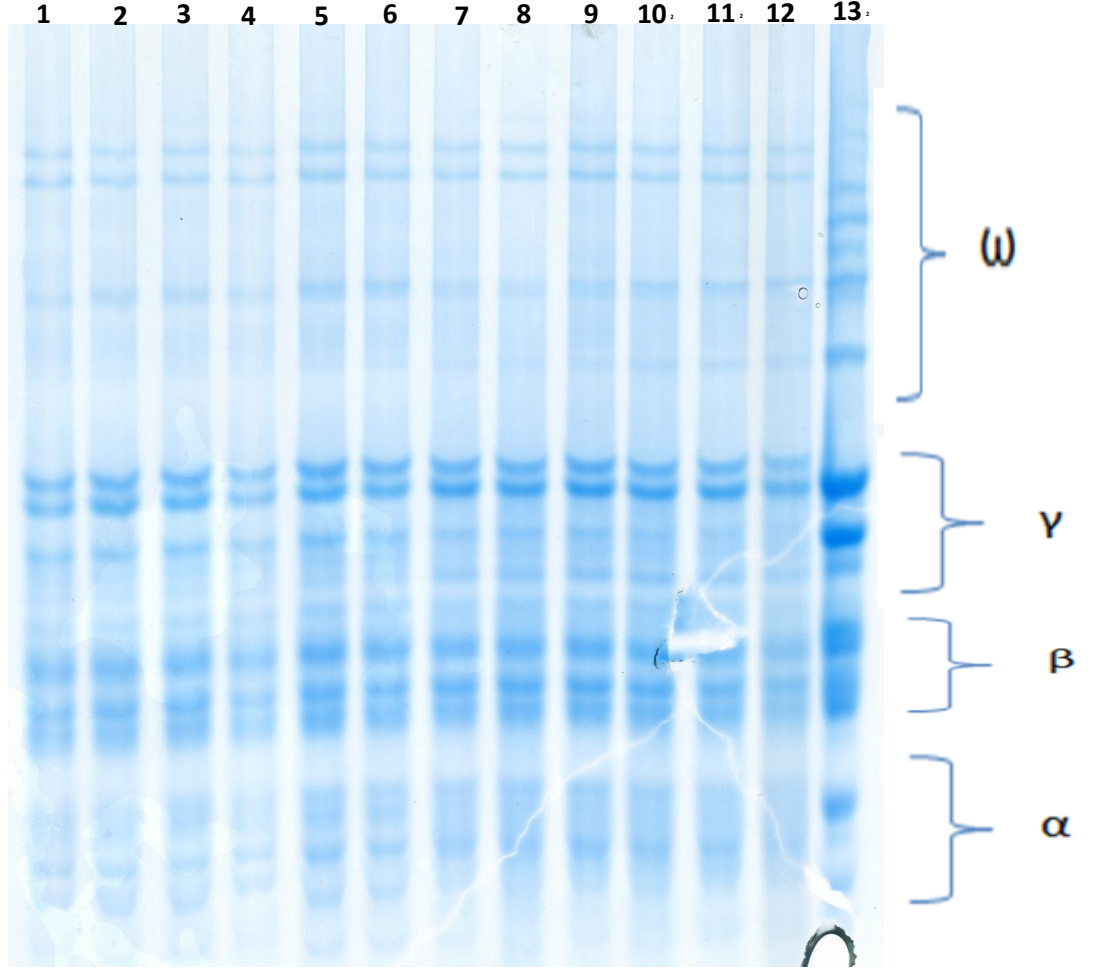
SU: Süne zararına uğramış un
EH: Ekşi Hamur
F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.5. (b) %70 ve %100 süne zararı görmüş un için *L.plantarum* ile hazırlanan ekşi hamurun gliadin proteinleri üzerine etkisi

1-Katepwa, 2- %70 SU, 3- %70 SU + F, 4- %70 SU + %20 EH, 5- %70 SU + %20 EH + F, 6- %70 SU + %40 EH, 7- %70 SU + %40 EH + F, 8- %100 SU, 9- %100 SU+ F, 10- %100 SU + %20 EH, 11- %100 SU + %20 EH + F, 12- %100 SU + %40 EH, 13- %100 SU + %40 EH + F

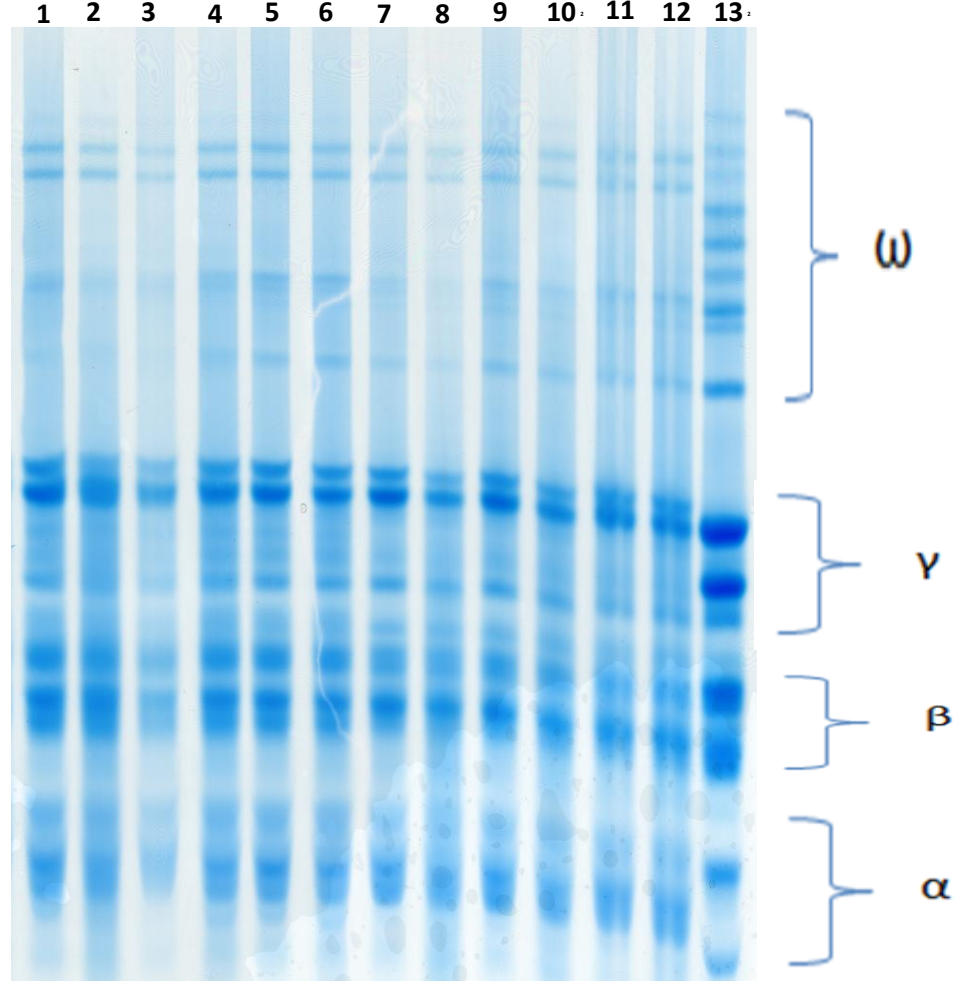
SU: Süne zararına uğramış un
EH: Ekşi Hamur
F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.6- a. %0 ve %50 süne zararı görmüş un için *L. sanfrancissensis* ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1- %0 SU, 2- %0 SU + F, 3- %0 SU + %20 EH, 4- %0 SU + %20 EH +F, 5- %0 SU + %40 EH, 6- %0 SU + %40 EH + F, 7- %50 SU, 8- %50 SU+ F, 9- %50 SU + %20 EH, 10- %50 SU + %20 EH + F, 11- %50 SU + %40EH, 12- %50 SU + %40EH + F, 13- Katpwa

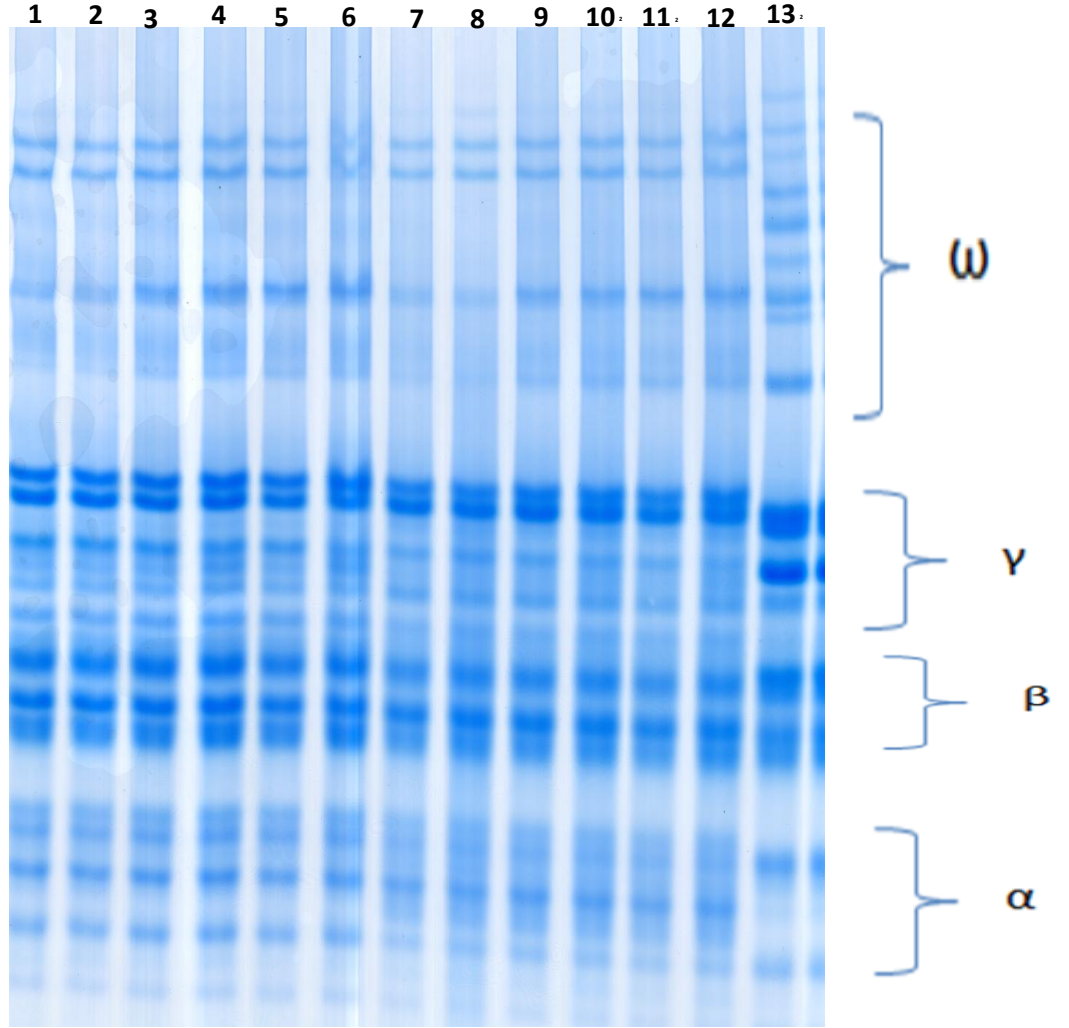
SU: Süne zararına uğramış un
EH: Ekşi Hamur
F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.6- b. %70 ve %100 süne zararı görmüş un için *L. sanfrancissensis* ile hazırlanan ekşi hamur uygulamasının gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1- %70 SU, 2- %70 SU+ F , 3- %70 SU + %20 EH, 4- %70 SU + %20 EH + F, 5- %70 SU + %40 EH, 6- 70 SU + %40 EH+ F, 7- %100 SU, 8- %100 SU + F, 9- %100 SU + %20 EH, 10- %100 SU + %20 EH + F, 11- %100 SU + %40EH, 12- %100 SU + %40EH + F, 13- Katepwa

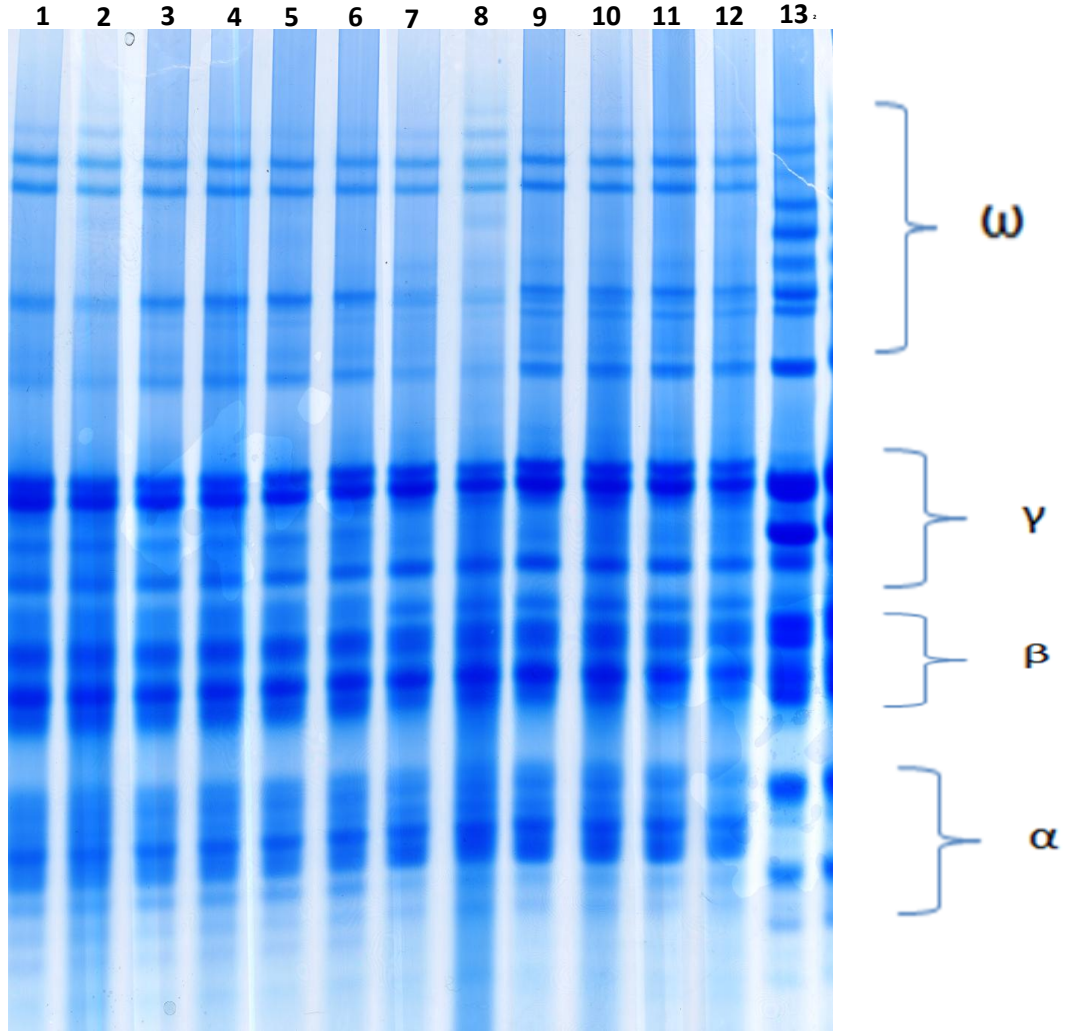
SU: Süne zararına uğramış un
 EH: Ekşi Hamur
 F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.7- a. %0 ve %50 süne zararı görmüş un için sıvı çavdar ekşisinin gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1- %0 SU, 2- %0 SU + F, 3- %0 SU + %1 SÇE, 4- %0 SU + %1 SÇE + F, 5- %0 SU + %2 SÇE, 6- %0 SU + %2 SÇE + F, 7- %50 SU, 8- %50 SU + F, 9- %50 SU + %1SÇE, 10- %50 SU + %1SÇE + F, 11- %50 SU + %2 SÇE, 12- %50 SU + %2 SÇE + F, 13- Katepwa

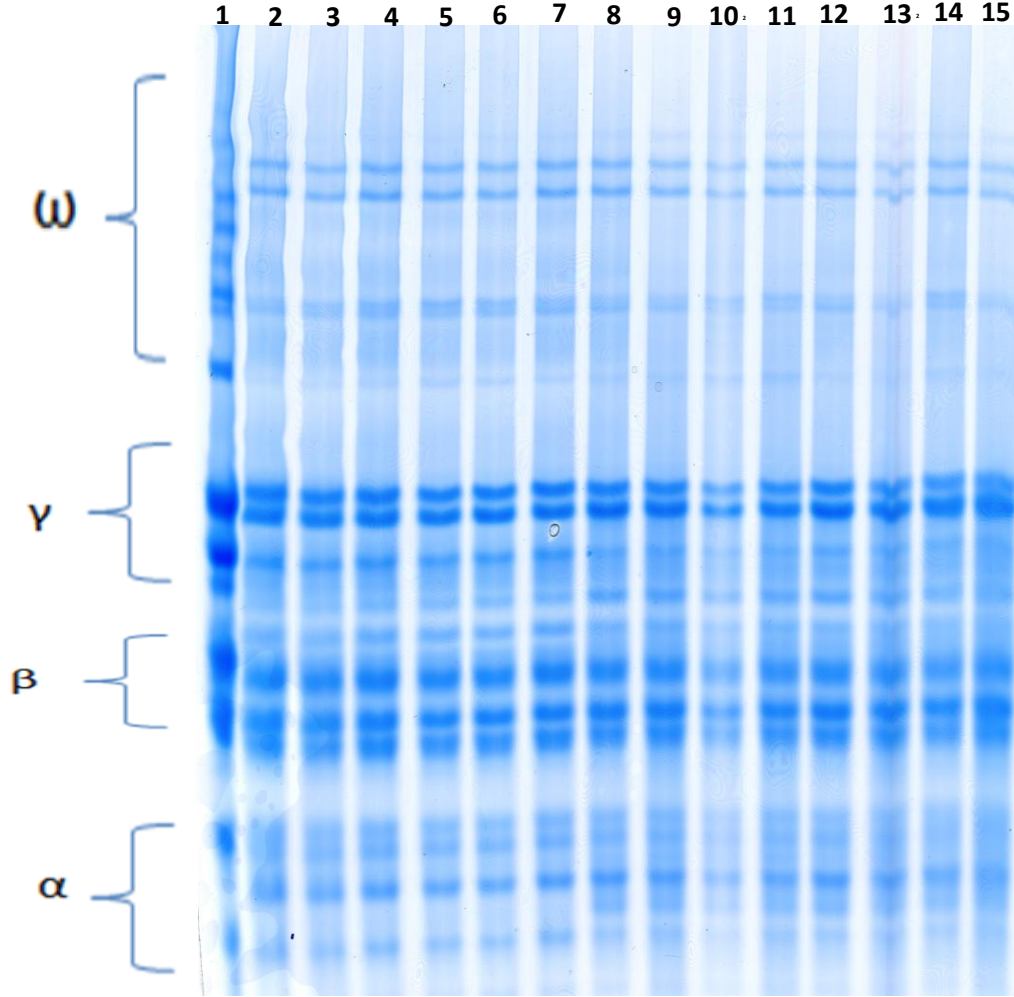
SU: Süne zararına uğramış un
 SÇE: Sıvı Çavdar Ekşisi
 F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.7- b. %70 ve %100 süne zararı görmüş un için sıvı çavdar ekşisinin gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1-Katepwa, 2- %70 SU, 3- %70 Su + F, 4- %70 SU + %1 SÇE, 5- %70 SU + %1 SÇE + F, 6- %70 SU + %2 SÇE, 7- %70 SU + %2 SÇE + F, 8- %100 SU, 9- %100 SU + F, 10- %100 SU + %1 SÇE, 11- %100 SU + %1 SÇE + F, 12- %100 SU + %2 SÇE, 13- %100 SU + %2 SÇE + F

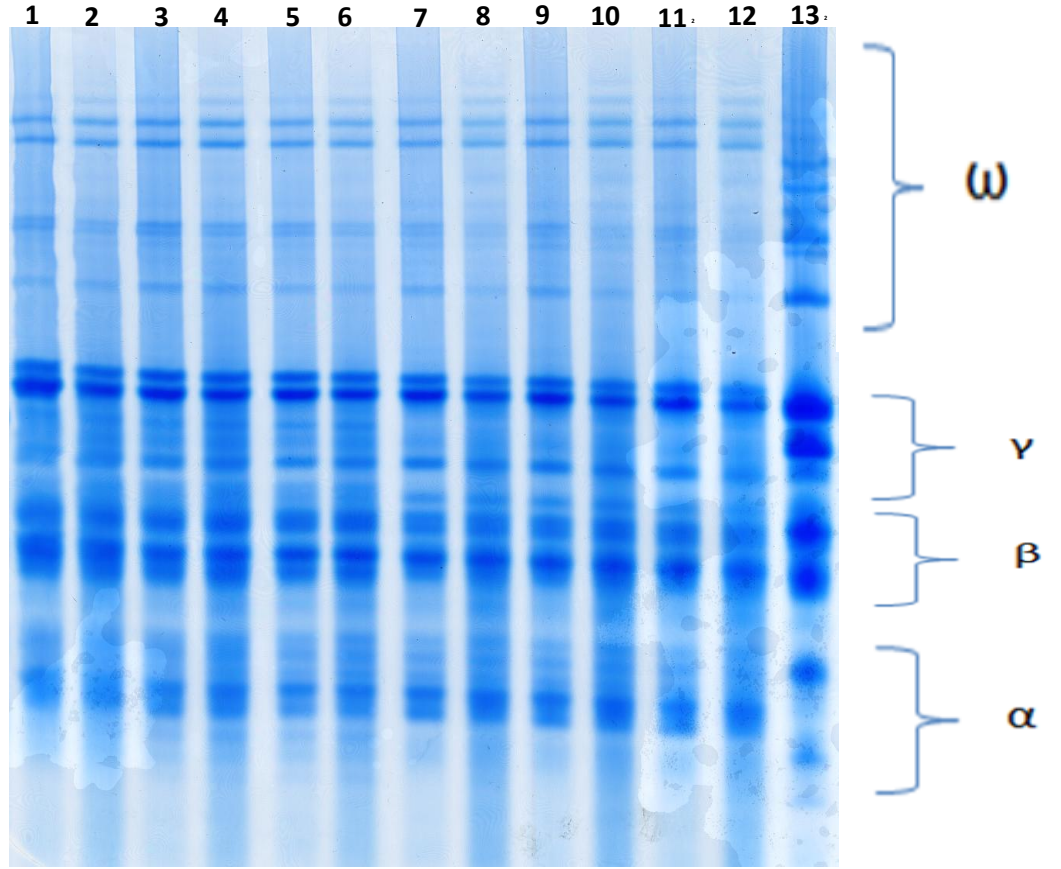
SU: Süne zararına uğramış un
SÇE: Sıvı Çavdar Ekşisi
F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.8- a. %0 ve %50 süne zararı görmüş un için şerbetçiotu uygulamasının gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1-Katepwa, 2- %0 SU, 3- %0 SU + F, 4- %0 SU + %0.025 ŞE, 5-%0 SU + %0.025 ŞE+ F, 6- %0 SU + %0.05 ŞE, 7- %0 SU + %0.05 ŞE+ F, 8- %50 SU, 9- %50 SU+ F, 10- %50 SU + %0.025 ŞE, 11- %50 SU + %0.025 ŞE + F, 12- % 50 SU + %0.05 ŞE, 13- % 50 SU + %0.05 ŞE + F, 14- %50 SU + %0.025 ŞE, 15- % 50 SU + %0.05 ŞE + F

SU: Süne zararına uğramış Un
 SE: Şerbetçiotu
 F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)



Şekil 4.8-b. %70 ve %100 süne zararı görmüş un için şerbetçiotu uygulamasının gliadin proteinlerinin elektroforetik özellikleri üzerine etkisi

1- %70 SU, 2- %70 SU + F, 3- %70 SU + %0.025 ŞE, 4- %70 SU + %0.025 ŞE + F, 5- %70 SU + %0.05 ŞE, 6- %70 SU + %0.05 ŞE + F, 7- %100 SU, 8- %100 SU+ F, 9- %100 SU + %0.025 ŞE, 10- %100 SU + %0.025 ŞE + F, 11- % 100 SU + % 0.05 ŞE, 12- % 100 SU + % 0.05 ŞE + F, 13- Katapwa

SU: Süne zararına uğramış Un
SE: Şerbetçiotu
F: Fermentasyon (30 C°, 115 dakika)

4.6. Uygulamaların Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi

SDS-PAGE sonuçlarına göre, proteaz aktivitesi üzerinde olumlu etkisi görülen uygulamaların, süne zararlı unların ekmeklik kalitesi üzerine olan etkisi incelenmiştir. Buna göre %50 oranında süne zararlı un örneğine; *L. plantarum* ile hazırlanan ekşi hamur (%40), *L. sanfrancissensis* ile hazırlanan ekşi hamur (%20), şerbetçi otu (%0.05) ve sıvı çavdar ekşisi (%1 ve %2) ayrı ayrı ilave edilerek ekmek denemeleri gerçekleştirilmiştir.

%70 süne zararına uğramış un örneğine ise *L. sanfrancissensis*'ten hazırlanan ekşi hamur(%40), sıvı çavdar ekşisi (%1 ve %2) ayrı ayrı ilave edilerek ekmek denemeleri tekrar edilmiştir.

Yüksek süne oranlarında (%50 ve %70) ekşi hamur, sıvı çavdar ekşisi ve şerbetçiotu ilavesine rağmen ekmek üretiminin güç olması nedeniyle daha düşük süne oranında (%25), uygulamaların yüksek oranları ile (%40 EH1, %40 EH2, %2 ŞÇE ve % 0.05 şerbetçiotu) ekmek üretimleri tekrarlanmıştır.

4.6.1. Ekmeklerin hacim ve tekstür özellikleri

Elektroforez sonuçlarına göre yapılan ekmek örneklerinin, hacim ve tekstür özellikleri Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Ekşi hamur ve şerbetçi otu uygulamalarının %50 süne zararına uğramış un içeren örneğin ekmek hacmi üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4.7). Sıvı çavdar ekşisi uygulaması ise her iki oran da ekmek hacmini %50 süne zararına uğramış undan hazırlanan kontrol ekmeğine göre istatistiki olarak önemli düzeyde artırmıştır ($p > 0.05$) (Şekil 4.9). Sıvı çavdar ekşisi uygulamalarının ekmek içi sertlik değeri üzerine önemli bir etkisi olmamıştır ($p < 0.05$). Ekşi hamur ve şerbetçiotu uygulamaları ise ekmek içi sertlik değerini artırmıştır ($p > 0.05$).

Çizelge 4.7. %50 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin hacim ve tekstür özellikleri*

	Hacim (cm³)	Ağırlık (g)	Spesifik hacim (cm³/g)	Sertlik (N)
%0	432 ^a	134,57 ^a	3,21 ^a	4,55 ^c
%50	317 ^d	129,42 ^{cd}	2,45 ^{cd}	7,37 ^b
%50 + %1 SÇE	351 ^c	131,32 ^b	2,67 ^c	7,38 ^b
%50 + %2 SÇE	388 ^b	131,36 ^b	2,95 ^b	6,81 ^b
%50 + %40 EH1	301 ^d	129,69 ^c	2,32 ^d	8,33 ^a
%50 + %20 EH2	307 ^d	128,46 ^d	2,39 ^d	8,87 ^a
%50 + %0.05 ŞE	316 ^d	128,92 ^{cd}	2,45 ^{cd}	8,83 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

SÇE : Sıvı Çavdar Ekşisi

EH1 : *L. plantarum*'dan hazırlanan ekşi hamur

EH2 : *L. sanfrancissensis*'ten hazırlanan ekşi hamur

ŞE : Şerbetçiotu



%0 SU

%50 SU

%50 SU +

%50 SU +

%1 SÇE

%2 SÇE

Şekil 4.9. %50 süne zararına uğramış un sıvı çavdar ekşisi uygulaması

SU: Süne zararına uğramış un
SÇE: Sıvı Çavdar Ekşisi

%40 oranında ekşi hamur ve %2 oranında sıvı çavdar ekşisi uygulamaları, %70 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeğin hacmini istatistiki olarak önemli düzeyde artırırken ($p>0.05$), ekmek içi sertlik değerini etkilememiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. %70 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin hacim ve tekstür özellikleri*

	Hacim (cm ³)	Ağırlık (g)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	Sertlik (N)
%0	432 ^a	134,57 ^a	3,21 ^a	4,55 ^b
%70	299 ^c	127,31 ^{bc}	2,35 ^c	8,21 ^a
%70 + %1 SÇE	305 ^c	130,29 ^{abc}	2,34 ^c	8,05 ^a
%70 + %2 SÇE	336 ^b	130,66 ^{ab}	2,57 ^b	7,88 ^a
%70 + %40 EH2	330 ^b	125,76 ^c	2,63 ^b	8,44 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

SÇE : Sıvı Çavdar Ekşisi

EH2 : *L. sanfrancissensis* ile hazırlanan ekşi hamur

SDS-PAGE sonuçlarına göre proteaz aktivitesinin azaldığı tespit edilerek yapılan ekmeklerden hiçbiri kontrol ekmeğinin (%0) kalite özelliklerine sahip olamamıştır. Bu durumun, paçalda yüksek oranda süne zararlı un (%50 ve %70) kullanılması nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Sivri ve Köksel (2002a) yaptıkları bir çalışmada, ekmeklerde yaygın olarak kullanılan katkı maddelerinin (askorbik asit, DATEM ve vital gluten) süne zararına uğramış unların kalitesinde bir miktar düzelme sağlanabileceğini fakat yüksek oranda süne zararı görmüş unların bozulan teknolojik kalitesinin kullanılan bu katkılarla düzeltilemeyeceğini belirtmişlerdir.

%25 süne zararına uğramış un örneğine %2 (20 g/kg) oranında sıvı çavdar ekşisi uygulaması ile ekmek hacim ve sertliği açısından en iyi sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.10). Bu sonuç, daha önce literatürde belirtilen, süne zararına uğramış buğday unlarının ekmeklik kalitesinin 2 g/kg sitrik asit veya laktik asit kullanılarak iyileştirilebileceği sonucu ile benzerlik göstermektedir (Anon., 1983; Matsoukos ve Morrison,1990).

%0.05 şerbetçi otu uygulaması ise yüksek oranda süne zararlı unla (%50) yapılan ekmekte beklenen sonucu vermezken, %25 oranında, ise kontrol (%0) ekmeğine benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.11).

L. plantarum' dan hazırlanan ekşi hamur %40 oranında %25 süne zararlı un içeren örneğe ilave edildiğinde ekmek hacmini azaltmış ($p>0.05$) fakat ekmek içi sertlik değerini etkilememiştir ($p<0.05$). *L. sanfrancissensis* ile hazırlanan ekşi hamur ilavesinin (%40) %25 süne içeren örneğin ekmek hacmini ve sertliğini etkilemediği tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Literatürde ekşi hamurun süne zararı görmüş unların ekmeklik kalitesi üzerine araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle elde edilen sonuçlar farklı fermentasyon sürelerinin (60, 120, 180 dakika) ekşi hamurlu ekmeklerin kalitesi üzerine etkisini inceleyen Göçmen et al. (2007) sonuçları ile kıyaslanmıştır. Göçmen et al.(2007) ekmek formülasyonuna ekşi hamur (%20) ilavesi ile ekmeklik kalite açısından kabul edilebilir özelliklere sahip ekmekler elde edilebildiği halde, hacim değerlerinin kontrol ekmeği hacmine ulaşamadığını bildirmişlerdir. Bu durumun, ekşi hamurlu ekmeklerin fermentasyon sırasında gaz oluşturma potansiyellerinin ekmek mayasına (*Saccharomyces cerevisia*) kıyasla daha düşük olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.9. %25 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin hacim ve tekstür özellikleri*

	Hacim (cm ³)	Ağırlık (g)	Spesifik hacim (cm ³ /g)	Sertlik (N)
%0	432 ^b	134,57 ^a	3,21 ^b	4,55 ^b
%25	393 ^c	132,1 ^a	2,97 ^c	6,41 ^a
%25 + %2 SÇE	464 ^a	133,98 ^a	3,54 ^a	2,84 ^c
%25 + %40 EH1	357 ^d	131,59 ^a	2,72 ^d	6,72 ^a
%25 + %40 EH2	394 ^c	132,83 ^a	2,97 ^c	6,56 ^a
%25 + %0.05 ŞE	410 ^{bc}	132,91 ^a	3,09 ^{bc}	6,03 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

SÇE : Sıvı Çavdar Ekşisi

EH1 : *L. plantarum*'dan hazırlanan ekşi hamur

EH2 : *L. sanfrancissensis*'ten hazırlanan ekşi hamur

ŞE: Şerbetçiotu



%0 SU

%25 SU

%25 SU + %2 SÇE

Şekil 4.10. %25 süne zararına uğramış un %2 sıvı çavdar ekşisi uygulaması

SU: Süne zararına uğramış un
SÇE: Sıvı Çavdar Ekşisi



%0 SU

%25 SU

%25 SU + %0.05 ŞE

Şekil 4.11. %25 süne zararına uğramış un şerbetçiotu uygulaması

SU: Süne zararına uğramış Un
ŞE: Şerbetçiotu

4.6.2. Ekmeklerin renk özellikleri

Paçala %25 oranında süne zararlı un ilavesi ile ekmek dış kabuk parlaklık (L*), kırmızılık değerinin (a*) ve sarılık (b*) azaldığı, ekmek içi renginde ise sarılık (b*) değerinin ise etkilenmediği görülmektedir (Çizelge 4.10). Daha yüksek (%50 ve %70) süne zararlı un oranlarında ise %25 oranına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, ekmek içi renginde L değeri süne zararına uğramış un oranının artmasıyla azalmış ancak yüksek oranda süne zararına uğramış un içeren örnek (%70) ile kontrol örneği (%0) arasında fark olmadığı görülmüştür.

%50 süne zararına uğramış un örneğine yapılan uygulamalar ekmeğin dış kabuğunun parlaklık (L*) değerini arttırmıştır ($p>0.05$). Sıvı çavdar ekşisi uygulaması (%1 ve %2), ekmek dış kabuğu kırmızılık değerini (a*) artırıcı etki yaparken, %0 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeğin a* değerine ulaşamamıştır. Şerbetçi otu ve ekşi hamur ilavesinin ekmek kabuğunun kırmızılık değeri (a*) üzerine etkileri arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Ekmek içi L* değerine bakıldığında, %2 oranında sıvı çavdar ile en yüksek değer elde edilirken, ekmek içi sarılık değerinde (b*) uygulamalar arasında bir farklılık görülmemiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.10 Paçal oranının ekmek rengi üzerine etkisi*

Paçal oranı	Kabuk			Ekmek içi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0%	53,00 ^a	13,01 ^a	30,87 ^a	61,11 ^a	-0,78 ^d	14,16 ^a
25%	51,29 ^b	10,13 ^b	28,24 ^b	57,04 ^b	-0,53 ^b	13,98 ^a
50%	46,42 ^c	7,21 ^c	26,48 ^c	50,71 ^c	-0,43 ^a	13,72 ^a
70%	41,27 ^d	5,93 ^d	26,98 ^{bc}	61,21 ^a	-0,65 ^c	13,58 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 4.11 %50 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin renk özellikleri*

	Kabuk			Ekmek içi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
%0	53,00 ^d	13,01 ^a	30,87 ^{ab}	61,11 ^{cd}	-0,78 ^c	14,16 ^a
%50	46,42 ^e	7,21 ^c	26,48 ^c	50,71 ^f	-0,43 ^b	13,72 ^a
%50 + %1 SÇE	58,66 ^{ab}	10,61 ^b	31,35 ^{ab}	65,68 ^b	-0,44 ^b	14,50 ^a
%50 + %2 SÇE	62,48 ^a	10,08 ^b	32,78 ^a	70,93 ^a	-0,30 ^{ab}	14,50 ^a
%50 + %40 EH1	61,76 ^a	8,01 ^c	29,96 ^{ab}	57,19 ^{de}	-0,05 ^a	13,92 ^a
%50 + %20 EH2	58,75 ^{ab}	7,53 ^c	28,55 ^{bc}	63,6 ^{bc}	-0,46 ^b	13,62 ^a
%50 + %0.05 ŞE	55,26 ^{cd}	8,68 ^c	28,53 ^{bc}	54,19 ^{df}	-0,27 ^{ab}	14,12 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

SÇE : Sıvı Çavdar Ekşisi

EH1 : *L. plantarum*'dan hazırlanan ekşi hamur

EH2 : *L. sanfrancissensis*'ten hazırlanan ekşi hamur

ŞE : Şerbetçiotu

Çizelge 4.12'de uygulamaların, %70 süne zararına uğramış undan hazırlanan kontrol ekmeğinin dış kabuk L* değerini artırıcı etki yaptığı, görülmektedir (p>0.05). Benzer şekilde, kırmızılık değerinde de önemli artışlar elde edilmesine rağmen kontrol (%0 süne zararına uğramış un) örneğinin kırmızılık değerine ulaşamamışlardır. Ekmek içi renginde en yüksek L* (parlaklık) değeri %2 oranında sıvı çavdar ekşisi uygulaması ile elde edilirken en yüksek b* değeri (sarılık) %1 oranında sıvı çavdar ekşisi ilave edilen kontrol (%0 süne zararına uğramış un) örneğinde elde edilmiştir.

Çizelge 4.12. %70 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin renk özellikleri*

	Kabuk			Ekmek içi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
%0	53,00 ^c	13,01 ^a	30,87 ^a	61,11 ^c	-0,78 ^c	14,16 ^a
%70	41,27 ^d	5,93 ^e	26,98 ^b	61,21 ^c	-0,65 ^{bc}	13,58 ^{ab}
%70 + %1 SÇE	66,00 ^a	7,90 ^c	30,35 ^a	66,64 ^b	-0,35 ^c	14,72 ^a
%70 + %2 SÇE	65,54 ^a	8,82 ^b	30,89 ^a	70,51 ^a	-0,33 ^c	13,98 ^{ab}
%70 + %40 EH2	60,45 ^b	6,84 ^d	28,96 ^a	66,10 ^b	-0,53 ^b	12,88 ^b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

SÇE : Sıvı Çavdar Ekşisi

EH2 : *L. sanfrancissensis*'ten hazırlanan ekşi hamur

%25 süne zararlı un içeren örneklerde, uygulamalar (%2 SÇE, %40 EH1, %40 EH2 ve %0.05 şerbetçiotu) ekmek kabuğunun L* (parlaklık) değerinde önemli farklılık oluşturmamıştır (p<0.05). Benzer durum ekmek içi sarılık (b*) değerinde de gözlenmiştir. %25 süne zararlı una %2 oranında sıvı çavdar ekşisi uygulaması ekmek kabuğunun a (kırmızılık) ve ekmek içi L* (parlaklık) değerlerini kontrole göre (%25 süne) artırmıştır (p>0.05) (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 %25 süne zararına uğramış undan hazırlanan ekmeklerin renk özellikleri*

	Kabuk			Ekmek içi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
%0	53,00 ^a	13,01 ^a	30,87 ^b	61,11 ^a	-0,78 ^d	14,16 ^a
%25	51,29 ^a	10,13 ^b	28,24 ^d	57,04 ^{ab}	-0,53 ^c	13,98 ^a
%25 + %2 SÇE	56,20 ^a	13,72 ^a	33,19 ^a	61,17 ^a	-0,32 ^d	13,06 ^a
%25 + %40 EH1	52,57 ^a	10,74 ^b	24,10 ^e	59,32 ^{ab}	-0,37 ^d	13,79 ^a
%25 + %40 EH2	51,83 ^a	10,42 ^b	28,98 ^{cd}	54,93 ^b	-0,50 ^c	13,67 ^a
%25 + %0.05 ŞE	54,98 ^a	10,94 ^b	30,40 ^{bc}	56,05 ^{ab}	-0,51 ^c	14,63 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

SÇE : Sıvı Çavdar Ekşisi

EH1 : *L. plantarum*'dan hazırlanan ekşi hamur

EH2 : *L. sanfrancissensis*'ten hazırlanan ekşi hamur

ŞE : Şerbetçiotu

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Süne proteaz aktivitesini azaltarak ekmeklik kaliteyi iyileştiren uygulamaların belirlenmesi amacıyla, ekşi hamur, sıvı çavdar ekşisi ve şerbetçiotu çözeltisinin kullanıldığı çalışmada:

- 1- Süne proteaz aktivitesinin düşük pH'larda azalmasından yola çıkarak, Laktik asit bakterileri (*L. sanfrancissensis* ve *L. plantarum*) ile hazırlanan ekşi hamur ve sıvı çavdar ekşisinden yararlanılmıştır. *L. sanfrancissensis* ile hazırlanan ekşi hamur (%20), *L. plantarum* ile hazırlanan ekşi hamur (%40) ve sıvı çavdar ekşisi (%2) kullanımının %50 süne zararına uğramış unun proteaz aktivitesini durdurduğu tespit edilmiştir.
- 2- Çiçek mayası olarak bilinen şerbetçiotunun (%0.05) %50 süne zararına uğramış unun proteaz aktivitesini azalttığı görülmüştür.
- 3- Yüksek oranda süne zararı görmüş unların (%50 ve %70) ekmeklik kalitesini iyileştirmede ekşi hamur ve şerbetçiotu uygulamaları sonuç vermezken, sıvı çavdar ekşisi uygulamasının ekmeklik kaliteyi bir miktar düzelttiği ancak kontrol (%0 süne) ekmeğinin sahip olduğu özelliklere erişemediği görülmüştür.
- 4- Elektroforez sonuçlarının ekmek denemelerine birebir yansımadağı sonucuna varılmıştır. Buna göre elektroforez ile proteolitik aktivitenin durdurulabildiğini gösteren uygulamalardan sadece sıvı çavdar ekşisi ile başarılı sonuçlar alınabilmektedir.
- 5- Yüksek oranda süne zararına uğramış unların tez kapsamında yapılan uygulamalar ile ekmeklik kalitesinin %100 düzeltilmesinin mümkün olamayacağı anlaşılmıştır.
- 6- Düşük oranda süne zararlı un içeren paçallarda (%25) sıvı çavdar ekşisi ve şerbetçiotunun, ekmek kalitesi anlamında başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre süne zararına uğramış unların ekmeklik kalitesini iyileştirmede sıvı çavdar ekşisi ve şerbetçiotu kullanılabilir.

7- Laktik asit bakterileri, şerbetçiotu ve sıvı çavdar ekşisinin birlikte kullanılarak süne zararı görmüş unların ekmeklik kalitesinde daha fazla iyileştirme sağlanabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- AACC, American Association of Cereal Chemists International, 2010, Determination of Rheological Behavior as a Function of Mixing and Temperature Increase in Wheat Flour and Whole Wheat Meal, Method: 54-60.01.
- AACC, American Association of Cereal Chemists International, Approved Methods of the AACC, 2000, Measurement of resistance of the dough to extension and extent to which it can be stretched under the conditions of the method, Method No: 54-30A, The Association: St. Paul, MN, USA.
- AACC, American Association of Cereal Chemists International, Approved Methods of the AACC, 1990, Method: 08-01, Method: 10-11, Method: 10-54, Method: 10-90, Method: 38-11, Method: 44-01, Method: 46-12, Method: 55-10, Method: 54-21, Method: 56-60, Method: 56-81B, The Association: St. Paul, MN, USA.
- Aja, S., Perez, G., Rosell, C.M., 2004, Wheat damage by *Aelia* spp. and *Eurygaster* spp.: effects on gluten and water-soluble compounds released by gluten hydrolysis, Journal of Cereal Science 39, 187–193.
- Altan, A., 1986. Tahıl İşleme Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 107 Sayfa.
- Anonymous, 1983. Counteracting Suni Bug Damage to Wheat Flour Baking Quality. Icarda Highlights 82. Icarda, Allepo.
- Arat, S.O. 1949. Buğday Teknolojisi. Tarım Bakanlığı Neşriyat Müdürlüğü, Sayı 654, Ankara. 232 s.
- Arendt, E. K., Ryan, L. A.M., Dal Bello, F., 2007, Impact of sourdough on the texture of bread, Food Microbiology 24, 165–174.
- Atlı, A., Koçak, N., Köksel, H., Ozan, A.N., Aktan, B., Karababa, E., Dağ, A., Tuncer, T., Dikmen, B. ve Özkan, Ş., 1988, Süne (*Eurygaster* spp.) ve kımıl (*Aelia* spp.) zararı görmüş tanelerin ekmeklik buğday kalitesine etkileri, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Genel Yayın. No: 2, Ankara, pp.23.
- Başkaya, Z., 2011, Bilecik İlinde Şerbetçiotu Üretiminin Coğrafi Esasları, Doğu Coğrafya Dergisi, Cilt:16, Sayı 25, s: 209-230.
- Berg, Z., 1981, The Biochemistry of Foods, Elsevier Scientific Publishing Company, 120-123, Amsterdam-Oxford-New York.
- Bonet A, Rosell CM, Caballero PA, Gomez M, Perez-Munuera I, Lluch MA, 2006, Glucose oxidase effect on dough rheology and bread quality: A study from macroscopic to molecular level. Food Chemistry 99: 408–415.

- Chaoui, A., Fais, M., & Belhcen, R., 2003, Effect of natural starters used for sourdough bread in Morocco on phytate biodegradation. East Mediterranean Health Journal, 9, 141–147.
- Critchley, B.R., 1998, Literature review of sunn pest *Eurygaster integriceps put.* (hemiptera, scutelleridae), Crop Protection. 17 (4), 271-287.
- Corsetti, A., Gobbetti, M., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L., Rossi, J., 1998, Sourdough Lactic Acid Bacteria Effects on Bread Firmness and Staling, Journal Of Food Science, Volume 63, No. 2.
- Corsetti, A., Settanni, L., 2007, Lactobacilli in sourdough fermentation, Food Research International 40, 539–558.
- De Angelis, M., Gallo, G., Corbo, M.R., McSweeney, P. L. H., Faccia, M., Giovine, M., 2003, Phytase activity in sourdough lactic acid bacteria: purification and characterization of a phytase from *Lactobacillus sanfranciscensis* CB1. International Journal of Food Microbiology, 87, 259–270.
- De Vuyst, L. and Neysens, P., 2005, The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions, Trends in Food Science & Technology 16 , 43–56.
- Diraman, H. ve Demirci, M., 1997, Süne hasarlı unlarda ısıl işlemin ve bazı katkıların gluten kalitesi üzerine etkileri, Un Mamülleri Dünyası. 6(1), 4-11.
- Diraman, H. ve Boyacıoğlu, H. 1997, Unlara mikrodalga işlemi uygulanması üzerine çalışmalar: II. Süne hasarlı unlarda mikrodalga işlemi uygulaması ile görülen bazı kalitatif ve reolojik değişimler, Un Mamülleri Dünyası. 5(86), 4-10.
- Diraman, H., Boyacıoğlu, M.H. ve Atlı, A., 1998. Buğday ve Unlarda Süne Zararına Karşı Alınacak Önlemler. Pasta Ekmek Dondurma ve Teknik, 2(10):43, 46-48.
- Di Cagno R., De Angelis M., Lavermicocca P., De Vincenzi M., Giovanni C., Faccia M., Gobbetti M., 2002, Applied Environmental Microbiology, 68(2):623-633.
- Dizlek, H., Gül, H., Süne Zararlı Buğday Unlarının Ekmeklik Kalitesinin İyileştirilmesi, 2007, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 21, Sayı 1, 51-58.
- Dizlek, H., İslamoğlu, M., 2010, Buğday Kitesindeki Süne Emgi Oranının Belirlenmesinde Ülkemizde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 24, Sayı 1, 81-90.
- Dizlek, H., Süne Zararına Uğramış Ekmeklik Buğdayların Bazı Niteliklerinin İncelenmesi ve İyileştirilmesi Olanakları Üzerine Bir Araştırma, 2010, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.

- Elgün, A., Ertugay, Z., 1992, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718, Erzurum, 376s.
- Elgün, A., Türker, S. ve Tirelioğlu, M., 1992, Süne-Kıvıl Zararına Uğramış Buğdaylarda Proteolitik Aktivite Düzeyinin Tespiti ve Giderilme Çareleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(4):27-37.
- Ertugay, Z., Çelik, İ., Elgün, A. ve Ertugay, M.F., 1995, Süne (*Eurygaster spp.*) zararı görmüş buğday ile görmemiş buğdaya farklı tavlama metotlarının uygulanmasının hamurun reolojik özellikleri üzerine etkisi, Un Mamülleri Dünyası. 4(3), 4-10.
- Every, D., 1992, Relationship of Bread Baking Quality to Levels of Visible Wheat-Bug Damage and Insect Proteinase Activity in Wheat, *Journal of Cereal Science*, 16, 183-193.
- Garly, L., 1993. Culture Doughs in Breadmaking, Chr Hansen Laboratium Article, 103-104, Denmark.
- Gobbetti, M., Corsetti, A. and Rossi, J., 1994, The sourdough microflora Intreactions between lactic acid bacteria and yeasts: metabolism of amino acids, *World J. Microbial Biotechnol*, 41, 456-460.
- Gobbetti, M., Corsetti A., 1998, *Lactobacillus sanfrancisco* a key sourdough lactic acid bacterium: a review, *Food Microbiology*, 14, 175-187.
- Göçmen, D., 1996, Hamur Hazırlanmasında Şerbetçiotu ve Laktik Starter Kullanımının Hamur ve Ekmeğın Özelliklerine Etkisi, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 87s.
- Göçmen, D., Şahin, İ., Ercan, R., 1997, The Effect of the Use of Hop Additives and Lactic Acid Bacteria Starter in The Preparation of Dough on The Properties of the Resulting Dough and Bread, *European Food Research and Techn.*, 205:135-139.
- Göçmen, D., Gürbüz, O., Yıldırım, A., Dağdelen, A.F., Şahin, I., 2007, "The Effects of Wheat Sourdough on Glutenin Patterns, Dough Rheology and Bread Properties", *European Food Research and Techn.*, 225 (5-6): 821-830.
- Gül, H., Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 2007.
- Hansen, A., Lund, B., and Lewis, M. J., 1989, Flavour production and acidification of sour doughs in relation to starter culture and fermentation temperature. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 22, 145–149.
- Johnson, J.A., and Miller, B.S., 1953. The Relationship Between Dough Consistency and Proteolytic Activity. *Cereal Chemistry*, 30: 471-479.

- Kara, M., Sivri D. and Köksel, H., 2005, Effects of high protease-activity flours and commercial proteases on cookie quality, *Food Research International*. 38, 479–486.
- Karababa, E. and Ozan, A. N., 1998, Effect of wheat bug (*Eurygaster integriceps*) damage on quality of a wheat variety grown in Turkey, *J. Sci. Food Agriculture*. 77, 399-403.
- Katina, K., Sauri, M., Alakomi, H.-L., Mattila-Sandholm, T., 2002, Potential of Lactic Acid Bacteria to Inhibit Rope Spoilage in Wheat Sourdough Bread, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 35, 38–45.
- Katina, K., 2005, Sourdough: a tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread VTT Biotechnology.
- Katina, K., Heinio, R.-L., Autio, K., Poutanen, K., 2006, Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread, *LWT*, 39, 1189–1202.
- Kınacı, E., Kınacı, G., Yıldırım, A.F., Atlı, A., 1998, Sunn pest problem in central Anatolia and the role of wheat varieties in integrated control. *Euphytica* 100, 63 –67.
- Kınacı, E., Kınacı, G., 2004, Quality and Yield Losses due to Sunn Pest (Hemiptera: Scutelleridae) in Different Wheat Types in Turkey, *Field Crops Research*, 89, 187-195.
- Kretovich, V.L., 1944. Biochemistry of the damage to grain by the wheat-bug, *Cereal Chem.* 21, 1-16.
- Krofta, K., Vojacek, J., Olsanova, Z., Utilisation of Hops to Non-traditional Food Purposes, Hop Research Institute Co. Ltd., Žatec, Czech Republic, 2003.
- Konarev A. V., Beaudoin F., Marsh J., Vilkovala N. A., Nefedova L. I., Sivri D., Köksel H., Shewry P. R., Lovegrove A., 2011, Characterization of a Glutenin-Specific Serine Proteinase of Sunn Bug *Eurygaster integriceps* Put., *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 2462–2470.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., Karacan, 2000, H., *Hububat Laboratuvarı El Kitabı*, H. Ü. Müh. Fak. Yayınları, Ankara.
- Köksel, H., Sivri, D., Ng, P. K. W., Steffe, J. F., 2001, Effects of Transglutaminase Enzyme on Fundamental Rheological Properties of Sound and Bug-Damaged Wheat Flour Doughs, *Cereal Chem.* 78(1): 26-30.
- Köksel, H., Atlı, A., Dağ, A., and Sivri, D., 2002, Commercial milling of sunn bug (*Eurygaster spp.*) damaged wheat, *Nahrung/Food*. 46, 25-27.
- Köksel, H., Kahraman, K., Şanal, T., Sivri, Ö. Z., Dubat, A., 2009, Potential Utilization of Mixolab for Quality Evaluation of Bread Wheat Genotypes, *Cereal Chem.* 86(5):522–526.

- Köksel, H., Ozderen, T., Olanca, B. and Sivri Ozay, D., 2009, Effects of Suni Bug (*Eurygaster* spp.) Damage on Milling Properties and Semolina Quality of Durum Wheats (*Triticum durum* L.), *Cereal Chemistry*. 86, 181–186.
- Leenhardt, F., Levrat-Verny, M. A., Chanliaud, E., & Remesy, C., 2005, Moderate decrease of pH by sourdough fermentation is sufficient to reduce phytate content of whole wheat flour through endogenous phytase activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 98–102.
- Lopez, H. V., Ouvry, A., Bervas, E., Guy, C., Messenger, A., Demigne, C., 2000, Strains of lactic acid bacteria isolated from sour doughs degrade phytic acid and improve calcium and magnesium solubility from whole wheat flour. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2281–2285.
- Lorenz, K. and Meredith, P., 1988, Insect-damaged wheat: history of the problem, effects on baking quality, remedies, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 21, 183-187.
- Matsoukos, N.P., and Morrison, W.R., 1990. Bread Making Quality of Ten Greek Bread Wheats and Storage Tests on Bread Made by Long Fermentation and Activated (Chemical) Dough Development Processes, and the Effects of Bug Damaged Wheat. *Journal Science Food Agriculture*, 53:363-377.
- Meredith, P., 1970, Bug Damage in Wheat, *New Zealand Wheat Rev.*, 11, 49-53.
- Messens, W., De Vuyst, L., 2002, Inhibitory substances produced by *Lactobacilli* isolated from sourdoughs, *International Journal of Food Microbiology* 72: 31– 43.
- Olanca, B., 2003, Süne (*Eurygaster* spp.) zararı görmüş buğdaylardaki proteaz enzimini inaktive eden doğal proteaz inhibitörlerinin tespit edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Olanca, B., Sivri Ozay, D. and Köksel, H., 2009, Effects of suni-bug (*Eurygaster* spp.) damage on size distribution of durum wheat (*Triticum durum* L.) proteins, *Eur. Food Res. Technol.* 229, 813–820.
- Olanca B., Sivri Özay D., 2010, Functional Properties of Gluten Hydrolysates with Suni Bug (*Eurygaster* spp.) Protease, *Cereal Chemistry*, 87(6), 518-523.
- Özcangaz, Ç., 2000, Characterization of Lactic Isolates From Turkish Sourdough and Intreactions with Yeast, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Biyoteknoloji Bölümü. Ankara.
- Özderen, T., Olanca, B., Sanal, T., Ozay, D.S. and Köksel, H., 2008, Effects of suni-bug (*Eurygaster* spp.) damage on semolina properties and spaghetti quality characteristics of durum wheats (*Triticum durum* L.), *Journal of Cereal Science*. 48, 464–470.

- Özkaya, B., Yurtyapan, A., Özdemir, N., Yaşacan, Z., Avcı, B. ve Çalışkan, K., 1990. Belli Oranda Süne Tahribatına Uğramış Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmeklik Kalitesini Düzeltme İmkanlarının Araştırılması. Proje No: Kkga-Yg-O2-H3. Ankara İl Kontrol Laboratuvarı Müdürlüğü, 1990 Yılı Faaliyet Raporu.
- Paulian, F., and Popov C., 1980, Sunn pest or cereal bug, Wheat, Ciba-Geigy, Basel, pp. 69-74.
- Reale, A., Mannina, L., Tremonte, P., Sobolev, A. P., Succi, M.Sorrentino, E., 2004, Phytate degradation by lactic acid bacteria and yeasts during the wholemeal dough fermentation: a³¹P NMR study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 6300–6305.
- Rosell, C.M., Aja, S., Bean, S. and Lookhart, G., 2002, Effect of *Aelia* spp. and *Eurygaster* spp. Damage on wheat proteins, *Cereal Chem.* 79 (6), 801-805.
- Rosell, C.M., Collar, C. and, Haros, M., 2007, Assessment of hydrocolloid effects on the thermo-mechanical properties of wheat using the Mixolab. *Food Hydrocolloids*, 21, 452–462.
- Salovaara, H., 1988, Lactic acid bacteria in cereal-based products. In S. Salminen, & A. von Wright, *Lactic acid bacteria - Microbiology and functional aspects* (pp. 115–137). New York: Marcel Dekker.
- Salovaara, H., 2004. Lactic acid bacteria in cereal-based products. In: Salminen, S., von Wright, A. and Ouwehand, A. (eds.) *Lactic acid bacteria . Microbiological and Functional Aspects*, 3rd edition, Marcel Dekker, New York, pp. 431.451.
- Sivri, D., 1991, Buğday Ruşeymi Katılarak Besin Değeri Yükseltilmiş Unların Ekmeklik Kalitesinin Düzeltme İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sivri, D., and Köksel, H., 1996. The Possibility of Using Gamma-Irradiation and Microwave Treatments for Inactivation of Wheat Bug Enzymes. *Journal of Food Physics (Supplement)*, pp 60-61.
- Sivri, D., 1998, Süne (*Eurygaster* spp.) Proteolitik Enzimlerinin İzolasyonu, Karakterizasyonu, Saflaştırılması ve Gluten Proteinleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi., Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sivri, D. and Köksel, H., 2000, Characterisation and partial purification of gluten hydrolyzing protease from bug (*Eurygaster* spp.) damaged wheat. *Gluten Proteins*. Shewry, P.R. and Tatham, A.S. (eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK. pp. 287- 290.
- Sivri, D. ve Köksel, H., 2002a, Süne Zararı Görmüş Buğdaylarda Proteaz Enziminin İnaktivasyonu ve Bazı Unlu Mamüllerde Kullanılabilme Olanaklarının Araştırılması, TÜBİTAK Proje No: TARP-2289, Ankara.

- Sivri, D. and Köksel, H., 2002b, Wheat bug protease: a protease enzyme with specific activity on gluten proteins. Wheat Quality Elucidation. Ng, P.K.W. and Wrigley, C. (eds.), American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN. pp.113-126.
- Sivri, D. , Sapirstein, H. D. , Bushuk, W. , Köksel, H., 2002c, Wheat Intercultivar Differences in Susceptibility of Glutenin Protein to Effects of Bug (*Eurygaster integriceps*) Protease, *Cereal Chem.*79(1): 41-44.
- Sivri, D., Batey, I.L., Skylas, D.J., Daqiq, D., Wrigley, C.W., 2004, Changes in endosperm protein composition and size distribution of bug-damaged wheats, *Australian J. Agricultural Research*, 55 (4):477-483.
- Spicher, G., 1983, Baked goods. In H. J. Rehm & G. Reed (Eds.), *Biotechnology* (pp. 1–80). Weinheim: Verlag Chemie.
- Stiles, M. and Holzapfel W., 1997, Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy, *International Journal of Food Microbiology*, 36(1): 1-29
- Sugihara, T., Kline, L., and Miller, M., 1971, Microorganisms of the San Francisco Sour Dough Bread Process, *Applied Microbiology*, 21(3): 456-458.
- Stolz, P. 2003. Biological Fundamentals of Yeast and Lactobacilli fermentation in bread dough. In: Kulp, K. and Lorenz, K. (eds.). *Handbook of dough fermentations*. Marcel Dekker, New York, pp. 23–43.
- Swallow, W.H. and Every, D., 1991, Insect enzyme damage to wheat, *Cereal Foods World*. 36(6), 505-508.
- Şahin, M., Akçura, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan,S., 2007, Glikoz oksidaz Enziminin Süne Zararlı Buğday Unlarının Hamur ve Ekmek Özellikleri Üzerine Etkisi, *Bitkisel Araştırma Dergisi*,1:24-28.
- Şimsek, Z., 2000. Past and current status of sunn pest (*Eurygaster spp.*)control inTurkey. In:Melan,K., Lomer,C. (Eds.), *Integrated Sunn Pest Control. Republic of Turkey and FAO*, pp. 49–60.
- Tuncer, T., Atlı, A., Köksel, H., Ozan, A.N., Sivri, D., Çinkaya, N., Köşker, S., Çelik, S. ve Özderen, T., 2002. Süne (*Eurygaster spp.*) ve Kımlı (*Aelia spp.*) Zararı Görmüş Buğdayın Kullanılabilirliği ve Kalitesinin Arttırılması. *Hububat 2002 Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. Gaziantep.* sayfa 141-155.
- Turk, M., Sandberg, A. S., Carlsson, N. G., and Andlid, T., 2000, Inositol hexaphosphate hydrolysis by baker's yeast. Capacity, kinetics, and degradation products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48,100–104.
- Wehrle K, Crowe N, Boeijen IV, Arendt EK., 1999, *European Food Research Technol*, 209:428–433.

- Ünal,S., Olçay, M., Özer, Ç., 1996, Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi, Gıda, 21(6): 451-456.
- Yakovenko, V.A., L,tvinov, A.M. and Gavrilyuk, I.P., 1973, Electrophoretic Characterisation of Proteins Chinch- Bug Affected Wheat,Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii Pishchevaya Tekhnologiya,3,17-19.
- Yazıcıoğlu, T., 1966, Türkiye'de Yabancı Şerbetçiotları ile Yapılan ekim Denemelerinde Elde Edilen Şerbetçiotları Üzerine Araştırmalar. A.Ü.Z.F. Yıllığı, Yıl:16, Fasikül 1-2, Ankara.
- Yörük, G. ve Güner, A., 2011, Laktik Asit Bakterilerinin Sınıflandırılması ve Weissella Türlerinin Gıda Mikrobiyolojisinde Önemi, Atatürk Üniversitesi, Vet.Bil. Derg. 6(2): 163-176.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Görkem ÖZÜLKÜ

Doğum Yeri: ANKARA

Doğum Tarihi: 01.11.1985

Medeni Hali: Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 2000-2004 Dr. Binnaz Ege-Dr. Rıdvan Ege Anadolu Lisesi

Lisans 2004-2009 Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil: İngilizce

İş Tecrübesi:

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde Eylül 2011'den beri araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Bugüne kadar uluslararası sempozyumlarda 2 adet sözlü bildiri sunmuştur. Bu sempozyumlar:

- 23th ICMF FoodMicro 2012, Global Issues in Food Microbiology (3 – 7 Eylül 2012, İstanbul).
- Vth Symposium on Sourdough Cereal Fermentation for Future Foods (10- 12 Ekim 2012, Helsinki, Finland).

Ayrıca, 20-24 Haziran 2011 tarihlerinde MONIQA programı bursu kapsamında Viyana'da düzenlenen 'Referans Materyal ve Metot Validasyonu' eğitimine katılmıştır.