

# ASKORBİK ASİT VE YOĞURMANIN HAMURDA PROTEİN-KARBONHİDRAT KOMPLEKSİ ÜZERİNE ETKİSİ

## EFFECTS OF ASCORBIC ACID AND MIXING ON PROTEIN - CARBOHYDRATE COMPLEX IN DOUGH

Serpil K. ERKUL<sup>3\*</sup>, Erkan YALÇIN<sup>2</sup>, Sueda ÇELİK<sup>1</sup>, Hamit KÖKSEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

<sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Hatay

<sup>3</sup>Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara

**ÖZET:** Askorbik asit ve yoğurma süresinin hamurda protein-karbonhidrat etkileşimi üzerine etkisi SDS-PAGE kullanılarak, protein ve glikoproteinler için farklı boyama teknikleri ile araştırılmıştır. Çalışmada, Bezostaya ve Kırış ekmeçlik buğday çeşitlerinin unları kullanılmıştır. Hamurlar, bu unlar ile askorbik asit katkı maddesinin iki farklı dozuyla (50, 150 ppm) optimum ve aşırı yoğurulup liyofilize edilerek hazırlanmıştır. Her iki çeşitin SDS-PAGE glikoprotein boyama sonuçları incelendiğinde HMW bölgede (116-94 kDa) belirgin şekilde bantlar görülmüştür. Bununla beraber, protein boyamada 67-45 kDa arasında görülen bantlara karbonhidrat boyamada rastlanmamıştır. Bezostaya çeşitinde, optimum yoğurulmuş askorbik asit katkılı tüm hamurların relatif bant yoğunluklarının optimum yoğurulmuş kontrol hamurundan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Protein ve glikoprotein boyama yapılan jellerde genel olarak aşırı yoğurmanın optimum yoğurulmuş hamurlara göre relatif bant yoğunluklarında azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Protein ve glikoprotein boyama sonuçları %50 1-propanolde çözünmeyen (50 PI) fraksiyonlarında proteinler ile karbonhidratlar arasında yakın etkileşimin bulunabileceği fikrini vermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Buğday, askorbik asit, glikoprotein, SDS-PAGE

**ABSTRACT:** Effects of ascorbic acid and mixing time on protein-carbohydrate interactions in dough were investigated by using SDS-PAGE with different staining methods for proteins and glycoproteins. Lyophilized optimum mixed and overmixed doughs were prepared from the flours of two cultivars (Bezostaya and Kırış) with ascorbic acid, which was added to the flours at levels of 50, 150 ppm. There were intense bands at the HMW region (116-94 kDa) of the SDS-PAGE gels of both cultivars when stained for glycoproteins. However, the bands appeared between 67-45 kDa at protein staining were not visible when the gels were stained for glycoproteins. In Bezostaya cultivar, the relative band intensities of all ascorbic acid supplemented optimum mixed doughs were more intense than those of the optimum mixed control dough. The relative band intensities of protein and glycoprotein stained gels in overmixed dough samples were generally lower than those in the optimum mixed dough samples. The protein and glycoprotein staining results of 50 PI fractions indicated that there might be close interactions between proteins and carbohydrates.

**Keywords:** Wheat, ascorbic acid, glycoprotein, SDS-PAGE

## GİRİŞ

İnsan beslenmesi bakımından çok önemli bir hububat olan buğdayın fiziksel, kimyasal ve teknolojik özellikleri ekmeç, makarna ve diğere birçok ürünü yapmaya son derece uygundur. Ekmeç birçok ülkede en çok tüketilen gıda maddesidir. Buğday unu suyla yoğrulduğunda gliadinler ve gluteninler kompleks bir yapı olan gluteni meydana getirir ve ekmeç elde etmek için gerekli olan viskoelastik hamur oluşur. Araştırmalar, onların ekmeç yapım kalitesi arasındaki farklılıkların temelde proteinlerindeki farklılıklardan kaynaklandığını göstermiştir (Bushuk, 1985). Ekmeçlik buğdayların teknolojik kalitelerindeki farklılıkların bazı yüksek molekül

\* E-mail: sueda@hacettepe.edu.tr

ağırlıklı (HMW) glutenin subunitleri ile ilgisi olduğu gösterilmiştir. Ekmek yapma kalitesi sadece HMW glutenin subunitlerinden etkilenmemekte, düşük molekül ağırlıklı (LMW) glutenin subunitleri ve diğer un bileşenleri de etkili olmaktadır. Lipidler ve karbonhidratlar gibi un bileşenleri çeşitli proses aşamalarında gluten proteinleri ile interaksiyona girmektedir. Özellikle karbonhidratların yüksek molekül ağırlıklı gluteninlerle etkileşime girdiği belirtilmektedir (Chen et al., 1992). Bu nedenle, diğer un bileşenleri, katkı maddeleri ve bunların proseste uygun kombinasyonu da hamurun fonksiyonel özelliklerini ve optimal kalitede son ürün elde edilmesini etkilemektedir.

Buğday gluteni %80-85 protein ve %5-10 lipidlerden oluşur. Kalanının büyük bir kısmı karbonhidratlardır. Birçok araştırmacı glutende az miktarda karbonhidrat olduğunu göstermiştir. Inouye ve arkadaşları (1974) glutenden %3.2 ve %7.2 karbonhidrat içeren 2 tane karbonhidratça zengin fraksiyon izole etmişlerdir. Khan ve Bushuk (1979) Sephadex G-200'de jel filtrasyon ile elde edilen indirgenmiş alkilenmiş gluteninin kromatogramındaki pik 1'de karbonhidrat varlığını göstermiştir. McMaster ve Bushuk (1983) glutendeki alkolde çözünen fraksiyonun %0.6, alkolde çözünmeyen fraksiyonun %17 karbonhidrat içerdiğini bulmuşlardır. Çalışmada bunların nişasta dışındaki karbonhidratlar olduğu gösterilmiştir. Ancak karbonhidratlarla proteinler arasındaki bağın kovalent olup olmadığını belirlemediştir (McMaster ve Bushuk, 1983).

Glutenin proteinleri ile karbonhidratlar arasındaki bağın kovalent olup olmadığı konusunda araştırmacılar karşıt görüşler ileri sürmektedir. Bazı araştırmacılar (Chen ve ark. 1992, Tilley ve ark. 1993) karbonhidratların glutenin proteinlerine kovalent bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. Buna zıt olarak, Roels ve Delcour (1996) buğdayın HMW glutenin subunitlerinin glikoprotein tabiatında olmadığını ileri sürmüşlerdir. Bollecker ve Schofield (1996) HMW glutenin subunitlerinin glikozil bağı saptama metodlarına göre farklı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Bütün bu çelişkili veriler, bu konuda yeni araştırmalara gereksinim olduğunu düşündürmektedir.

Glikoproteinlerde karbonhidratlar az miktarlarda bulunurlar (Dubray and Bezard, 1982). Elektroforetik alanda makromoleküler karbonhidrat materyali özellikle glikoproteinler, Periyodik Asit-Shif reaktif madde (PAS) kullanımı ile saptanmaktadır (Green ve Pastewka, 1975). SDS-PAGE jellerde glikopolipeptitlerin saptanması için Fairbanks ve ark. (1971), Green ve Pastewka (1975), Leach ve ark. (1980) kullandıkları çeşitli modifiye PAS boyama yöntemleri ile düşük miktarlardaki glikopolipeptitleri saptamışlardır.

Yoğurma özellikleri ekmek yapımında en önemli parametrelerden biridir. Hamur gelişimi, glutenin polimerlerinin orientasyonu ile ekmek hamurunun viskoelastik ve gaz tutma özelliklerini sağlayan ağ yapısının oluşmasını sağlamaktadır (Bushuk, 1994). Hamur yoğrulması sırasında minör komponentlerin un proteinlerini bağladıkları görülmüştür. Lipidler ve karbonhidratların spesifik protein fraksiyonlarına güçlü bir şekilde bağlandıkları belirlenmiştir (Figueroe ve Khan, 1993).

Ekmek yapımında hamurun reolojik özelliklerini önemli ölçüde etkileyen çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Önemli ekmek katkı maddelerinden olan oksidanlar, yoğurma aşamasında ilave edilmekte ve gluten proteinlerinin yapısındaki sülfidril gruplarını oksitleyerek disülfid bağlarına dönüştürmektedir. Böylece gluten matrisi daha çabuk oluşmakta ve daha dirençli bir hamur elde edilmektedir. Askorbik asit indirgen bir madde olmasına rağmen, yoğurma sırasında enzimatik oksidasyonla dehidroaskorbikasite dönüşmekte ve un proteinleriyle oksidan olarak reaksiyona girmektedir (Tsen, 1964).

Bu çalışmada buğday unu ve hamurunda askorbik asitin ve hamur yoğurma süresinin gluten proteinlerinin %50 1-propanoldeki çözünürlükleri, subunit kompozisyonu ve protein-karbonhidrat kompleksi üzerine etkileri elektroforez yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

### **Materyal**

Araştırmada kullanılan Bezostaya (sert kırmızı kışık) ve Kıraç (orta sert beyaz kışık) çeşidi buğday örnekleri Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Hamur özellikleri bakımından

kuvvetli ve orta kalitede buğdayları temsil etmek üzere seçilmişlerdir. Bu buğday örnekleri Carter Dokaj aletinden geçirilerek yabancı maddelerinden ayrılmıştır. Bezostaya ve Kıraç çeşidi buğday örnekleri Bühler pnömomatik laboratuvar değirmeninde sırasıyla %75 ve %70 randımanla una işlenmiştir.

Araştırmada kullanılan askorbik asit, un örneklerine 50 ve 150 ppm oranlarında ilave edilmiştir. Askorbik asit içeren hamur örnekleri farinograf kullanılarak hazırlanmıştır. Aynı bileşimdeki hamurlar optimum ve aşırı yoğurulmuş (optimumdan 12 dakika sonra) olmak üzere iki farklı şekilde hazırlanmıştır. Hamurlar liyofilizatörde kurutulup havanda öğütülmüş ve derin dondurucuda saklanmıştır.

## Yöntem

### Kimyasal ve fizikokimyasal yöntemler

Un örneklerinin kül miktarı, AACC Method No.08-01, protein miktarı, AACC Method No.46-12, yağ gluten miktarı, AACC Method No.38-11, düşme sayısı, AACC Method No.56-81B, Sedimentasyon miktarı AACC Method No.56-60A metotlarına (Anonymous, 1990), göre saptanmıştır. Kuru gluten miktarı Özkaya ve Kahveci (1990) tarafından belirtilen metoda göre yapılmıştır. Hektolitreye ağırlığı AACC metot No.55-10 (Anonymous, 1990), ve bin tane ağırlığı Uluöz (1965) tarafından belirtilen metoda göre yapılmıştır.

### SDS – PAGE Yöntemi

SDS-PAGE için örneklerin hazırlanmasında Fu ve Sapirstein (1996)' ın yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır (Erkul, 1999). Elektroforez işlemi Ng ve Bushuk (1987) ve Fu ve Sapirstein (1996)'nın yöntemleri esas alınarak yapılmıştır. Jel kalıplarına önce %14 (w/v) akrilamid, %0.06 (w/v) N,N' metilenbisakrilamid, 376 ml/lt. ayırıcı jel tampon çözeltisi (1.0 M Tris, pH 8.8), %0.1 (w/v) SDS içeren ayırıcı jel çözeltisi üzerine polimerleşmeyi sağlamak üzere 0.25 g/lt amonyum persülfat (APS) ve 0.5 ml/lt tetrametiletlenamid (TEMED) ilave edilerek dökülmüştür. Polimerleşme tamamlandıktan sonra %3.0 akrilamid (w/v), %0.043 (w/v) N,N' metilenbisakrilamid, 12.5 ml/lt ön ayırım jel tampon çözeltisi (1.0 M Tris, pH 6.8), %0.1 (w/v) SDS içeren ön ayırıcı jel çözeltisi üzerine 0.375 g/lt APS ve 0.75 ml/lt TEMED ilave edilerek kalıplara dökülmüştür. Elektroforez tampon çözeltisi 0.192 M glisin, 0.025 M Tris, %1 (w/v) SDS içermektedir (pH 8.3). Protein bantlarının moleküler ağırlıklarının saptanması amacıyla yüksek ve orta molekül ağırlıklı protein markörleri (Sigma High-Range ve Pharmacia Mid-Range Protein Marker) kullanılmıştır.

### Glikoprotein boyama

SDS-PAGE yöntemine göre hazırlanan jeller glikoproteinleri belirlemek için Kovacs ve arkadaşlarının (1998) yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır.

## SONUÇ ve TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan Bezostaya ve Kıraç çeşitlerinin öğütülmesi sonucunda elde edilen unların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1.'de gösterilmiştir. Bezostaya çeşidinin hektolitreye ağırlığı 79.1 kg/hl; 1000 tane ağırlığı 34.0 g'dır. Bu değerler Kıraç çeşidinde ise 81.5 kg/hl ve 32.4 g olarak belirlenmiştir.

Bu iki çeşitte fiziksel ve kimyasal özelliklere ait verilerin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Bununla beraber, Bezostaya çeşidine ait sedimentasyon değeri 47 ml iken ekmeçlik kalitesinin daha düşük olduğu bilinen Kıraç çeşidine ait sedimentasyon değeri 36 ml olarak bulunmuştur. Saptanan veriler daha önce başka araştırmacıların bulduğu verilerle karşılaştırıldığında genel olarak uyum içindedir (Ercan, 1988; Özboy, 1992, Çelik ve ark., 2001).

Katkı maddelerinin ve yoğurmanın proteinler üzerine etkisinin proteinlerin çözünürlüklerinde meydana gelebilecek farklılıklarla belirlenebildiği gösterilmiştir (Demiralp ve ark., 2000). Bu nedenle, bu araştırmada Fu ve Sapirstein (1996)'ın, proteinlerin %50 (w/w)'lik 1-propanolde çözünürlüklerindeki farklılığı temel alan yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle göre örnekler %50 (w/w)'lik 1-propanol ile ekstrakte edilerek %50 (w/w)'lik

Çizelge 1. Un örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

	Bezostaya	Kıraç
Kül Miktarı (%) <sup>1</sup>	0.54	0.54
Sedimentasyon Değeri (ml) <sup>3</sup>	47	36
Düşme Sayısı (sn) <sup>4</sup>	585	464
Protein Miktarı (%) <sup>1, 2</sup>	13.5	13.8
Yaş Gluten Miktarı (%) <sup>1</sup>	35.5	38.8
Kuru Gluten Miktarı (%)	12.2	12.8

<sup>1</sup> Kuru madde esasına göre

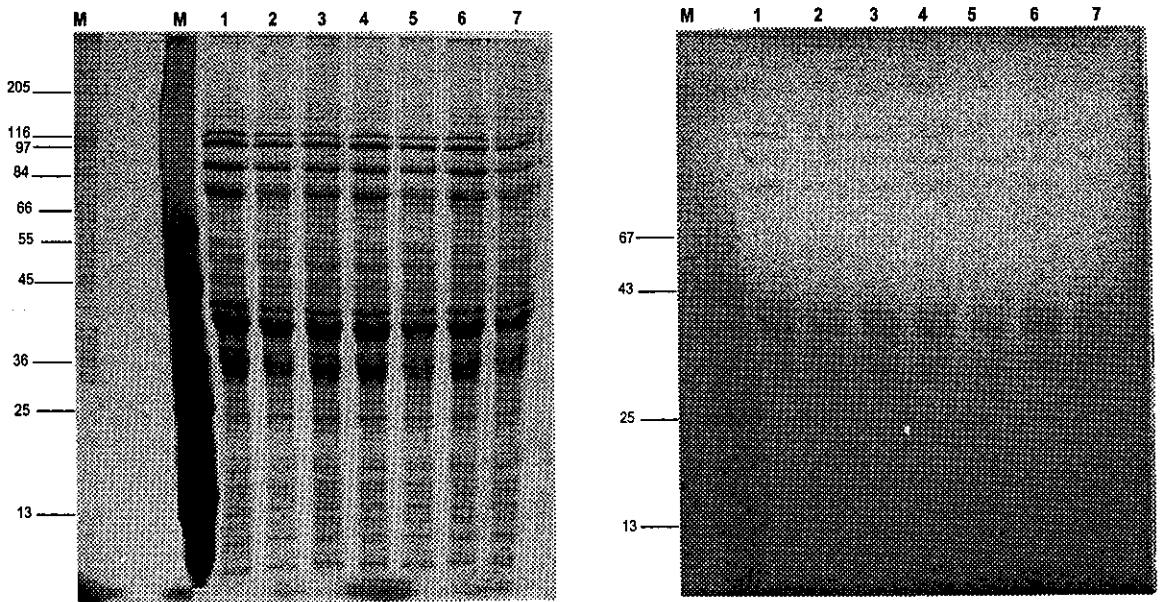
<sup>2</sup> N x 5.7

<sup>3</sup> %14 nem esasına göre

<sup>4</sup> %15nem esasına göre

1-propanolde çözünmeyen (50 PI) ve %50 (w/w)'lik 1-propanolde çözünen (50 PS) fraksiyonlarına ayrılmıştır. Proteinlerin çözünürlüklerinin farklı olmasından dolayı 50 PI protein esas olarak monomerik proteinlerin bulunmadığı polimerik gluteninleri kapsamaktadır, 50 PS protein ise monomerik proteinler ve polimerik glutenin karışımıdır. Bu çalışmada elektroforez çalışmalarında sadece 50 PI proteinler kullanılmıştır. Fu ve Sapirstein (1996)'ın çalışmalarına benzer biçimde bu çalışmada da elde edilen elektroforegramlar incelendiğinde 50 PI fraksiyonunda polimerik glutenin proteinler (HMW, LMW) gözlenmektedir (Şekil 1.A ve 2.A). Bezostaya ve Kıraç çeşitlerinde un örneklerinin 50 PI protein fraksiyonlarına ait jellerde, HMW bölgede, glutenin subunit kompozisyonlarında farklılık olduğu saptanmıştır (Şekil 1.A ve 2.A'da 1 nolu örnekler).

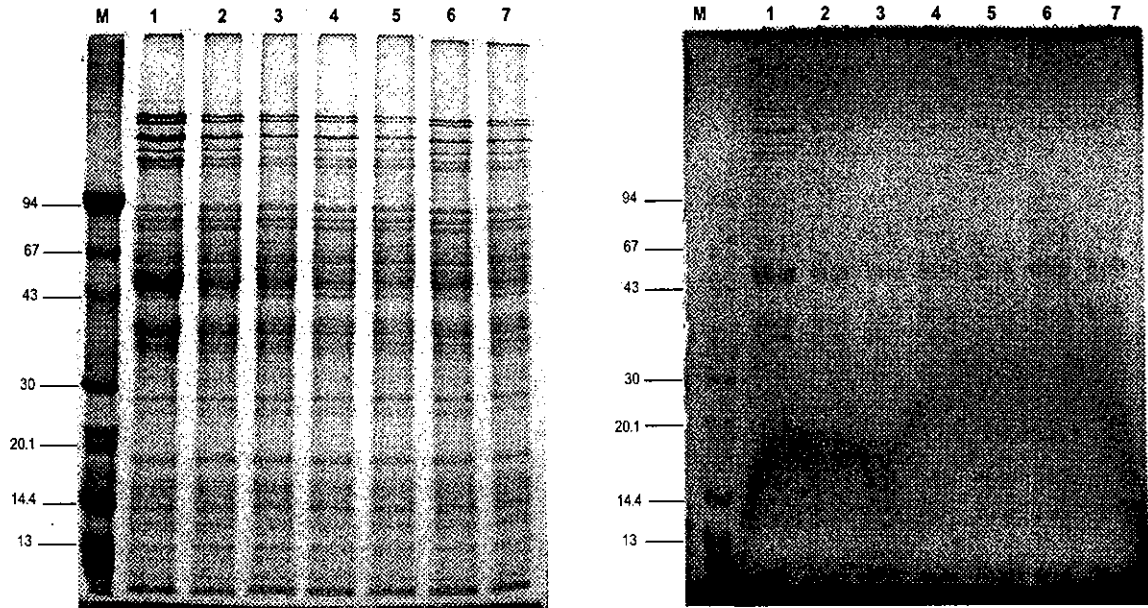
Katkı maddesi, yoğurma süresi gibi parametrelerin 50 PI fraksiyonlarının elektroforegramlarında bantların relatif bant yoğunluklarında farklılık oluşturduğu gözlenmiştir. Un ve kontrol hamuru arasında önemli farklılık saptanmıştır. Kontrol hamurlarının 50 PI fraksiyonlarında relatif bant yoğunluklarının una göre daha az



Şekil 1 A-B. Bezostaya unuyla hazırlanan askorbik asit katkılı hamurların 50 PI fraksiyonlarının SDS-PAGE sonuçları: protein (A) ve karbonhidrat (B) boyama. M- Protein markörü, 1- Bezostaya un, 2- Bezostaya kontrol optimum yoğurma, 3- Bezostaya kontrol aşırı yoğurma, 4- Bezostaya askorbik asit 50 ppm optimum yoğurma, 5- Bezostaya askorbik asit 50 ppm aşırı yoğurma, 6- Bezostaya askorbik asit 150 ppm optimum yoğurma, 7- Bezostaya askorbik asit 150 ppm aşırı yoğurma.

olduğu tespit edilmiştir. Demiralp (1997) benzer bir araştırmada 50 PS fraksiyonlarının incelendiği tüm jellerde kontrol hamurlarının relatif bant yoğunluklarının daha fazla olduğunu göstermiştir. Elektroforegramlardaki relatif bant yoğunluklarının fazla olması 50 PS fraksiyon miktarının az olduğunu göstermektedir. Bu nedenle 50 PI fraksiyonlarının incelendiği jellerde, una ait relatif bant yoğunluğunun kontrol hamuruna göre fazla olması, protein çözünürlüğünün unda daha az olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar glikoprotein boyaması yapılan jellerde de saptanmıştır (Şekil 1.B ve 2.B). Protein boyamanın yapıldığı jellerde Bezostaya ve Kırış unu ile hazırlanan örnekler, 50 PI fraksiyonlarında optimum yoğurulmuş hamurlara ait relatif bant yoğunluklarının, aşırı yoğurulmuş hamurlara göre daha fazla olduğu saptanmıştır (Şekil 1.A ve 2.A). Hoseney ve Rogers (1990), aşırı yoğurma ile uzamaya karşı direncin azaldığını, gluten proteinlerinin gergin hale geldiğini ve bazı disülfid bağlarının kırılıp, tiyil radikalleri oluştuğunu belirtmişlerdir. Yoğurma sırasında disülfid bağları kırıldığında, gluten proteinleri kısmen depolimerize olmaktadır. Bu da çözünürlüğü arttırmakta ve düşük viskoziteye sebep olmaktadır. Bu araştırmanın verileri de bu fikri desteklemektedir. Glikoprotein boyamanın yapıldığı jellerde, her iki un örneğinde de, protein boyama yapılan jellerde olduğu gibi aşırı yoğurmanın etkisiyle relatif bant yoğunluğunda azalma olduğu görülmüştür (Şekil 1.B ve 2.B). Ancak, bu azalma, protein boyamanın yapıldığı jellerdeki kadar belirgin değildir.

Bezostaya ve Kırış unları ile hazırlanan askorbik asit katkılı hamurların 50 PI fraksiyonlarının SDS-PAGE sonuçları da sırasıyla Şekil 1.A ve Şekil 2.A'da görülmektedir. Şekil 1.A incelendiğinde, optimum yoğurulmuş askorbik asit katkılı tüm hamurların relatif bant yoğunluklarının, optimum yoğurulmuş kontrol hamurundan daha fazla olduğu tespit edilmiştir (2, 4, 6 nolu örnekler). Kırış unuyla hazırlanan optimum yoğurulmuş kontrol hamuru ile askorbik asit katkılı optimum yoğurulmuş hamurların relatif bant yoğunlukları arasında farklılık saptanamamıştır (Şekil 2.A). Her iki çeşitte de askorbik asitin 50 ve 150 ppm dozlarını içeren optimum yoğurulmuş hamurların relatif bant yoğunlukları arasında ise belirgin bir farklılık saptanamamıştır. Askorbik asit içeren aşırı yoğurulmuş hamurlar ile optimum yoğurulmuş hamurlar kıyaslandığında her iki çeşitte de, aşırı yoğurulmuş örneklerin relatif bant yoğunluklarında azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalmanın



Şekil 2 A-B. Kırış unuyla hazırlanan askorbik asit katkılı hamurların 50 PI fraksiyonlarının SDS-PAGE sonuçları: protein (A) ve karbonhidrat (B) boyama. M- Protein markörü, 1- Kırış un, 2- Kırış kontrol optimum yoğurma, 3- Kırış kontrol aşırı yoğurma, 4- Kırış askorbik asit 50 ppm optimum yoğurma, 5- Kırış askorbik asit 50 ppm aşırı yoğurma, 6- Kırış askorbik asit 150 ppm optimum yoğurma, 7- Kırış askorbik asit 150 ppm aşırı yoğurma.

optimum ve aşırı yoğurulmuş kontrol hamuru arasındaki azalmaya göre Bezostaya unuyla hazırlanan askorbik asit katkılı hamurlarda daha belirgin olduğu saptanmıştır (Şekil 1.A'da; 2-3, 4-5, 6-7, nolu örnekler).

Bezostaya ve Kırış unuyla hazırlanan askorbik asit katkılı hamurların 50 PI glikoprotein fraksiyonların SDS-PAGE sonuçları sırasıyla Şekil 1.B ve Şekil 2.B'de gösterilmiştir. Jeller incelendiği zaman 116-94 kDa arasındaki bantların net olarak izlendiği gözlenmektedir. Aynı zamanda 43-30 kDa arasındaki bantlar ile 13 kDa civarındaki bantlar da görülmektedir. 13-25 kDa ile 67-45 kDa arasındaki bantlar görülmemektedir. Glikoprotein boyamada, Bezostaya unuyla hazırlanan hamurların optimum ve aşırı yoğurulmuş kontrol hamurunun relatif bant yoğunlukları arasında belirgin bir farklılık saptanamamıştır (Şekil 1.B, 2-3 nolu örnekler). Kırış unuyla hazırlanan kontrol hamurunda ve askorbik asit katkılı aşırı yoğurulmuş tüm örneklerde (Şekil 2.B, 3-5-7 nolu örnekler), optimum yoğurulmuş örneklere (Şekil 2.B, 2-4-6 nolu örnekler) göre relatif bant yoğunluklarında azalma belirlenmiştir. Diğer taraftan, askorbik asiti 50 ve 150 ppm dozlarında içeren Bezostaya unuyla hazırlanan aşırı yoğurulmuş hamurların relatif bant yoğunluklarında, optimum yoğurmaya göre azalma saptanmıştır (Şekil 1.B, 2-5-7 nolu örnekler). Kırış unuyla hazırlanan askorbik asit katkılı aşırı yoğurulmuş tüm örneklerin relatif bant yoğunluklarındaki azalma, aşırı yoğurulmuş kontrol hamuruna göre daha belirgindir (Şekil 2.B, 3-5-7 nolu örnekler). Bu sonuçlara göre protein ve glikoprotein boyama sonuçları, gluten yapısında, proteinlerle karbonhidratlar arasında yakın bir etkileşimin olabileceğini göstermektedir. Bushuk ve arkadaşları (1980) tarafından özellikle HMW bölgede olduğu belirtilen protein karbonhidrat etkileşimi bizim çalışmamızda hem un hem kontrol hamurlar hem de katkı maddeli hamurlarda izlenmektedir (M.W. 116-94 kDa). LMW bölgede de yer yer bu etkileşim görülmektedir. Bununla beraber, protein-karbonhidrat etkileşimi ile ilgili çalışmalarda farklı başlangıç materyali (un, hamur, gluten) ve değişik ekstraksiyon koşullarında elde edilen bilgilere göre, henüz protein ve karbonhidratlar arasındaki bağın kovalent olup olmadığı konusu tartışmalıdır (Gujka ve Khan, 1999).

Genellikle buğday ununun protein olmayan bileşenlerinin de, hamurun yoğrulması sırasındaki gluten oluşumunda ve buğday proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinde önemli bir rol oynadığı kabul edilmektedir. Karbonhidrat bileşenlerinin de gluten matriksinin oluşumunda rol oynayabileceği belirtilmektedir (McMaster ve Bushuk, 1983). Gluten matriksindeki protein-karbonhidrat etkileşimi ile ilgili yapılacak yeni araştırmaların hamur yoğurulması sırasında moleküler düzeyde oluşan etkileşimlerin anlaşılmasında önemli katkıları olacağı düşünülmektedir. Böylece gluten proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinde katkı maddeleri ve proses koşulları etkisiyle ortaya çıkan değişimleri ve bu değişimlerin ekmek kalitesi üzerindeki etkilerini daha iyi anlayabilmek mümkün olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Anonymous 1990. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 8th. Edition. The Association. St. Paul, MN.
- Bollecker S S J and Schofield J D. 1996. Glycosylation of high Mr subunits of glutenin: A re-examination. In Proc. Int. Gluten Workshop, 6th, Ed. C W Wrigley, R. Aust. Chem. Inst., Melbourne, Australia.
- Bushuk W, Khan K and McMaster G. 1980. Functional glutenin: a complex of covalently and non-covalently linked components. Ann. Technol. Agric., 29: 279-294.
- Bushuk W. 1985. Flour proteins: structure and functionality in dough and bread. Cereal Foods World, 447-451.
- Bushuk W. 1994. Interaction in wheat doughs. In *Quality Cereals in A Changing World, 14th ICC Congress*, The Hague, Netherlands.
- Chen J, Khan K, Shelton D R and D'apponia, B L. 1992. Isolation and fractionation of carbohydrate containing proteins from wheat gluten. Cereal Chem., 69, (5), 475-480.
- Çelik S, Sivri D ve Köksel H. 2001. Bazı katkı maddelerinin ekmek özellikleri üzerine etkisi. Gıda, 26 (1), 3-8.
- Demiralp H. 1997. Bazı ekmek katkı maddeleri, yoğurma süresi ve lipid ekstraksiyonunun gluten proteinleri üzerine etkisinin belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği A. B. D. Yüksek Mühendislik Tezi, 69 s, Ankara.

- Demiralp H, Çelik S ve Köksel H. 2000. Effects of Oxidizing Agents and Defatting on Electrophoretic Patterns of Flour Proteins During Dough Mixing. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung A* 211: 322-325
- Dubray G and Bezard G. 1982. A highly sensitive periodic acid silver stain for 1,2 diol groups of glycoproteins and polysaccharides in polyacrylamide gels. *Ana. Biochemistry*, 119, 325-329.
- Ercan R. 1988. Ülkemizde yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin ekmeklik kalitesi. *Gıda*, 13, 107-114.
- Erkul S K. 1999. Bazı ekmeğe katkı maddelerinin buğday unu ve hamurunda protein karbonhidrat kompleksi üzerine etkisi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği A. B. D. Yüksek Mühendislik Tezi, 69 s, Ankara.
- Fairbanks G, Steck L, and Wallach D F H. 1971. Electrophoretic analysis of the major polypeptides of the human erythrocyte membrane. *Biochem.*, 10 (13), 2606-2617.
- Figueroe J D C and Khan K. 1993. Albumin fraction from spring, winter and soft wheats- protein and associated carbohydrate identified by gel filtration chromatography and gel electrophoresis. *Cereal Chem.*, 70, (6), 689-695.
- Fu B X and Sapirstein H D. 1996. Procedure for isolating monomeric proteins and polymeric glutenin of wheat flour. *Cereal Chem.*, 73, 143-152.
- Green M R and Pastewka J V. 1975. Identification of sialic acid rich glycoproteins on polyacrylamide gels. *Ana. Biochem.*, 65, 66-72.
- Gujka E and Khan K. 1999. Characterization of the carbohydrates of nonreduced glutenin fractionated by multistacking SDS-PAGE from two hard red spring wheat flours. *Cereal Chem.*, 76 (2): 198-203.
- Hoseney R C and Rogers D E. 1990. The formation and properties of wheat flour doughs. *Critical Reviews in Food Sci. and Nutr.*, 29, 73-93.
- Inouye Y, Nakahara T, Fukuda A, Hirano S and Morrishima I. 1974. Isolation and properties of carbohydrate rich fraction of wheat gluten. *Agric. Biol. Chem.*, 38, 1415-1421.
- Khan K and Bushuk W. 1979. Studies of glutenin, XII, Gel filtration, isoelectric focusing and amino acid composition studies. *Cereal Chem.*, 56, 505-512.
- Kovacs E T, Varga J and Gero L. 1998. Carbohydrate-Lipid-Protein-Emulsifier Interactions Rich in Starch Basis Pea Dough Systems. *Book of Abstracts Cereal Science-Its Contribution to Health and Well Being*, 16<sup>th</sup> ICC Conference, Vienna, Austria.
- Leach B S, Collawn F J, and Fish W W. 1980. Behaviour of glycopolypeptides with empirical molecular weight estimation methods. 1. In sodium dodecyl sulfate. *Biochemistry*, 19, 5734-5741.
- McMaster G J and Bushuk W. 1983. Protein-Carbohydrate Complexes in Gluten; Fractionation and Proximate Composition. *J. Cereal Sci.*, 1: 171-184.
- Ng P K W and Bushuk W. 1987. Glutenin of marquis wheat as a reference for estimating molecular weights of glutenin subunits by sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. *Cereal Chem.*, 64, 324-327.
- Özboy Ö. 1992. Değişik oranlarda buğday kepeği içeren unların ekmeğe verimi ve kalitesini düzeltme imkanları. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği A. B. D. Yüksek Mühendislik Tezi, 84 s, Ankara.
- Özkaya H ve Kahveci B. 1990. Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 14, Ankara, 150s.
- Roels S P and Delcour J A. 1996. Evidence for the Non-Glycoprotein Nature of High Molecular Weight Glutenin Subunits of Wheat. *J. of Cereal Sci.*, 24, 227-239.
- Tilley K A, Lookhart G L, Hoseney R C and Mawhinney T P. 1993. Evidence for Glycosylation of the High Molecular Weight Glutenin Subunits, 1,7,8, and 12 from Chinese Spring and TAM 105 Wheats. *Cereal Chem.*, 70, (5), 602-606.
- Tsen C C. 1964. Ascorbic acid as a flour improver. *The Bakers Digest*, 38(5), 44-47.
- Uluöz M. 1965. Buğday un ve ekmeğe analizleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No.57, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 95s.