BULGUR ÜRETİMİNİN PROTEİNLERİN ELEKTROFORETİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ[1]

EFFECT OF BULGUR PRODUCTION ON THE ELECTROPHORETIC PROPERTIES OF PROTEINS[1]

Özen ÖZBOY, Hamit KÖKSEL

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe, Ankara, Turkey

ÖZET: Bu çalışmada bulgur üretiminin proteinlerin elektroforetik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Buğdayın bulgura dönüşümü ile gliadin elektroforegramlarında protein bantlarının relatif intensitelerinde önemli düzeyde azalma gözlenmiş olup, bu azalma bakımından hem çeşitler arasında, hem de değişik relatif intensite bölgelerinde farklılık çıkmıştır. SDS-PAGE sonuçlarına göre buğdayın bulgura dönüşümü ile HMW glutenin bölgesinde belirgin bir farklılık saptanmamışken, LMW glutenin bölgesinde bant yoğunluklarının genel olarak arttığı belirlenmiştir. Ayrıca bulgur örneklerinin elektroforegramlarında protein bantlarının zemininde genel bir koyulaşma (streaking) görülmüştür.

ABSTRACT: In this study, the effects of bulgur production on the electrophoretic properties of proteins were investigated. The relative intensities of the gliadin bands from extracts of wheat to those from bulgur were decreased and became fainter significantly. The decrease in intensity showed variation for various groups of gliadin bands and also for different cultivars. As wheats are processed into bulgur, there was almost no change in HMW glutenin region, while the increases in intensity of the protein components in the LMW region were obtained as indicated by SDS-PAGE. There was also background streaking in the electrophoregrams of bulgur samples.

GİRİŞ

Buğday kalitesini belirleyen ana faktörlerden birisi proteinlerin yapısıdır. Bu nedenle çeşitli araştırmacılar buğday proteinlerinin yapısını ve biyokimyasal özelliklerini inceleyerek elde edilen bilgilerle buğday kalitesini açıklamaya çalışmışlardır. Ancak literatür incelendiğinde, geleneksel bir gıdamız olmasına karşın hem ülkemizde hem de dünyada bulgur üretimi sırasında tanenin yapısında meydana gelen değişiklikleri biyokimyasal açıdan ele alan araştırmalar yeterli değildir.

Poliakrilamid jeli üzerinde endosperm proteinlerinin elektroforez tekniği ile incelenmesi makarnalık buğday kalitesinin belirlenmesinde kullanılan testlerden birisidir. Proteinlerin elektroforez gibi birtakım tekniklerle analizi onların ekmek ve makarna kalitesine fonksiyonel katkısının daha iyi anlaşılmasında yararlı olmaktadır (BUSHUK, 1982). BUSHUK and ZILLMAN (1978) tarafından buğday proteinlerine uygulanan poliakrilamid jel elektroforez (PAGE) tekniği kullanılarak elde edilen gliadin elektroforegramlarındaki bazı protein bantları ile makarna pişme kalitesi arasında kesin ilişki olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından gösterilmiştir. Durum buğdayları PAGE ile gamma gliadin proteinlerine göre iki ana grupta sınıflandırılabilir. Bu gruplar arasındaki ana farklılık gamma-gliadinler bölgesinde farklı mobilitede proteinlerin bulunmasıdır. Grupların birincisinde mobilitesi 45 olarak belirlenen koyu renkli bir protein bandı mevcut olup, 38-42 mobilite bölgesinde protein bulunmamaktadır. Diğer grupta ise mobilitesi 42 olan koyu renkli bir protein bandı mevcut olup, 45 mobiliteli bant mevcut değildir. Ayrıca gamma-gliadin tipi 45 olan grup kuvvetli gluten özelliklerine, gamma-gliadin tipi 42 olan grup ise zayıf gluten özelliklerine sahiptir (KOSMOLAK *et al.*, 1980; DAMIDAUX et al., 1980; duCROS et al.,1982; KÖKSEL vd., 1992).

Düşük molekül ağırlıklı (LMW) gluteninlerle, 42 ve 45 mobiliteli gliadinler ve durum buğdayındaki glutenin viskoelastik özellikleri arasında ilişki olduğu gösterilmiştir (PAYNE *et al.* 1984). LMW glutenin'lerin gluten kuvvetinin sorumlu ajanı (bileşeni) olduğunu ve gliadinlerin ise sadece kalite markörü olduğu sonucuna varmışlardır.

[1] Bu çalışma Özen Özboy'un Doktora Tezinden alınmıştır (Hacettepe Üniversitesi Araştırma Fonu 94 02 010 001 ve Milli Produktivite Merkezi Projesi)

Durum buğdayı proteinlerinin fonksiyonel özelliklerindeki farklılığın, bu proteinlerin makarna yapımı sırasında birbirleriyle interaksiyona girerek veya agregatlar oluşturarak meydana getirdiği protein ağının kuvvetliliğine bağlı olduğu kabul edilmektedir. Meydana gelen protein ağının, şişen ve jelatinize olan nişasta granüllerini muhafaza ederek yüzey bozulmasını önleme yeteneğindeki farklılıkların kaliteyi belirlediği bildirilmektedir (DEXTER *et al.*, 1978; FEILLET, 1988). Bu nedenle bu proteinlerin makarna yapımı, kurutma ve pişirme gibi çeşitli aşamalardan geçirildikten sonra incelenmesinin çok yararlı bilgiler vereceği düşünülerek araştırmalar yapılmıştır. Bu amaçla yapılan bir çalışmada pişirme işlemi uygulanan makarnalarda bazı gliadinlerin etil alkolde çözünebilirliklerini kaybettikleri görülmüştür. Isıl işlem ile proteinlerin çözünmez hale geçmesi olayında her iki tipteki buğdaylar (42 ve 45) arasında büyük farklılık görülmemektedir. Durum buğdaylarında gliadinlerin elektroforez yöntemi ile incelendiği tüm bu araştırmalarda elektroforezin glutenin reolojik yapısı ile ilgili özellikleri tahminde çok güçlü bir araç olarak kabul edilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Diğer yandan makarna kalitesinde ikinci önemli unsur olan pişmiş makarna yüzey özellikleri çeşit karakteri olmakla birlikte yetişme yeri ve yetiştirme şartlarından çok fazla etkilenmektedir. Makarna pişme kalitesinin bu iki önemli bileşeninin bağımsız olduğu, reolojik özellikler ve elektroforeze göre yapılan seleksiyonun makarna yüzey özelliklerini düzeltmekte tamamen etkili olmayacağı göz önünde tutulmalıdır (AUTRAN et al., 1986).

Isının gluten proteinleri üzerine etkisi birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (PENCE et al., 1953; JEANJEAN et al., 1980; SCHOFIELD et al., 1983; LUPANO and ANON, 1987; ZAMPONI et al., 1990). SCHOFIELD et al. (1983), protein komponentleri üzerindeki kimyasal değişimin 55-75 °C sıcaklık aralığında olduğunu belirtmiştir. Araştırma sonucu, glutenin fraksiyonun en fazla 55-70 °C arasında etkilendiğini göstermiştir. PENCE et al. (1953) gliadinde görülen denatürasyonun, gluten kompleksinden daha yavaş olduğunu bulmuştur. Endosperm proteinlerindeki değişim üzerine çalışan diğer araştırmacılar da, glutenin fraksiyonunun, gliadin fraksiyonuna göre ısıya daha hassas olduğunu bulmuştur (LUPANO and ANON, 1987). DEXTER and MATSUO (1979) pişme sırasında spagettideki proteinlerin çözünebilirliklerinde ki değişimi incelemişler ve total tuzda çözünen proteinler (albuminler ve globulinler) ve çözünebilir gluten proteinlerinde (gliadin ve çözünür gluteninler) 12 dakikaya kadar hızlı bir düşme, bununla uyumlu olarak çözünmez proteinlerde ise artma olduğunu bulmuşlardır. JEANJEAN et al. (1980) ısının proteinlerin çözünürlüğüne etkisini incelemişler ve durum buğdaylarının makarna pişirme kalitesi ne kadar iyi ise, etanolde çözünen proteinlerin (gliadinler) ısıtma sırasında agregat oluşturma eğiliminin o kadar yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca bu durumun daha önceden de bahsedildiği gibi yüksek makarna pişme kalitesinden sorumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Bu araştırmada bulgur üretiminin buğdaydaki gliadin ve glutenin proteinleri üzerindeki etkisi incelenip, bulgur üretiminde kullanılan buğday çeşitleri üzerinde farklı etki yapıp yapmadığı araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmada Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan bazı makarnalık (Diyarbakır-81, Dicle-74, Fırat-93, Kunduru-1149, Kızıltan, Çakmak-79, Gökgöl) ve ekmeklik buğday çeşitleri (Kutluk, Gerek-79, Bezostaya, Atay-85, Köse, Kırkpınar) kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan örneklerden birisi olan ES 91/ MAKBVD-22 ise Eskişehir'de kurulan Makarnalık Buğday Bölge Verim Denemelerinden saf örnek olarak sağlanmıştır.

METOT

Bulgur Üretimi

Buğdaylar (1kg), nem içeriklerini yaklaşık % 45'e yükseltmek amacıyla, su ilave edilerek (1.3 L), 60 °C' lik su banyosunda, 3 saat tutularak ıslatılmışlardır. Islatılmış buğdaylar, nişastanın tamamen jelatinize olmasına yetecek şekilde, otoklavda (Funke Gerber, Webeco, Germany) basınç altında (1.2 atm) 121 °C' de

15 dakika pişirilmiştir. Pişmiş buğdaylar 10 dakika soğutulduktan sonra, nem içeriklerini % 10-13'e düşürmek amacıyla 60±2 °C' lik etüvde yaklaşık 18 saat süreyle kurutulmuşlardır. Kurutulmuş ürün, % 2 su ilave edilerek 30 dakika ıslatılmıştır. Böylece gevşemiş olan dış kepek, el ile ovalanarak ve plastik havanda dövülerek ayrılmıştır. Kepeği ayrılmış olan ürün, Falling Number Laboratory Mill 3303 kullanılarak kırılmış, aspirasyonla kalıntı kepek uzaklaştırılmıştır. Ürün daha sonra 0.5 mm açıklığa sahip elekten geçirilerek, daha küçük partiküller uzaklaştırılmıştır.

Elektroforetik Özellikler

Poliakrilamid Jel Elektroforez Yöntemi (PAGE) ile Gliadin Bant Desenlerinin Belirlenmesi

Poliakrilamid jel elektroforez tekniği (PAGE) ile buğday ve bulgur örneklerinin gliadin bant desenlerinin belirlenmesinde BUSHUK and ZILLMAN (1978) tarafından geliştirilen metodun değiştirilmiş şekli (KÖKSEL, 1990) kullanılmış, ayrıca jelin sertlik ve dayanımını artırmak amacı ile akrilamid konsantrasyonu % 6 'dan % 7' ye çıkarılmıştır.

Sodyum Dodesilsülfat Poliakrilamid Jel Elektroforezi (SDS-PAGE)

SDS-PAGE İçin Örnek Hazırlanması

Örneklerin hazırlanmasında FU and SAPIRSTEIN (1996)' ın yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Mikrosantrifüj (1.5 ml' lik) tüplerine alınan 50 mg örnekler % 50 1-propanol ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi üç basamakta gerçekleştirilmiştir.

Mikrosantrifüj tüplerindeki örnekler üzerine 500 µl % 50 1-propanol eklenmiş 30 dakika süresince 10 dakikada bir vortekslenmek suretiyle ekstrakte edilmiştir. Daha sonra örnekler 5 dakika santrüfüjlenmiş (11.600 x g), çözünen kısım ayrılmış ve çökelti üzerine 500 µl % 50 1-propanol eklenmiş 10 dakikada bir vortekslenerek 30 dakika süresince ekstrakte edilmiş, bu süre sonunda örnekler santrifüj edilmiştir. Son basamakta ise çökelti üzerine önceki basamaklarda olduğu gibi 500 µl % 50 1-propanol eklenmiş, ancak bu kez örnekler 1 dakika süresince vortekslenip ardından santrifüj edilmiştir. Ekstraksiyon işlemi tamamlandıktan sonra % 50 1-propanolde çözünmeyen kısımdaki (50 PI; propanol insoluble) ve çözünen kısımdaki (50 PS; propanol soluble) propanol ortamdan uzaklaştırıldıktan sonra üzerlerine 1000 µl ekstrakt seyreltme çözeltisi ilave edilerek 2 saat boyunca vortekslenmiş ve bu sürenin sonunda 2.5 dakika kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda örnekler santrifüjlenmiş ve jele uygulanmıştır. Ekstrakt seyreltme çözeltisi % 20 (v/v) gliserol, 0.063 M Tris, % 2 (w/v) SDS ve % 0.01 Pyronin Y (w/v) ile hazırlanmış, pH'sı 6.8.'e ayarlanmıştır. Elektroforez için örnek hazırlanması sırasında örnek sayısına bağlı olarak % 7 merkaptoetanol (ME) içerecek biçimde stoktan alınarak ekstrakt seyreltme çözeltisi hazırlanmıştır.

SDS- PAGE Yöntemi

Elektroforez işlemi NG and BUSHUK (1987) ve FU and SAPIRSTEIN (1996)' nın yöntemleri esas alınarak yapılmıştır. 160x180x1.5 mm boyutlarındaki iki adet jel kalıbına önce % 14 (w/v) akrilamid, % 0.06 (w/v) N,N'metilen bisakrilamid, 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 tetrametiletilendiamid (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. Protein örnekleri Hamilton Şırınga ile % 50 1-propanol' de çözünmeyen kısım için 6 µl alınıp jel üzerine uygulanmıştır. Elektroforez tampon çözeltisi 0.192 M glisin, 0.025 M Tris, % 1 (w/v) SDS içermektedir (pH 8.3). Elektroforez işlemi 25 mA/jel sabit akımda, 20 °C'de sabit sıcaklıkta, 4-4.5 saat sürede gerçekleştirilmiştir. Elektroforez işlemi tamamlandıktan sonra jeller Coomassie Brilliant Blue G-250 ile bir gece boyunca boyanmıştır. Boyama işleminden sonra elektroforez jellerinin fotoğrafları çekilerek değerlendirme yapılmıştır. Protein bantlarının moleküler ağırlıklarının saptanması amacıyla yüksek moleküler ağırlıklı protein

markörleri (Sigma Marker High Range; M-3788) kullanılmıştır. Protein markörü moleküler ağırlığı 205 kDa olan miyosin, 116 kDa olan β-galaktozidaz, 97 kDa olan fosforilaz b, 84 kDa olan fruktoz-6-fosfokinaz, 66 kDa olan bovin serum albumini, 55 kDa olan glutamat dehidrogenaz, 45 kDa olan ovalbumin ve 36 kDa olan gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz proteinlerini içermektedir.

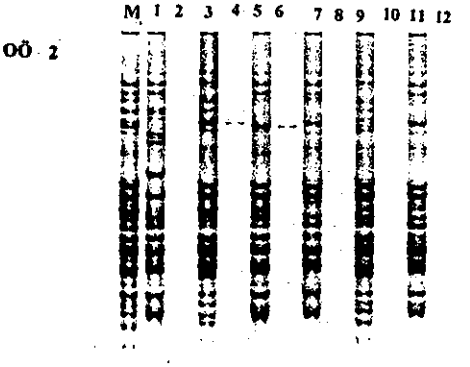
ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Elektroforetik Özellikler

Gliadin (PAGE) Elektroferez Sonuçları

Araştırmada yer alan bazı makarnalık (Diyarbakır-81, Dicle-74, Fırat-93, Kunduru 1149, Kızıltan, Çakmak-79, Gökgöl) ve ekmeklik buğday (Kutluk, Gerek-79, Bezostaya, Atay-85, Köse, Kırkpınar) çeşitlerine ait PAGE sonuçları Şekil 1. ve 2.' de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde buğday örnekleri ile bunlardan elde edilen bulgurların protein bantlarının nispi renk yoğunlukları (relative intensite) arasında farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Bulgura işleme ile elektroforegramlarda protein bantlarının relatif intensitelerinde önemli azalma gözlenmiş olup, bu azalma değişik relatif mobilite bölgelerinde farklı çıkmıştır. İşlem görmemiş buğday örneklerinin protein bantlarının nispi renk yoğunluğunun (relative intensite) daha fazla olduğu görülmüştür.

Şekil 1. **Makarnalık buğday (1,3,5,7,9,11,13) ve bulgur (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14) örneklerine ait PAGE sonuçları: M. Marquis, (1, 2): Diyarbakır, (3,4): Dicle - 74, (5, 6): Fırat-93, (7,8): Kunduru-1149, (9,10): Kızıltan, (11,12): Çakmak-79, (13,14): Gökgöl.**



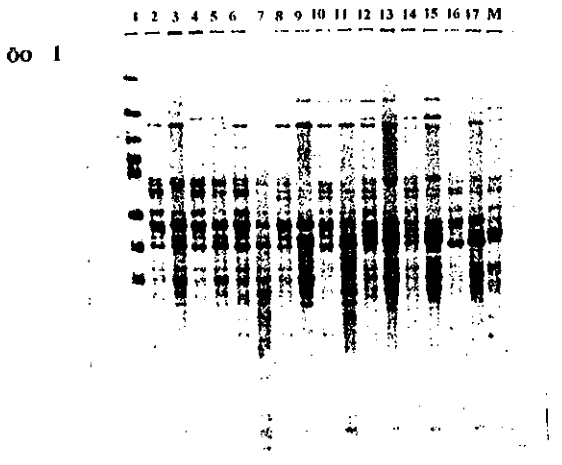
Şekil 2. **Ekmeklik buğday (1,3,5,7,9,11) ve bulgur (2,4,6,8,10,12) örneklerine ait PAGE sonuçları: M. Marquis, (1,2): Kutluk, (3,4): Gerek-79, (5,6): Bezostaya, (7,8): Atay-85, (9,10): Köse, (11,12): Kırkpınar.**

Bütün makarnalık çeşitlerde, buğdayın bulgura dönüşümü ile yüksek mobiliteli bantların kaybolduğu gözlenmiştir. Fakat düşük mobiliteli bantlar belirli ölçüde korunmuş ve bu bantlardaki değişiklikler bakımından çeşitler arasında farklılıklar görülmüştür. 45 relatif mobiliteli gamma-gliadin bantını içeren Kunduru-1149 ile 42 relatif mobiliteli gamma-gliadin bantını içeren Kızıltan ve Çakmak-79 çeşitlerinde düşük mobiliteli bantların, diğer çeşitlere kıyasla tamamen kaybolmadığı ancak intensitelerinde önemli bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Kunduru-1149 çeşidinde buğdaydan bulgura dönüşümde sadece 19, 22 ve 27 mobiliteli bantlar az da olsa intensitelerini korumuşken, Kızıltan ve Çakmak-79 çeşitlerinde 19, 22, 27 mobiliteli bantların yanısıra 29, 30 ve 32 mobiliteli bantların, intensitelerinin düşmelerine rağmen tamamen kaybolmadığı görülmüştür. Genel olarak elektroforegramlar incelendiğinde buğdaydan bulgura dönüşümde, Kunduru 1149 çeşidi hariç, 45 mobiliteli markör protein içeren çeşitlerde (Diyarbakır-81, Dicle-74, Fırat-93, Gökgöl), 42 mobiliteli markör protein içeren çeşitlere (Kızıltan, Çakmak-79) göre protein bantlarının daha erken kaybolduğu gözlenmiştir.

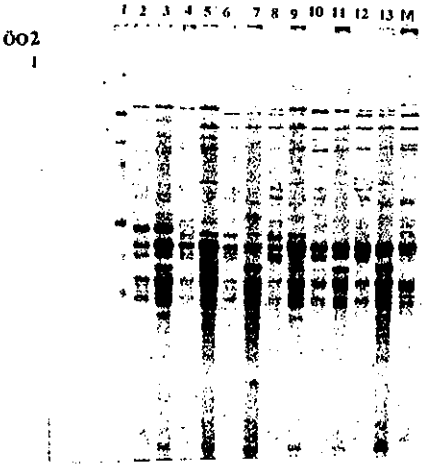
Çalışmada yer alan ekmeklik buğday çeşitlerinde de, makarnalık çeşitlerde olduğu gibi buğdayın bulgura dönüşümü ile yüksek mobiliteli bantların kaybolduğu gözlenmiştir. Düşük mobiliteli bantlar bakımından yapılan kıyaslama sonucuna göre, genel olarak bu bantların intensitelerinin önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir. Benzer sonuç ÖZKAYA vd. (1993a) tarafından da tespit edilmiş olup, bu çalışmada açıkta veya otoklavda pişirilen ve her iki yöntemle (güneşte veya etüvde) kurutulan bulgurlarda protein bantlarının nispi renk yoğunlukları buğday örneklerine göre büyük ölçüde azalma göstermiştir. Ayrıca nisbi renk yoğunluğunda görülen azalma tüm relatif mobilite seviyelerinde aynı düzeyde olmamıştır. Özellikle buğdaylarda mevcut olan yüksek mobiliteli gliadin bantları bulgurlarda kaybolmuştur. Bu örneklerde orijinde protein bulunduğunu gösteren mavi renkli bir bant mevcut olmayıp jele uygulanan proteinin hemen hemen tümü jele girmiştir. Protein bantlarının renk yoğunluklarının azalmasının nedeni olarak alkolde çözünür özellikte olan proteinlerin ısıl işlem sonucu çözünebilirliklerinin azaldığı düşünülebilir.

SDS-PAGE Elektroforez Sonuçları

Araştırmada yer alan bazı makarnalık (Diyarbakır-81, Dicle-74, Fırat-93, ES 91 / MAK BVD-22, Kunduru 1149, Kızıltan, Çakmak-79, Gökgöl) ve ekmeklik (Kutluk, Gerek-79, Bezostaya, Atay-85, Köse, Kırkpınar) buğday çeşitlerine ait SDS-PAGE sonuçları Şekil 3. ve 4.' de verilmiştir. Bulgur üretiminin, proteinler üzerine etkisi, proteinlerin çözünürlüklerinde meydana gelebilecek farklılıklar düşünülerek FU and SAPIRSTEIN (1996)' nın yöntemi kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu yönteme göre örnekler % 50 1-propanol ile ekstrakte edilerek % 50 1-propanolde çözünmeyen (50 PI) ve % 50 1-propanolde çözünen (50 PS) fraksiyonlara ayrılmıştır. Proteinlerin çözünürlüklerinin farklı olmasından dolayı 50 PI protein temel olarak monomerik proteinlerin bulunmadığı polimerik gluteninleri kapsamaktadır, 50 PS protein ise monomerik proteinler ile polimerik gluteninlerin karışımıdır. PAGE sonuçları göz önünde tutulduğunda, bazı proteinlerin ısıl işlem sonucu çözünürlüklerini kaybetmesi nedeniyle, SDS-PAGE analizlerinde sadece 50 PI örnekleri ile çalışılmıştır.



Şekil 3. **Makarnalık buğday (2,4,6,8,10,12,14,16) ve bulgur (3,5,7,9,11,13,15,17) örneklerine ait SDS-PAGE sonuçları: 1: Protein markörleri, M: Marquis, (2,3): Diyarbakır, (4,5): Dicle-74, (6,7): Fırat-93, (8,9): ES 91/MAKBVD-22, (10, 11): Kunduru-1149, (12,13): Kızıltan, (14,15): Çakmak-79, (16,17): Gökgöl.**



Şekil 4. **Ekmeklik buğday (2,4,6,8,10,12) ve bulgur (3,5,7,9,11,13) örneklerine ait SDS-PAGE sonuçları: 1: Protein markörleri, M. Marquis, (2,3): Kutluk, (4,5): Gerek-79, (6,7): Bezostaya, (8,9): Atay-85, (10,11): Köse, (12,13): Kırkpınar.**

Makarnalık çeşitlerde SDS-PAGE sonuçları incelendiğinde buğdayın bulgura dönüşümü ile relatif bant yoğunluklarının genel olarak arttığı gözlenmiştir. Çeşitler arasında buğdayın bulgura dönüşümü ile HMW glutenin bölgesinde belirgin bir farklılık saptanamamıştır. Bununla birlikte LMW glutenin bölgesinde (MW; 66,000-36,000) bant yoğunluklarının genel olarak arttığı görülmektedir. Bu durum ısıl işlem etkisiyle protein çözünürlüğünde meydana gelen azalmadan kaynaklanabilir. Üç kez % 50' lik 1-propanol ile ekstraksiyon sonucu bulgur örneklerinde daha fazla çözünmeyen protein kalmıştır. Ayrıca bulgur örneklerinde protein

bantlarının zemininde genel bir koyulaşma (streaking) görülmektedir. Bu ise ısıl işlem sonucu denatüre olan proteinlerin sekonder bağlar aracılığı ile agregasyona uğraması ve daha sonra elektroforez işlemi sırasında elektrik alanı etkisiyle değişik zamanlarda agregattan ayrılarak jele girmesinden kaynaklanmış olabilir. Bu nedenle bu proteinler spesifik protein bantları halinde ayrılmamıştır.

Ekmeklik çeşitler de SDS-PAGE sonuçları bakımından incelendiğinde, makarnalık buğday çeşitlerine benzer şekilde, buğdayın bulgura dönüşümü ile relatif bant yoğunluklarının genel olarak arttığı gözlenmiştir. Çeşitler arasında buğdayın bulgura dönüşümü ile HMW glutenin bölgesinde belirgin bir farklılık saptanamamıştır. Ancak özellikle MW; 55,000-36,000 olan LMW glutenin bölgesinde bant yoğunluklarının buğdayın bulgura dönüşümü ile belirgin şekilde arttığı saptanmıştır. Bunun da makarnalık çeşitlerde olduğu gibi, yukarıda bahsedilen nedenlerden kaynaklanmış olduğu tahmin edilmektedir.

TEŞEKKÜR

Elektroforez denemelerinin gerçekleşmesi sırasındaki yardımlarından dolayı Yük. Müh. Hande Demiralp Karacan'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

AUTRAN, J.C., ABECASIS, J. and FEILLET, P, 1986, Statistical Evaluation of Different Technological and Biochemical Test for Quality Assessment in Durum Wheats, *Cereal Chemistry,* 63, 390-394.

BUSHUK, W., 1982, Wheat Proteins, Their Properties and Role in Breadmaking Quality of Flour, Ch.D-4, In: Grains and Oilseeds- Handling, Marketing, Processing, *Canadian International Grains Institute,* Winnipeg, 531-551.

BUSHUK, W. and ZILLMAN, R.R., 1978, Wheat Cultivar Identification by Gliadin Electrophoregrams, I. Apparatus, Method and Nomenclature, *Can. J. Plant Sci.,* 58, 505-515.

DAMIDAUX, R., AUTRAN, J.C. and FEILLET, P., 1980, Gliadin Electrophoregrams and Measurement of Gluten Viscoelasticity in Durum Wheats, *Cereal Foods World,* 25, 754-756.

DEXTER, J.E. and MATSUO, R.R., 1979, Effect of Water Content on Changes in Semolina Proteins During Dough Mixing, *Cereal Chem.,* 56, 15.

DEXTER; J.E., DRONZEK, B.L, and MATSUO, R.R., 1978, Scanning Electron Microscopy of Cooked Spaghetti, *Cereal Chemistry,* 55, 23-27.

duCROS, D.L., WRINGLEY, C.W, and HARE, R.A., 1982, Prediction of Durum Wheat Quality from Gliadin Protein Composition, Aust. J. Agric. Res., 33, 429-433.

FEILLET, P., 1988, Protein and Enzyme Composition of Durum Wheat, Ch. 5 In: Durum Wheat: Chemistry and Technology, AACC Inc. St Paul, MN, USA, 93-119.

FU, B.X. and SAPIRSTEIN, H.D., 1996, Procedure for Isolating Monomeric Proteins and Polimeric Glutenin of Wheat Flour, Cereal Chemistry, 73, 143- 152.

JEANJEAN, M.F., DAMIDAUX, R.and FEILLET, P., 1980, Effect of Heat Treatment on Protein Solubility and Viscoelastic Properties of Wheat Gluten, Cereal Chem., 57, 325.

KOSMOLAK, F.G., DEXTER, J.E., MATSUO, R.R., LEISLE, D. and MARCHYLO, B.A., 1980, A Relationship Between Durum Wheat Quality and Gliadin Electrophoregrams, Can. J. Plant Sci., 60, 427- 432.

KÖKSEL, H., 1990, Triticum durum Islah Programındaki Bazı Buğdayların Kalitelerinin Tespitinde Yeni Tekniklerin Uygulanması Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, A. Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara, 115.

KÖKSEL, H., ÖZKAYA, H., ATLI, A., KOÇAK, N., 1992, Elektroforez Tekniği ile Makarnalık Buğdaylarda Kalite Belirlenmesi, Doğa, 16, 392-399.

LUPANO, C.E. and ANON, M.C., 1987, Denaturation of Wheat Endosperm Proteins During Drying, Cereal Chem., 64(6), 437-442.

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.

ÖZKAYA, B., KÖKSEL, H. ve ÖZKAYA, H., 1993a, Bazı Buğday Çeşitlerinden Farklı Yöntemlerle Üretilen Bulgurların Bazı Vitamin ve Mineral İçerikleri ile Proteinlerin Elektroforetik ve Nişastalarının 'Birefringence' Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2(4), 36-56.

PAYNE, P.I., JACKSON, E.A. and HOLT, L.M., 1984, The Association Between Gamma-Gliadin 45 and Gluten Strength in Durum Wheat Varieties: A Direct Casual Effect or the Result of Genetic Linkage?, J. Cereal Sci., 2, 73-77.

PENCE, J.W., MOHAMMED, A. and MECHAM, D.K., 1953, Heat Denaturation of Gluten, Cereal Chem., 30, 115.

SCHOFIELD, J.D., BOTTOMLEY, R.C., TIMMS, M.F. and BOOTH, M.R., 1983, The Effect of Heat Gluten and the Involment of Sulphydryl-Disulphide Interchange Reactions, J. Cereal Sci., 1, 241.

ZAMPONI, R.A., GINER, S.A., LUPANO, C.E. and ANON, M.C., 1990, Effect of Heat on Thermal and Functional Properties of Wheat, J. Cereal Sci., 12, 279-287.