

UNA VE TAVLAMA SUYU İLE BUĞDAYA UYGULANAN KLORLAMA İŞLEMİNİN II: UNUN BAZI HAMUR VE EKMEK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

İlyas ÇELİK⁽¹⁾ H.Gürbüz KOTANCILAR⁽¹⁾
. Zeki ERTUGAY⁽¹⁾ Adem ELGÜN⁽²⁾

ÖZET : *Bu çalışmada, iki buğday çeşidine (Lancer, Bezostaya), kontrole karşı farklı iki klorlama şekli (Tavlama suyuna 460 ppm, Direkt una 190 ppm klorlama) ve una iki farklı enzim katkısı (Malt unu, Fungal kaynaklı alfa amilaz) işlemleri sonucu hamurun bazı reolojik ve ekmek özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel analizlere tabi tutularak önemli bulunan sonuçlar aşağıda özet olarak verilmiştir (P<0.05).*

Klorlama işlemleri sonucu hamur daha sıkı bir karakter kazanarak, yoğurulma ve fermentasyon ihtiyacı artmıştır. Katkılama işlemi hamurun yumuşama derecesini yükselterek yoğurma toleransını düşürmüştür. Klorlama işlemleri, hamurun uzama kabiliyetini düşürücü, hamur mukavemet ve enerjisini artırıcı yönde etkilemiştir. Katkılama da ise hamur uzama kabiliyetini artırmış diğer özellikleri ise düşürmüştür. Klorlama işlemleri son fermentasyon süresini artırıcı etkide bulunurken, katkılama bu süreyi düşürmüştür. Direkt una klor uygulamasının spesifik ekmek hacmi üzerinde olumsuz etkisi görülmüş, ekmek içi 24 ve 72 saatlik penetrasyon değerini düşürerek ekmeklerin daha çabuk bayılamasına neden olmuştur. Katkılama ile bu olumsuzluklar iyileştirilmiştir.

CHLORINATION PROCESS OF FLOUR AND WHEAT KERNEL VIA TEMPERING WATER II: THE EFFECTS ON THE DOUGH AND BREAD PROPERTIES

SUMMARY : *The objectives of this study were to determine the effects of chlorination applied in two ways (460 ppm in kernel via tempering water or 190 ppm direct flour) and enzyme incorporation (malt or fungal alpha amylase) on some rheological and bread characteristics of the dough prepared from two different wheats (Lancer and Bezostaya). The statistically significant (P<0.05) results were summarized as follows.*

Mixing and fermentation need were increased with having a firmer dough composition that resulted from chlorination. But mixing tolerance was decreased by incorporation reducing dough softness. Also, chlorination and decreasing effect on extension ability of the dough while increasing effect on dough energy and resistance. Ingredient incorporation, however, increased dough extension ability but decreased other properties. While chlorination increasing the proof time fermentation, ingredient, had a decreasing effect on this parameter. Direct

(1) Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum.

(2) Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya.

chlor application on flour had an adverse effect on specific volume of the bread, and it caused early staling by decreasing the Penetration value at 24 and 72h. However, ingredient incorporation had an improving effect on those negative aspects.

GİRİŞ

Günümüzde insan beslenmesinde en önemli besin kaynağını ekmek teşkil etmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ve fertlerin ekonomik durumu ne olursa olsun, ekmek günlük diyetinde eskiden olduğu gibi günümüzde de ön sıralardaki bir gıda maddesidir (Özkaya ve Özkaya, 1992). Günümüze kadar ekmeğin yapıldığı hammadde olan buğdayın, üretim miktarının yükseltilmesi çalışmalarına bugün kaliteli ürün elde etme çabalarında eklenmiştir.

Kek unlarının klorlanması, klorun büyük bir çoğunluğu ekstrakte edilebilen lipid ve gluten ile suda çözünabilir nişasta tabiatında olmayan un fraksiyonları tarafından tutulmaktadır (Morrison, 1978; Johnson, ve ark., 1980). Bu arada klorlama ile nişastanın su tutması yanında suda çözünabilir kısımlarında da artış olmaktadır (Tsen, ve ark., 1971). Bir taraftan tutulan klorun % 40'ının glutende yarısının lipidlerde lokalize olduğu belirtilirken (Sollars, 1961), diğer yandan çok az etkilendiği lipidler tarafından absorbe edilmeyen klorun, özellikle suda eriyebilir kısımlarda toplandığı bildirilmektedir (Gilles, ve ark., 1964). Klorlama işlemi, unun toplam suda eriyebilir kısmı içinde, suda eriyebilir proteinlerin miktarını da artırmaktadır (Kissel, 1969).

Klorlama işlemi, unda tabii olarak mevcut, Vitamin E aktivitesi gösteren tokoferollere çok fazla zarar vermektedir. Vitamin A, pridoksin, pantoteknik asit ve folasin ise az zarar görmektedir (Ranum, ve ark., 1981). Tokoferoller genelde kepek fraksiyonunda bulunduğundan kepeği alınmış unda klorlama ile tokoferollerin zarar görmesi önemini kaybetmektedir (Pylar, 1979).

Elgün ve ark. (1991), farklı dozlarda klorlu su ile soğuk ve ılık tavlama işlemlerinin hamur ve ekmek özelliklerini araştırdıkları bir çalışmada, klorlama işlemi ile hamur daha sıkı bir yapı kazanarak yoğurulma ve fermantasyon ihtiyacını artırdığı, ılık tavlamanın klorlamayı daha etkin kıldığı ve düşük dozlarda ekmek içi beyazlığı hususunda daha iyi sonuç alındığını bildirmişlerdir.

Buğday ununun, klor gazı ile muamelesinin, toksik etkisinin konu alındığı bir araştırmada, Daniels ve ark. (1963), 5'er aylık dönemlerle, fareler üzerinde 5 generasyonda yapılan besleme çalışmaları, aşım derecede klorla muamele edilmiş un örneklerinin dahi gelişmeyi etkilemediği ve vücutta klor birikiminin sözkonusu olmadığı ortaya konmuştur. Ayrıca yine fareler üzerinde yapılan araştırma neticelerine göre; % 0.2 kloru içine alan klorlanmış un lipidleriyle oluşan fare diyeti çift besleme uygulanmış, sonuçta vücut gelişimi üzerine olumsuz bir etkisi olmadığını ortaya koymuşlardır (Cunningham, ve ark., 1977).

Buğdayların olgunlaşma ve hasat devrelerindeki kuru hava şartları protein miktar ve kalitesini artırırken alfa amilaz aktivitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Bu durum ekmeklik unlarda problem teşkil etmektedir. Günümüzde bu problem mikrobiyal kaynaklı alfa amilaz preparatların kullanılması veya malt ürünlerinin katılmasıyla çözümlenmektedir (Ertugay, 1983). Alfa amilaz hazırlanmasında kullanılan küf genellikle *Aspergillus oryzae*'dir. Fungal amilazlar hububat amilazlarının % 80'den fazlası 80 °C'de tahrip olmaktadır (elgün ve Ertugay, 1992). Unların alfa amilazlarca zenginleştirilmesi amacıyla kullanılan diğer bir kaynak da malt unudur. Arpadan malt üretimi sırasında bir taraftan alfa ve beta amilaz aktiviteleri yükselirken, diğer taraftan beta amilazların erimez formları eriyebilir konuma gelmektedir.

Ayrıca proteaz, glukoamilaz, lipaz, fitaz, sitaz, hemiselüloz, peptidaz, nükleaz, lipoksidad, ve polifenoliksidad gibi enzimlerin aktivitelerinde önemli artışlar görülmektedir (Pyley, 1979; Elgün ve Ertugay, 1992).

Bir önceki çalışmada, klorlama işleminin ve katkılamının unun kalitatif ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi araştırılmıştı (Çelik ve ark., 1995). Bu çalışmada ise, sözkonusu çalışmadan elde edilen un örneklerinde, hamur özelliklerinin ortaya konulması Farinograf ve Ekstensograf denemelerinin yanında, ekmek özellikleri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmada kullanılan materyal, detayları ilk çalışmanın içeriğinde verilmiş olarak elde edilen unlar olup, ayrıca ekmek pişirme denemelerinde taze olarak temin edilmiş preslenmiş yaş maya ve rafine tuz kullanılmıştır.

Metot

Fiziksel hamur özelliklerini belirlemede sabit un esasına göre, Farinograf (Anon., 1972), ve Ekstensograf (Anon. 1995) denemelerine başvurulmuştur.

Ekmek pişirme denemelerinde AACC method 10/10 modifiye edilerek kullanılmış (Anon, 1972), % 3 maya, % 1.5 tuz ve farinografda tesbit edilen su ile optimum olgunluğa kadar yoğurulan hamur, 30 + 30 dakika ana fermentasyon ve 40 dakikalık son fermentasyondan sonra 230 °C'de 25 dakikada pişirilmiştir.

Ekmekler fırından çıktığı gibi ağırlık ve hacim ölçümü yapılmış, hacim ağırlığı oranı ile spesifik hacim değerleri bulunmuştur. Ayrıca ekmek içi gözenek ve tekstür yapısı (0-10 P) değerlendirilmiş, 24 ve 72 saatlik dinlenme sürecinden sonra Penatrometrede tesbit edilmiş ve değerler penetrasyon birimi olarak verilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Analitik Analiz Sonuçları

Materyal olarak kullanılan buğday örnekleri üzerinde yapılan analitik çalışmaların sonuçları bir önceki makede verilmiştir (Çelik ve ark., 1995).

Farinograf ve Ekstensograf Denemeleri

Farinograf ve ekstensograf denemelerinin sonucunda elde edilen varyans analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Buğday çeşitleri ve katkılama, bütün farinograf özelliklerini önemli derecede etkilerken, klorlama şeklinde ise yumuşama derecesi hariç diğer özellikleri önemli düzeyde etkilemiştir. Ana varyasyon kaynakları bütün ekstensograf özelliklerinde önemli düzeyde etkili olmuştur.

Tablo 1. Farinograf ve Ekstensograf Özelliklerine Ait Bulguların Varyans Analizi Sonucu Elde Edilen "F" Değerleri ile Önemlilik Düzeyleri.*

Table 1. The "F" Values and Significance Levels for Properties of The Farinograf and Ekstensograf.

Varyasyon Kaynakları	SD	Farinograf				Ekstensograf		
		Su Absorbs.	Gelişme Süresi	Hamur Stabili.	Yumuşama Derecesi	Hamur Uzaması	Hamur Mukave.	Hamur Enerjisi
Buğday Çeşidi (A)	1	4766.4**	92.7**	691.3**	26.74**	731.7**	70.56**	48.06**
Klorlama Şekli(B)	2	109.1**	11.90**	13.75**	1.01	156.1**	334.8**	63.35**
Enzim Katkısı (C)	2	46861**	197.8**	203.6**	708.3**	154.2**	290.7**	103.8**
AXB	2	275.4**	42.7**	22.0**	27.8**	25.12**	24.7**	12.5**
AxC	2	4077.5**	21.5**	3.04	7.86**	40.25**	0.35	0.9
BxC	4	93.76**	19.6**	14.1**	8.99**	2.88	6.31**	2.03
AxBxC	4	269.27**	6.1**	17.5**	8.29**	16.7**	2.92	1.25
Hata	17							

(*) 0.05 Düzeyinde önemli (**) 0.01 Düzeyinde önemli.

Klorlama değişkenine ait ortalama değerlerin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre; klorlama, unun su kaldırma gücünü düşürücü yönde etkilemiştir. Protein muhtevası unun su absorpsiyonu tayin eden önemli faktörlerden biridir. Merritt ve Stenberg tarafından yapılan bir araştırmada her un proteinindeki % 1'lik artış için farinograf absorpsiyonun % 1.5 arttığını tesbit edilmiştir (Köksel ve ark., 1989). Ayrıca

pentozanlar, onların hidrasyon kapasiteleri, hamurun reolojik özellikleri ve oksidasyon ihtiyaçları üzerinde önemli etkiye sahiptir (Köksel ve ark., 1989). Klor gazının etkisi sonucu, gluten ve total pentozan miktarında görülen düşüğe bağlı olarak unun su absorpsiyonu düşmüştür. Gelişme süresinde, tavlama suyuna klor uygulaması, yoğurma anında hamurun optimum gelişimi için gerekli süreyi artırırken direkt una klor uygulaması, kontrole göre yüksek, tavlama suyuna klor uygulamasına göre düşük gelişme süresi vermiştir. Direkt una klor uygulaması, su absorpsiyonuna bağlı olarak hamur stabilitesini arttırmıştır.

Klorlama işlemleri hamurun uzama kabiliyetini düşürücü, hamur mukavemetini ise artırıcı yönde etkilemiştir. Bu düşüş, muhtemelen hamurun sıkı bir yapı oluşturduğu ve buna bağlı olarak hamur mukavemetini artırmasına neden olmuştur. Hamur enerjisinde ise direkt una klor uygulaması artırırken, tavlama suyuna klor muamelesinde dekstriptif olarak bir artış olmasına karşın istatistikse olarak farklı bulunmamıştır. Hamur enerjisindeki bu artış, farinografta tesbit edilen gelişme süresi ve hamur stabilitesinde, klor gazının artırıcı etkisinden kaynaklandığı ve optimum yoğurulma için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulacağı söylenebilir.

Her iki katkılama hamurun uzama kabiliyetini arttırmıştır. Bu husustaki genel kanı, amilolitik aktivite hamur olgunlaşmasını hızlandırdığı, dolayısıyla hamurun uzama kabiliyetini artırdığı yolundadır (Elgün ve ark., 1985). Hamur mukavemeti değerlerinde ise düşürücü yönde etkilemiştir. Katkılama hamur enerjisinde ise, amilolitik aktivite sonucu düşürücü yönde etkilemiştir.

Tablo 2. Klorlama Değişkenlerine Ait Farinograf ve Ekstensograf Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi.

Tablo 2. Duncan Results of The Farinograf and Extensograf Analysis Findings From Chloriation Treatments.

Klorlama Şekilleri	n	Farinograf			Ekstensograf		
		Su Absorbs. (%)	Gelişme Süresi (dak.)	Hamur Stabilitesi (dak.)	Hamur Uzaması (mm)	Hamur Mukavemeti (BU)	Hamur Enerjisi (cm ²)
Kontrol	12	61.81 a	1.68 b	3.02 a	193.3 a	144.2 c	83.86 b
Tavlama Suyuna Klorlama	12	61.68 b	1.83 a	3.29 ab	187.0 b	176.3 b	88.68 b
Direkt Una Klorlama	12	61.62 c	1.75 ab	3.54 a	165.7 c	268.3 a	101.6 a

Aynı hafifle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (P<0.05).

Katkılama değişkenlerine ait ortalama değerlerin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre; katkılama enzim katkısında daha fazla olmak üzere

su absorpsiyonunu düşürmüştür. Gelişme süresinde malt katkısı istatistiki açıdan önemli olmazken, fungal kaynaklı alfa amilaz katkısı etkili olmuş ve gelişme süresini düşürmüştür. Katkılama, hamurun yumuşama derecesi ve yoğurma tolerans sayısını enzim katkısında daha fazla olmak üzere artırmıştır. Bu durum, hamura özellikle fungal kaynaklı alfa amilaz katkılama yapılması halinde yağmurda daha dikkatli olunması gereğini ortaya koymuştur.

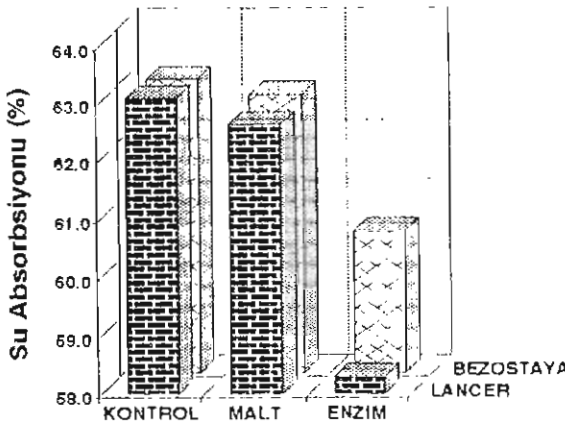
Tablo 3. Katkılama Değişkenlerine Ait Farinograf ve Ekstensograf Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi.

Table 3. Duncan Results of The Farinograf and Extensograf Analysis Findings From Ingredient Addition.

Katkılama		Farinograf				Ekstensograf		
		Su (%)	Gelişme Absorps (dak.)	Hamur Süresi (dak.)	Yumuş. Stabilitite (BU)	Hamur Uzunluğu (mm)	Hamur Mukave. (BU)	Hamur Enerjisi (cm ²)
Kontrol	12	63.06 a	1.94 a	4.29 a	100 c	167.6 c	260.8 a	102.5 a
Malt Katkısı	12	62.69 b	1.92 a	3.29 b	137 b	182.0 b	185.8 b	92.6 b
Enzim Katkısı	12	59.36 c	1.42 b	2.27 c	189 a	196.3 a	142.1 c	79.1 c

Aynı hafriyle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($P < 0.05$).

Su absorpsiyonunda önemli bulunan buğday çeşidi x katkılama interaksyonunun gidişi Şekil 1'de gösterilmiştir. Malt katkısı su absorpsiyonu üzerinde çok az bir düşüşe neden

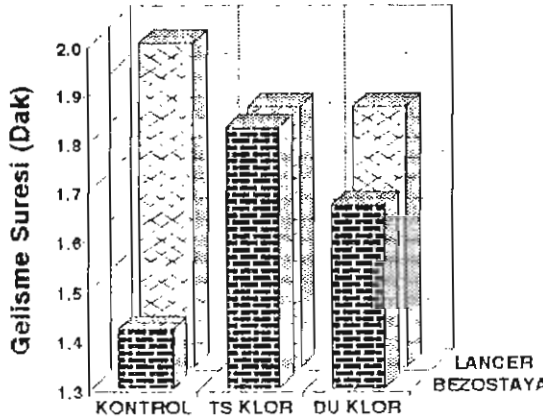


Şekil 1. Su Absorpsiyonunda Buğday Çeşidi x Katkılama İnteraksyonu.

Figure 1. The Interaction for water Absorption Between Wheat Type and Ingredient Addition.

olurken, enzim katkısı önemli düzeyde düşürmüştür. Lancer çeşitinde, fungal kaynaklı alfa amilaz katkısı su absorpsiyonunda çok büyük düşüğe neden olmuştur. Bu durum, katkılamının düşürücü etkisinin alfa amilaz aktivitesine bağlı olarak meydana gelen dekstrinizasyon ve sıvılaştırma olaylarına bağlanabilir (Pylar, 1979).

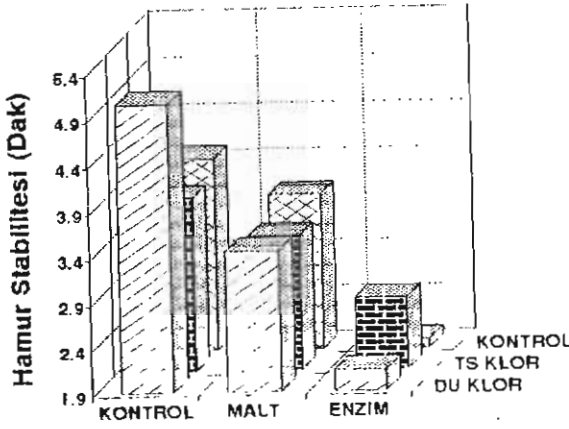
Gelişme süresi üzerinde önemli bulunan buğday çeşidi x klorlama şekil arasındaki interaksiyonun gidişi Şekil 2'de gösterilmiştir. Klorlama buğday çeşitleri üzerinde farklı etkide bulunmuştur. Lancer çeşitinde klorlama işlemi gelişme süresini düşürmüştür. Bezostaya'da optimum gelişmesi için gerekli süreyi arttırmış, klorlama ile sıkı yapı kazanan gluten yoğunmada daha uzun süreye ihtiyaç göstermiştir. Klorlama işlemleri arasında ise, tavlama suyuna klor muamelesi süreyi artırırken, direkt una klorlamada görülen düşüş kontrol değerlerin üzerinde gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Gelişme süresinde buğday çeşidi x klorlama şekil interaksiyonu.

Figure 2. The intraction for dough development between wheat type and chloriation type

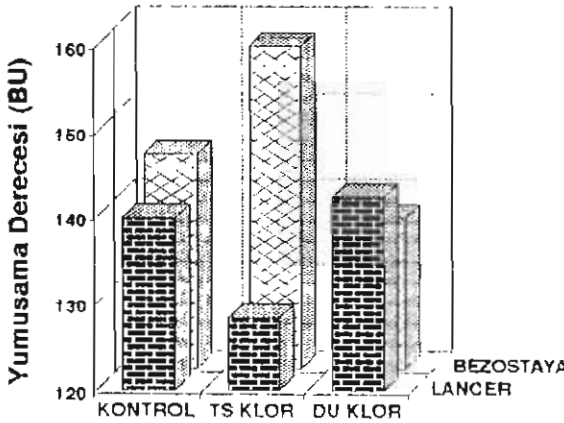
Hamur stabilitesi üzerinde önemli bulunan klorlama şekli x katkılama interaksiyonu Şekil 3'de gösterilmiştir. Buna göre; katkılama hamur stabilitesini düşürmüştür. Klorlama bilhassa direkt una uygulamasında artırıcı yönde etkilerken, katkılama ile stabilitede düşüş gerçekleşmiş ve endüyük değeri enzin eşliğinde direkt una klor uygulaması vermiştir. Bu düşüşün fermentasyon süresi üzerinde kısaltıcı rol oynayacağı söylenebilir.



Şekil 3. Hamur stabilitesinde klorlama şekli x katkılama interaksyonu.

Figure 3. The interaction for dough stability between chloriation type and ingredient addition.

Yumuşama derecesi üzerinde önemli bulunan buğday çeşidi x klorlama şekli interaksyonu Şekil 4'de gösterilmiştir. Buna göre; Lancer çeşidine yaş öz miktarının yüksek oluşu, Bezostaya'ya göre yumuşamaya karşı direncinin daha yüksek kılmıştır. Klorlama

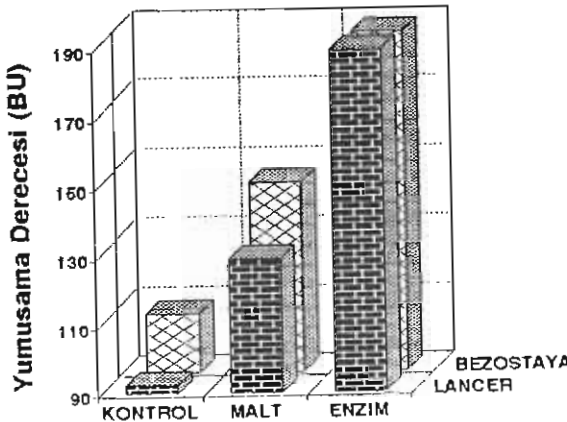


Şekil 4. Yumuşama derecesine buğday çeşidi x klorlama şekli interaksyonu.

Figure 4. The interaction for dough softening between wheat type and chloriation type.

işlemlerinden tavlama suyuna klor uygulaması, Bezostaya'da daha etkili olarak yumuşama derecesini artırırken, Lancer'de düşürmüştür. Burada buğday çeşitlerinin morfolojik yapılarındaki farklılık klorun etkinliğinin farklı düzeyde olmasına sebebiyet vermiştir. Direkt una klor uygulamasında ise, un partikül iriliğine bağlı olarak Lancer'de arttırıcı, Bezostaya'da düşürücü etkisi olmuştur.

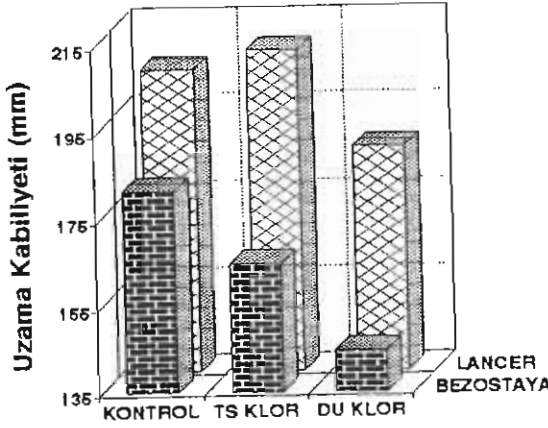
Yumuşama derecesi üzerinde önemli bulunan buğday çeşidi x katkılama şekli interaksyonu Şekil 5'de gösterilmiştir. Buna göre; katkılama ile her iki buğday çeşidinde yumuşama derecesini artırarak hamur direnç toleransını düşürmüştür. Burada muhtemelen, alfa amilaz içeriğine bağlı olarak meydana gelen dekstrinizasyon ve sıvılaştırma olaylarına bağlanabilir. Yani alfa amilaz fermentasyon sırasında ve fırında pişirme işleminin erken safhalarında önemli miktarda nişastayı parçalamakta ve böylece başlangıçta hamur yoğurma esnasında zedelenmiş nişasta granülleri tarafından tutulan su, serbest hale geçerek hamurun yumuşamasına sebebiyet vermektedir (Tipple, 1969).



Şekil 5. Yumuşama derecesinde buğday çeşidi x katkılama interaksyonu.

Figure 5. The interaction for dough softening between wheat type and ingredient addition

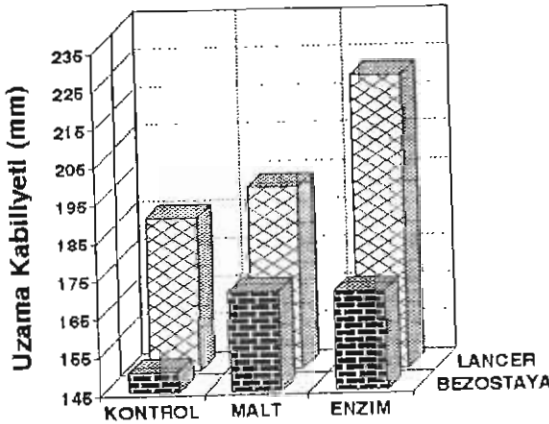
Uzama kabiliyetinde önemli bulunan buğday çeşidi x klorlama şekli interaksyonu Şekil 6'da gösterilmiştir. Buna göre; buğday çeşitleri üzerinde klorlama işlemleri uzama kabiliyeti üzerinde farklı etkide bulunmuş bilhassa direkt una klor uygulamasında uzama kabiliyetini düşürücü yönde etkilemiştir. Bu durum, klor muamelesi görmüş unların su absorpsiyonu üzerinde düşürücü etkisine bağlanabilir.



Şekil 6. Uzama kabiliyeti buğday çeşidi x klorlama şekli interaksyonu.

Figure 6. The interaction for dough extensibility between wheat type and chlorination type.

Uzama kabiliyetinde önemli bulunan buğday çeşidi x katkılama interaksyonu Şekil 7'de gösterilmiştir. Buna göre; katkılama şekilleri hamurun uzama kabiliyetini arttırmıştır. Bu husustaki genel kanı, diastatik aktivitenin hamurun olgunlaşmasını hızlandırdığı, dolayısıyla hamurun uzama kabiliyetini artırdığı yönündedir (Elgün ve ark., 1985). Bezostaya çeşidinde katkılar arasında paralel bir etki görülürken, Lancer'de fungal kaynaklı enzim katılımda en yüksek uzama değerini vermiştir.

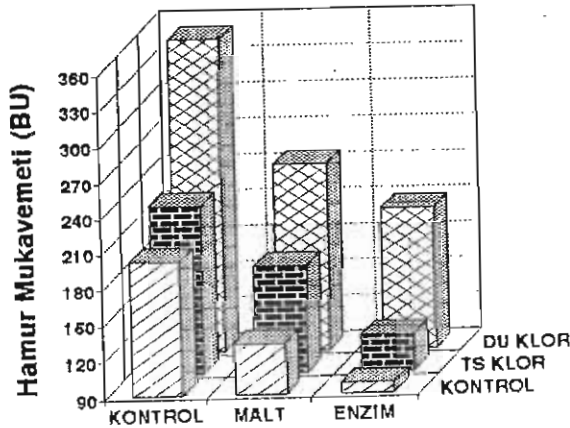


Şekil 7. Uzama kabiliyetinde buğday çeşidi x katkılama interaksyonu.

Figure 7. The interaction for dough extensibility between wheat type and ingredient addition.

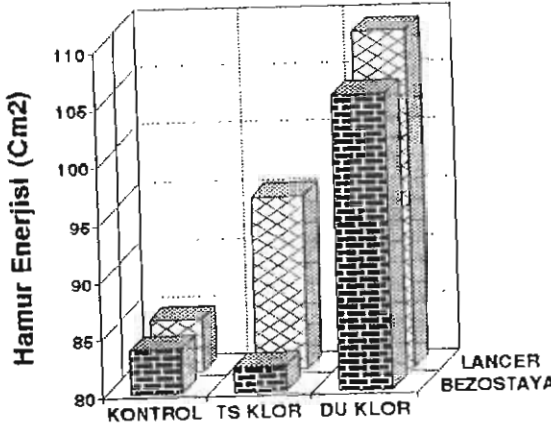
Hamur mukavemetinde önemli bulunan klorlama şekli x katkılama interaksyonu Şekil 8'de gösterilmiştir. Buna göre; klorlama işlemleri katkısız unlarda hamur mukavemetini arttırırken, katkılama sonucunda görülen bu artış kontrole göre düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Burada, klorun un su kaldırma gücü üzerindeki düşürücü etkisi, mukavemetin artmasına, ortama amilolitik aktivite varlığın sıvılaştırıcı etkisi ve uzama kabiliyetini arttırmasına bağlı olarak hamur mukavemetinin düşmesinde etkili olmuştur.

Hamur enerjisinde önemli bulunan buğday çeşidi x klorlama şekli interaksyonu Şekil 9'da gösterilmiştir. Buna göre; klorlama işlemleri Lancer çeşidi üzerinde hamur enerjisini arttırıcı etkide bulunurken, Bezostaya'da tavlama suyuna klor muamelesi nisbi bir düşüşe, direkt una klorlamada ise enerjiyi arttırmıştır. burada muhtemelen klorun bileşenleri üzerinde etkili olarak nişastanın, protein ve lipitlerle interaksyona girmesi sonucu hamurun fiziksel özelliklerinde göstermiş olduğu gelişmeye bağlı olarak hamur enerjisinin artmasında etkili olmuştur (Huang ve ark., 1982).



Şekil 8. Hamur mukavemetinde klorlama şekli x katkılama interaksyonu.

Figure 8. The interaction for dough resistance between chloriation type and ingredient addition.



Şekil 9. Hamur enerjisinde buğday çeşidi x klorlama şekli interaksyonu.

Figure 9. The interaction for dough energy between wheat type and chloriation type.

Ekmek Pişirme Denemeleri

Ekmek pişirme denemeleri sırasında elde edilen ekmek özelliklerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 4'te özetlenmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından buğday çeşidi, spesifik

Tablo 4. Bazı Ekmek Özelliklerine Ait Bulguların Varyans Analizi Sonucu Elde Edilen "F" Değerleri ile Önemlilik Düzeyleri.*

Table 4. The "F" Values and Significance Levels for Some Properties of the Bread.

Varyasyon Kaynakları	SD	Proof. Süresi	Spesifik Hacim	Ekmek İçinde		Ekmek İçi Sertliği	
				Gözenek	Tekstür	24 Saat	72 Saat
Buğday Çeşidi (A)	1	0.104	111.5 **	5.29*	2.35	0.47	0.97
Klorlama Şekli(B)	2	7.55 **	95.3 **	13.16 **	6.63 **	39.84 **	8.12 **
Enzim Katkısı (C)	2	71.44 **	81.9 **	3.98	7.62 **	38.79 **	47.66 **
AXB	2	0.96	216.5 **	0.04	0.48	2.12	2.79
AxC	2	0.34	4.13 *	6.07 *	1.91	0.34	1.13
BxC	4	3.3	2.62	0.63	0.36	7.81 **	2.17
AxBxC	4	0.84	2.57	1.42	1.02	1.63	0.61
Hata	17						

(*) 0.05 düzeyinde önemli (**) 0.01 düzeyinde önemli.

hacim, ekmeğin içi gözenek ve tekstür değerlerinde önemli düzeyde etkili olurken, klorlama şeklinde son fermentasyon (proof) süresi, spesifik hacim, ekmeğin içi gözenek ve tekstür, 24 ve 72 saatlik sertlik değerlerinde istatistiksel açıdan önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Katkılamada ise, gözenek değeri istatistiksel açıdan farklılık göstermemiş, diğer özellikler önemli bulunmuştur.

Klorlama değişkenlerine ait ortalama değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi Tablo 5'de verilmiştir. Buna göre; direkt una klor uygulaması son fermentasyon süresini arttırmış tavlama suyuna klor muamelesinde ise çok az bir artış gözlenmiştir. Klorlama işlemleri, spesifik hacimde tavlama suyuna klor uygulaması istatistiksel açıdan önemsiz bir düşüğe, direkt una klorlamada ise önemli ölçüde düşüğe neden olmuştur. Ekmeğin içi gözenek yapısında tavlama suyuna ve direkt una klor uygulamasında farklı etki göstermiştir. Tavlama suyu klorlanmış undan elde edilen ekmelerde gözenek yapısı daha iyi bulunurken direkt una klor uygulaması kontrole göredaha kötü gözenekli yapıda ekmeğin elde edilmiştir. Ancak istatistiksel açıdan her iki klorlama kontrole yakın bir ekmeğin içi gözenekliği vermiştir. Ekmeğin tekstür yapısında, tavlama suyuna klorlama istatistiksel açıdan farklılık görülmezken, direkt una klor uygulamasında yapıyı olumsuz yönde etkilemiştir. Ekmeğin içi 24 saatlik sertliğinde klorlama işlemleri Penetrasyon değerini düşürerek sertliği arttırmıştır. Tavlama suyuna klor uygulanmış ekmelerde görülen düşüş istatistiksel olarak farklı bulunmamış, direkt una klor uygulanmış ekmeler daha çabuk bayatlayarak ekmeğin içi sertliğini arttırmıştır. 72 saatlikte ise direkt una klor uygulaması penetrasyon değerini düşürerek ekmeğin içi sertliğini arttırmıştır.

Tablo 5. Klorlama Değişkenlerine Ait Ekmeğin Denemeleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi.

Table 5. Duncan Results of The Baking Experiment Analysis Findings From Chlorination Treatments.

Klorlama Şekli	n	Proof. Süresi (Dak.)	Spesifik Hacim (cc/g)	Ekmeğin İçinde		Ekmeğin İçeri Sertliği	
				Gözenek (0-10 P)	Textür (0-10 P)	24 Saat (PB)	72 Saat (PB)
Kontrol	12	39.7 b	3.58 a	6.87 ab	7.13 a	44.62 a	29.72 ab
Tavlama Suyuna Klorlama	12	40.1 ab	3.58 a	7.25 a	6.95 ab	44.27 a	30.40 a
Direkt Una Klorlama	12	41.3 a	3.07 b	6.41 b	6.50 b	35.69 b	26.19 b

Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($P < 0.05$).

Katkılama değişkenlerine ait ortalama değerlerin Duncan çoklu karşılaştırma testi Tablo 6'da verilmiştir. Buna göre; son fermantasyon süresi üzerinde her iki katkılama kontrole göre daha düşük proof süresi vermiştir. Bu durumunun alfa amilaz aktivitesi katkı yoluyla optimum seviyeye getirilmesi, istenilen proof yüksekliğinin kısa sürede gelmesinde etkili olmuş ve son fermentasyon süresini azaltmıştır. Spesifik hacimde malt katkısı dekstriptif olarak artırmış ancak bu artış istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Fungal kaynaklı alfa amilaz katkısı ise ekmeğe spesifik hacmini artırmıştır. Her iki katkılama ekmeğin içi gözenek ve tekstür yapısını artırıcı yönde olmuştur. 24 ve 72 saatlik ekmeğin içi sertliğinde malt katkısı istatistiksel açıdan önemsiz artış gösterirken fungal kaynaklı alfa amilaz katkısı önemli derecede penetrasyon değerini artırmıştır. Penetrasyon değerinin artması, ekmeğin içi sertliğinin azalması olarak kabul edilirse, her iki katkılamasının da bayatlamayı geciktirdiği söylenebilir.

Tablo 6. Katkılama Değişkenlerine Ait Ekmeğin Denemeleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi.

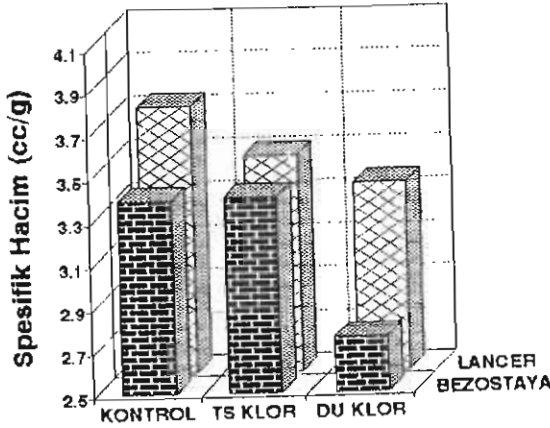
Table 6. Duncan Results of The Baking Experiment Analysis Findings From Ingredient Addition.

Katkılama	n	Proof. Süresi (Dak.)	Spesifik Hacim (cc/g)	Ekmeğin İçinde		Ekmeğin İçi Sertliği	
				Gözenek (0-10 P)	Tekstür (0-10 P)	24 Saat (PB)	72 Saat (PB)
Kontrol	12	43.3 a	3.18 b	6.58 b	6.58 b	37.42 b	25.46 b
Malt Katkısı	12	38.9 b	3.27 b	6.96 a	6.75 ab	40.00 b	25.77 b
Enzim Katkısı	12	38.8 b	3.65 a	7.00 a	7.25 a	47.07 a	35.08 a

Aynı hafifle işaretlemiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($P < 0.05$).

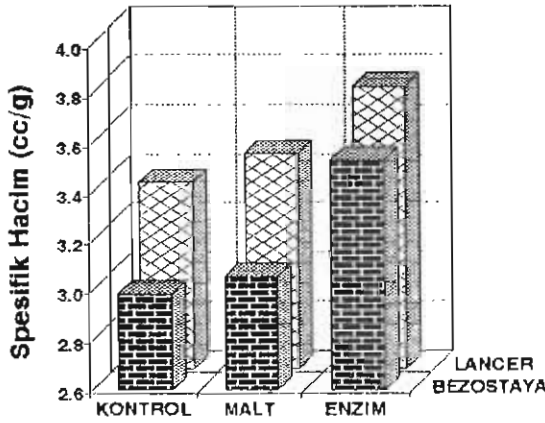
Spesifik hacim üzerinde önemli bulunan buğday çeşidi x klorlama şekli etkileşimi Şekil 10'da gösterilmiştir. Buna göre; klorlama işlemleri Lancer'de spesifik hacmini düşürürken, Bezostaya'da tavlama suyuna klor uygulaması klorun etkinliği sınırlı kaldığı ancak direkt una klor uygulaması spesifik hacmi düşürücü etkisi olmuştur.

Spesifik hacim üzerinde önemli bulunan buğday çeşidi x katkılama etkileşimi Şekil 11'de gösterilmiştir. Buna göre; katkılama ile ekmeğin spesifik hacim miktarını artırıcı yönde etkilemiştir. Burada amilolitik aktivite sonucu artan dekstrinizasyon hadisesi aynı zamanda hamurun gaz tutma kapasitesini artırarak hacmi artırmış ve buna bağlı olarak ekmeğin spesifik hacminde artış söz konusu olmuştur.



Şekil 10. Spesifik hacimde buğday çeşidi x klorlama şekli etkisi.

Figure 10. The interaction for specific value between wheat type and chlorination type

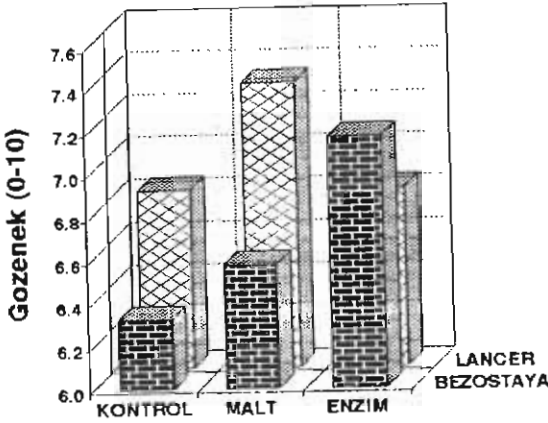


Şekil 11. Spesifik hacimde buğday çeşidi x katkılama etkisi.

Figure 11. The interaction for specific value between wheat type and ingredient addition.

Ekmeğin içi gözenek yapısında önemli bulunan buğday çeşidi x katkılama etkisi Şekil 12'de gösterilmiştir. Buna göre; Lancer çeşidinde malt katkılama ile ekmeğin içi gözenek

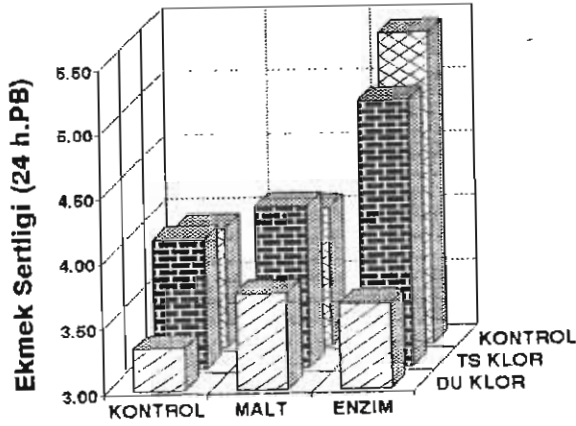
yapısında bir iyileşme görülürken, Bezostaya'da fungal kaynaklı enzim katkısı etkili olmuş ve daha iyi ekmek içi gözenek yapısı vermiştir.



Şekil 12. Gözenek yapıda buğday çeşidi x katkılama interaksyonu.

Figure 12. The interaction for bread grain between wheat type and ingredient addition.

24 saat ekmek içi sertliğinde önemli bulunan klorlama şekli x katkılama interaksyonu Şekil 13'te gösterilmiştir. Buna göre; katkılama penetrasyon değerini yükselterek ekmek içi sertliğini azaltıcı etkide bulunmuştur. Gerek fungal gerekse hububat kaynaklı amilazlar ekmek içi rutubetini artırarak bayatlamayı geciktirmektedir (Elgün ve Ertugay, 1992). Tavlama suyuna klorlamada kontrole yakın, direkt una klor uygulaması ise penetrasyon değerini düşürerek ekmek içi sertliğini artırmış ve ekmeğin kısa sürede bayatlamasına neden olmuştur. Katkılamaya bağlı olarak klorlama işlemi kontrol penetrasyon değerlerine göre artırmaya yönde etkileyerek daha geç bayatlayan ekmek içi vermiştir. Bu durum ışığında, klor muamelesi görmüş unlara amilolitik aktivite ile katkılamanın bayatlamayı geciktirici yönde etkilediğini söylemek mümkündür.



Şekil 13. 24 saatlik ekmeğin içi sertliğinde klorlama şekli x katkılama etkisi.

Figure 13. The interaction for bread crumb staling between chlorination type and ingredient addition.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1967. ICC, Standart Methods of the International Association for Cereal Chemistry, Detmold, Germany.
- Anonymous, 1972. AACC, Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minn. USA.
- Cunningham, H.M., Lawrence, G.A. and Trophonas, L., 1977. Toxic effects of chlorinated cake, flour in rats, journal of toxicology and environmental health, 2 (1), 1161.
- Çelik, İ., Kotancılar, G., Ertugay, Z. ve Elgün, A., 1995. Una ve tavlama suyu ile buğdaya uygulanan klorlama işleminin I. Unun bazı kalitatif ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (4), 508-525.
- Daniels, N.W.R., Frable, D.L., Eggitt, P.W.R. ve Cappock, J.B.M., 1963. Studies on the lipids of flour II. Chemical and toxicological studies on the lipid of chlorine treated cake flour, J. Sci. Food Agric., 14, 883.
- Elgün, A., Ertugay, Z. ve Seçkin, R., 1985. Farklı özelliklerde elde edilen malt unu katkılamasının ekmeğin kalitatif ve aromatik özelliklerine etkisi üzerine araştırmalar. Doğa Dergisi, 10 (1), 70.

- Elgün, A., Ertugay, Z., Çelik, İ. ve Koca, A.F., 1991. Farklı dozlarda uygulanan klorlu su ile soğuk ve ılık tavlama işlemlerinin kırmızı ekmeçlik buğday unlarının bazı hamur ve ekmeç özelliklerine etkisi. *Doğuş Dergisi*, 15, 632-644.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1992. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniv. Zir.Fak., Yayın No: 297, (II. Baskı) Erzurum, s 481.
- Ertugay, Z., 1983. Buğdayda amilolitik aktivite ve unların alfa amilaz enzimi ile katkılanması. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 14 (3-4), 174.
- Gilles, K.A., Kaelbe, E.F. and Youngs, V.L., 1964. X-ray spectrographic analysis of chlorine in bleached flour and its fractions. *Cereal Chem.*, 41 (5), 412.
- Huang, G., Finn, J.W. ve Variano-Marston, E., 1982. Flour chlorination. I. Chlorine location and quantitation in air-classified fractions and physicochemical effects on starch. *Cereal Chem.*, 59 (6), 496.
- Johnson, A.C., Hosney, R.C. ve Chiasi, K., 1980. Chlorine treatment of cake flours. V. Oxidation of starch. *Cereal Chem.*, 57 (2), 98.
- Kissel, L.T., 1969. Chlorination and water solubles content in flours of soft wheat varieties. *AACC 54th Annual Meeting (April 30) Chicago, USA*.
- Köksel, H., Özkaya, H. ve Atlı, A., 1989. Unun su absorpsiyonunu etkileyen faktörler. *Standart Ekonomik ve Teknik Dergi*. Yıl 28, Sayı 327, 2 29-32.
- Morrison, W.R., 1978. The stability of wheat starch lipids in untreated and chlorine treated cake flours. *J. of the Sci. of Food and Agric.*, 29 (4), 365.
- Özkaya, H. ve Özkaya, B., 1992. Ekmeç katkı maddeleri, önemi kullanımındaki sorunlar. *Gıda mevzuatımızda aksayan hususlar ve çözüm yolları sempozyumu*. 2-3 Haziran, Tekirdağ, s. 108-117.
- Pyle, E.J., 1979. *Baking Science and Technology Vol. I*. Siebel Publ. Co., Chicago, USA, p. 585.
- Ranum, P.M., Loewe, R.J. and Gordon, H.T., 1981. Effect of bleaching, maturing and oxidising agents on vitamins in wheat flour. *Cereal Chem.*, 58 (1), 32.
- Sollars, W.F., 1961. Chlorine content of cake flours and flour fractions. *Cereal Chem.*, 38 (3), 487.
- Tipples, K.H., 1969. The relation of damage to the baking performance of flour. *Bakers Digest* 43 (6): 28-44.
- Tsen, C.C., Kutp K ve Dally, C.J., 1971. Effect of chlorine on flour proteins, dough properties and cake quality. *Cereal Chem.*, 48 (2), 247.