

Ekstrüzyon Koşullarının Farklı Buğday Unları Kullanılarak Üretilen Tarhanaların Çözünürlüğüne ve Su Absorpsiyonuna Etkileri¹

Zeliha YILDIRIM¹

Recai ERCAN²

Geliş Tarihi: 25.03.2004

Özet: Bu çalışmada, ekstrüzyon ile pişirme koşullarının farklı buğday unları kullanılarak üretilen tarhanaların çözünürlük (SÇİ) ve su absorpsiyon (SAİ) özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla üç farklı buğday unu (buğday unu, ekstrüde edilerek jelatinize edilmiş buğday unu ve tam buğday unu) kullanılarak hazırlanan tarhana örnekleri; farklı sıcaklık dereceleri (120, 140 ve 160 °C) ve vida dönüş hızlarında (80, 120 ve 160 rpm) çift vidalı ekstrüder ile ekstrüde edilmiş ve ekstrüzyon tekniği ile üretilen tarhanalar, geleneksel teknik uygulanarak üretilen tarhanalar ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda; her üç buğday unu kullanımında da ekstrüzyon ile üretilen tarhana örneklerinin SÇİ ve SAİ değerlerinin; geleneksel teknikle üretilen tarhana örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, her iki tarhana üretim tekniğinde de; jelatinize edilmiş buğday unu kullanımı SÇİ ve SAİ değerlerini önemli düzeyde artırmıştır. Uygulanan sıcaklık, vida hızı ve kullanılan un tipindeki değişim ekstrüde edilmiş tarhana özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptirler. Ekstrüzyon sırasında, SAİ üzerinde un tipi, sıcaklık x un tipi ve vida hızı x un tipi interaksiyonlarının etkisi görülürken, SÇİ değerleri üzerinde bireysel parametrelerin yanında sıcaklık x un tipi ve vida hızı x un tipi interaksiyonlarında önemli etkilere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak; ekstrüzyon tekniği uygulanarak jelatinize edilmiş un kullanımının; direk olarak tüketime hazır tarhana üretimi (instant) için uygun olacağı kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: tarhana, ekstrüzyon, çözünürlük, su absorpsiyon indeksi

The Effects of Extrusion Cooking Conditions on Solubility and Water Absorbtion of Tarhana Produced with Different Types of Wheat Flour

Abstract: In this study; the effects of extrusion conditions on solubility (WSI) and water absorbtion (WAI) properties of tarhana produced with different wheat flours were evaluated. With this purpose of comparing properties of traditional and extruded tarhana; tarhana samples prepared with different wheat flours (white wheat flour, pregelatinized wheat flour and whole wheat flour) were extruded at different barrel temperatures (120, 140 and 160 °C) and screw speeds (80, 120 and 160 rpm) by using a twin screw extruder. At the end of the study; it was determined that values of WSI and WAI of extruded tarhana samples were higher than that of traditional tarhana samples. Additional, in both tarhana production techniques; usage of pregelatinized wheat flour were increased WAI and WSI values significantly. The barrel temperature, screw speed and type of wheat flours have important effects on the properties of extruded tarhana. It was observed that while flour type, interactions of barrel temperature X flour type and screw speed X flour type had important effects on WAI, both individual parameters and interactions of barrel temperature X flour type and screw speed X flour type had important effects on WSI during extrusion. As a result, usage of pregelatinized flour by extrusion technique in tarhana production should be suitable for instant soup production.

Key Words: tarhana, extrusion, solubility, water absorbtion index

Giriş

Günümüzde çalışan nüfusun artmasıyla birlikte, tüketiciler alışılmış beslenme alışkanlıklarını sürdürmenin yanı sıra mutfakta kalış süresini azaltan ürünlere yönelmektedirler. Ayrıca farklı tat-koku ve yapıya sahip olan yeni geliştirilmiş gıdalar tüketicinin ilgisini çekmekte ve bu tür ürünlerin üretimi ve tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Ekstrüzyon tekniğinin geliştirilerek farklı alanlarda uygulanabilir olmasıyla birlikte; bu tekniği kullanarak yeni ürünler geliştirme çalışmaları hız kazanmıştır.

Tarhana, Türklerin yüzyıllardır tükettikleri gıdalardan birisidir. Tarihi eserlerde kökeni hakkında kesin bir bilgiye rastlanmamış olmasına rağmen, tarhananın Orta Asya'dan göç eden Türkler tarafından Anadolu'ya, Orta Doğu, Macaristan ve Finlandiya'ya M.Ö. 450 yıllarında yayılmış

olduğu tahmin edilmektedir (Özbilgin 1983). Macaristan'da "tahonya", Finlandiya'da "talkuna", Bulgaristan'da "turkhana", Sırbistan'da ise "tarana" adı ile tanımlanan tarhana benzeri ürünlerin tüketildiği belirtilmektedir (Siyamoğlu 1961, Özbilgin 1983, Öner ve ark. 1993).

Tarhanaya hem isim olarak hem de üretim tekniği olarak en çok benzeyen ürün ise Yunanistan'da üretilmekte ve "trahana", "kapestoes" veya "zamparicos" adlarıyla da bilinmekte ve ülkemizdeki gibi yörelere göre çeşitlilik göstermektedir (Kurmann ve ark. 1992, Steinkraus 1992, Steinkraus 1996).

Ülkemizde çoğunlukla ev koşullarında üretilmekte olan tarhana, buğday ürünlerinin yoğurt veya ekşi süt katılarak laktik asit fermentasyonuna tabi tutulmasıyla

¹ Doktora Tezi'nden hazırlanmış ve Ankara Üniv. Araştırma Fonu (2001-07-11-040) tarafından desteklenmiştir.

² Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Ankara İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü-Ankara

³ Ankara Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü-Ankara

üretilebilir, yarı hazır bir gıda maddesidir. Uygulamada genel olarak yoğurt, buğday unu, domates, soğan ve baharat karışımları ile beraberce yoğurulmakta; doğal mikroflorayla ya da ekmek mayası (*S.cerevisiae*) ilavesiyle gerçekleşen 1-5 günlük fermentasyondan sonra geleneksel olarak güneşte kurutulmakta ve öğütülmektedir.

Protein ve vitamin yönünden zengin bir ürün olan tarhana; düşük rutubet miktarı (% 6 - 9) ve düşük pH değerine (3.8 - 4.2) sahip olduğundan, patojenler ve bozulmaya neden olan organizmalar için elverişsiz bir ortam sağlamaktadır (Özbilgin 1983, Temiz ve Pirkul 1990, Steinkraus 1992, İbanoğlu ve ark. 1995, Steinkraus 1996).

Yüksek sıcaklık kısa süre (HT/ST) tekniğinin uygulandığı bir işlem olan ekstrüzyon ile pişirme kısaca; yoğurma, ısıtma işlemi uygulama ve kesme gibi değişik işlem aşamalarından biri veya bir kaçının kombinasyonu ile ingredientlere şekil vermek ve/veya pişirmek için dizayn edilen başlıktan materyalin dışarıya çıkmaya zorlanması şeklinde tanımlanmaktadır (Hauck 1994).

Ekstrüzyon işlemi ürün özelliklerinde önemli değişikliklere neden olan 3 temel işlem basamağını içermektedir. a) ekstrüder başlığında ürünün ortam atmosferine çıkışı ile serbest kalan ve kabarmayı sağlayan yüksek basınç uygulaması, b) hammadde karışımına ısı uygulaması ve c) vida dönüşü ile karışıma transfer edilen mekanik enerjinin yoğunluğuna ve karışımın ilerlediği silindirin şekil ve boyutuna bağlı olarak meydana gelen kesme işleminin uygulanmasıdır (Harper 1989).

Ham nişastanın oda sıcaklığında suyu absorbe edemediği ve viskozitesinin ise sıfıra yakın olduğu belirtilmektedir (Mercier ve ark. 1989). Ekstrüde edilmiş nişasta ise suyu kolaylıkla absorbe etmekte ve oda sıcaklığında hamur oluşturmaktadır. Nişastanın suda çözünürlüğü ekstrüzyonla pişirme sonucunda artmaktadır. Ancak nişasta çeşidine ve bileşimine bağlı olarak su absorpsiyon miktarı ve çözünürlük miktarı değişim göstermektedir (Colonna ve ark. 1989).

Su absorpsiyon indeksi (SAI) birim ağırlıktaki kuru maddeden elde edilen jel miktarı olarak tanımlanmaktadır. SAI soğuk hamur viskozitesi ile direkt olarak ilişkilendirilmektedir. Çünkü yalnızca zarar görmüş olan nişasta granülleri oda sıcaklığında suyu absorbe edip şişmektedirler. Bunun sonucunda ise viskozitede artış meydana gelmektedir (Colonna ve ark. 1989).

Su absorpsiyonu 135 °C ile 225 °C arasında değişen sıcaklık aralığında, 175 °C ye dek artmakta daha sonra ise azalmaktadır. Rutubet miktarlarının %14 den % 25' e artmasıyla SAI değerleri artış göstermektedir. Bu sırada SAI değerleri (g jel/g kuru örnek) 0.8'den 8.3'e ulaşmaktadır. Tüm bu veriler, SAI değerinin nişastanın moleküler degradasyonunu ortaya koyan iyi bir parametre olduğunu göstermektedir. Bunun yanında partikül iriliğinin, besleme oranının ve vida geometrisinin de SAI değerini etkilediği belirtilmektedir (Anderson ve ark. 1989).

SAI analizinde elde edilen süzütünün madde miktarı olarak tanımlanan suda çözünürlük indeksi (SÇİ) değerleri

artan sıcaklık ve azalan rutubet koşullarında ise sürekli bir artış göstermektedir. SÇİ işlem koşullarından ve hammadde kompozisyonundan etkilenmektedir (Anderson ve ark. 1970). En iyi çözünürlük indekslerinin yüksek termal ve mekanik enerji girişinin olduğu durumlarda elde edildiği bildirilmektedir. Ayrıca artan amiloz miktarları SÇİ de azalma ile sonuçlanmaktadır (Sokhey ve Chinnaswamy 1992).

Bu araştırma kapsamında, üç farklı buğday unu (buğday unu, jelatinize edilmiş un ve tam buğday unu) kullanılarak hazırlanan tarhana formülasyonları, farklı sıcaklık dereceleri ve vida dönüş hızları uygulanarak ekstrüde edilmiştir. Ekstrüzyon tekniği uygulanarak üretilen tarhanaların çözünürlüğü geleneksel metod uygulanarak üretilen tarhanaların çözünürlüğü ile karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak seçilen ingredientler (buğday unu ve tam buğday unu (Gold Medal, A.B.D.), soğan, domates salçası, tuz ve baharat) Lincoln - Nebraska'daki (A.B.D.) markelerden satın alınmıştır.

Tarhana kompozisyon değişkeni olarak üç farklı un (buğday unu (BU), jelatinize edilmiş buğday unu (JU) ve tam buğday unu (TBU)) kullanılmıştır.

Jelatinize edilmiş un eldesi; buğday ununun 120 °C sıcaklık ve 120 rpm vida dönüş hızı ile % 22 rutubette çift vidalı Brabender marka laboratuvar tipi ekstrüder (Model CTSE-V, C. W. Brabender Instruments, Inc., South Hackensack, NJ) kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstrüdatlar, tarhana karışımlarının yapımında kullanılmadan önce hava sirkülasyonlu odada 40 °C'de gece boyunca kurutulmuştur. Kurutulan ekstrüdatlar çekiçli değirmende öğütülerek kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Torba yoğurdu ise; % 4 oranında yağ içeren inek sütü ile yoğurt yapıldıktan sonra bez torbadan süzülerek elde edilmiştir. Baharat olarak kullanılan nane, maydanoz ve kırmızı biber toz formda satın alınmıştır. Soğan rutubet miktarını düşürmek amacıyla küçük parçalar halinde doğandıktan sonra % 50 oranında kurutulmuştur.

Ekstrüzyon işleminden önce homojen bir karışım hazırlamak için ilk önce un, baharat ve tuz Hobart marka mikser (Model C-100, Hobart Co., Troy, OH) kullanılarak karıştırılmıştır. Daha sonra sırasıyla doğranmış ve yarı yarıya kurutulmuş soğan, domates püresi ve yoğurt karışıma ilave edilerek mikserle 2 dakika karıştırılmıştır. Ekstrüde edilecek olan tarhanalar 1 gün 37 °C de ağızları kapatılarak plastik bidonlar içinde fermentasyona bırakılmıştır. Geleneksel tarhana üretiminde ise tüm ingredientler aynı şekilde karıştırıldıktan sonra 4 gün 37 °C de ağızları kapatılarak plastik bidonlar içinde fermentasyona bırakılmıştır. Tüm örnekler fermentasyon sonunda hava sirkülasyonlu odada 40 °C'de bir gece boyunca kurutulmuştur.

Uygulanan tarhana formülasyonu Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Uygulanan tarhana formülasyonu

Kullanılan ingredientler	Miktar (%)
Un	50.00
Torba Yoğurdu	25.00
Domates Püresi	6.50
Soğan	13.00
Tuz	4.00
Baharat (Maydanoz, nane, kırmızı toz biber)	1.50

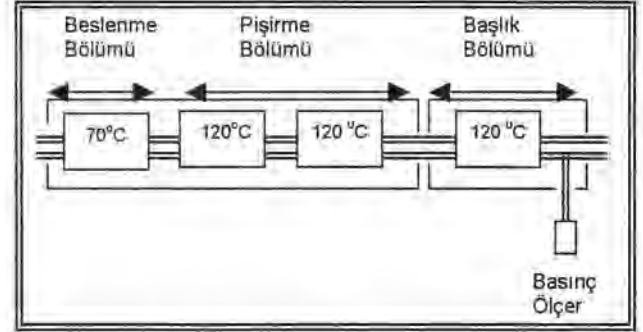
Kurutma sonunda ekstrüde edilen tarhana örnekleri çekiçli değirmende öğütülmüştür. Elde edilen kuru tarhanaların rutubet miktarları % 27 olacak şekilde su ilave edilerek ayarlanmıştır. Tüm kütlelerin suyu homojen olarak çekmesi için tarhana örnekleri bir gece ağı kapaklı plastik bidonlarda bekletilmiştir.

Ekstrüzyon ile tarhana üretimi Amerika Birleşik Devletleri'nde Nebraska Üniversitesi – Lincoln, Biyolojik Sistem Mühendisliği Bölümüne ait olan çift vidalı Brabender marka laboratuvar tipi ekstrüder (Model CTSE-V, C. W. Brabender Instruments, Inc., South Hackensack, NJ) (Şekil 3.2.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ekstrüzyon koşulları; besleme kısmındaki sıcaklık 70 °C'de sabit tutulurken, namlu sıcaklıkları 120, 140 ve 160 °C; vida dönüş hızları 80, 120, 160 rpm olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 1). Ekstrüzyon sırasında elle besleme yapılmıştır.

Karıştırma elemanları olmayan vidaların çapı 4.3 cm'den 2.8 cm'e azalmakta ve uzunluğu 36.5 cm ve vidaların sıkıştırma oranı 3:1'dir. Ekstrüder başlığının çapı 3.0 mm ve uzunluğu 15.0 mm'dir. Ekstrüzyon sırasındaki sıcaklık ve basınç değişimleri transdüktör (Model PT428 20-A Dynisco) yardımı ile gözlemlenmiştir. Ekstrüzyon sırasındaki basınç, namlu ve başlık sıcaklıkları, vida dönüş hızı ve tork bilgisayara bağlı kontrol ünitesi (PL2000, C. W. Brabender) ile Programloader version 3.1.4 software (Brabender PL2000 Test Program) kullanılarak kaydedilmiştir.

Ekstrüder koşulları stabil olana dek mısır kırması ile besleme yapılmıştır. Ekstrüder stabil döndürme gücü, basınç ve sıcaklık koşullarına ulaştığı zaman, örnekler ekstrüde edilmeye başlanmıştır. Ekstrüzyon sonucunda elde edilen örnekler ve geleneksel olarak üretilen tarhana örnekler hava sirkülasyonlu odada 40 °C'de gece boyunca kurutulduktan sonra 0.5 mm'lik elekten geçecek şekilde micro-mill değirmende (Powdertec 3090, Tecator, Inc., Germany) öğütülmüştür. Öğütülen örnekler hava ve rutubet almayacak şekilde polietilen torbalar içine paketlenmiş ve oda sıcaklığında ışık almayacak şekilde muhafaza edilmişlerdir.

Su absorpsiyon indeksi (SAI) Anderson ve ark. (1969) tarafından açıklanan metodun modifikasyonu ile yapılmıştır. Rutubet miktarı bilinen 2.5 g tarhana (<60 mesh) darası alınmış, 50 mL'lik santrifüj tüpüne tartıldıktan sonra üzerine 30 mL 30 °C'lik su ilave edilmiş ve yaklaşık olarak 30 dakika boyunca belli aralıklarla çalkalanmışlardır. Bu sürenin sonunda 3500 devirde 15 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüjleme sonunda elde edilen sıvı faz darası alınmış kurutma kaplarına



Şekil 1. Ekstrüder içindeki sıcaklık bölgelerinin şematik görüntüsü

dikkatli bir şekilde süzölmüştür. Tüpte kalan jel tartılarak su absorpsiyon indeksinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Sonuçlar g jel/g kuru örnek cinsinden verilmiştir (Anderson ve ark. 1969).

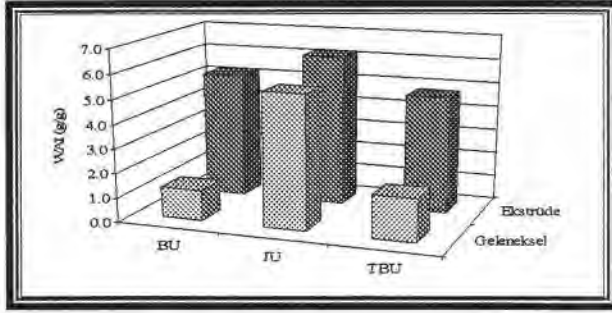
Su absorpsiyon indeksinde elde edilen sıvı faz darası alınmış kurutma kaplarında 104 °C de 24 saat süre ile kurutulmuş ve birim ağırlıktaki suda çözünürlük indeksi hesaplanmıştır. Elde edilen kuru madde suda çözünürlük indeksinin (SÇİ) hesaplanmasında kullanılmıştır. Sonuçlar % cinsinden verilmiştir (Anderson ve ark. 1969).

İstatistik Değerlendirme : Deneme un tipi BU, JU ve TBU olmak üzere 3 seviyeli, ekstrüder sıcaklığı 120, 140 ve 160 °C olmak üzere 3 seviyeli ve vida hızı 80, 120 ve 160 rpm olmak üzere 3 seviyeli faktörlerinin çalışıldığı 3 x 3 x 3 faktöriyel düzenleme şeklinde 3 bloktan meydana gelen tam şansa bağlı deneme planına göre yürütülmüş olan çalışmadan elde edilen bulgular Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümünde istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Kontrol örnekleri olarak değerlendirilen geleneksel metodla üretilmiş olan tarhanalar ile ekstrüde edilmiş tarhanalarda varyans analizi ve Dunnet değerlendirme Minitab İstatistik paket programı ile yapılmıştır. Kontrol ile yapılan karşılaştırmada bütün örneklerde un tipi, sıcaklık ve vida hızı dikkate alınarak yapılmıştır. Statistica V 6.0 paket programı kullanılarak ekstrüde edilmiş tarhanalar ekstrüzyon koşullarının etkilerini tespit etmek amacıyla kendi içlerinde varyans analizine tabi tutulmuştur (Yurtsever 1984).

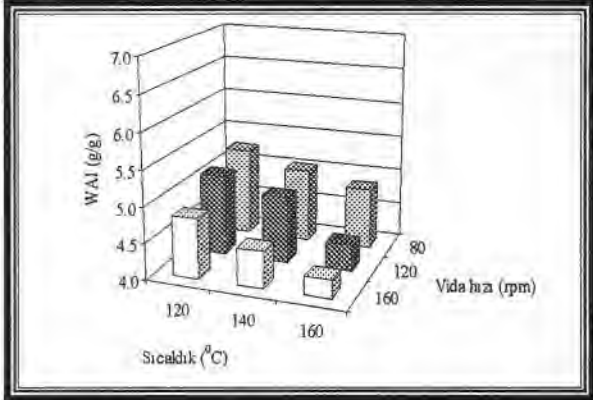
Bulgular ve Tartışma

Tarhanaların su absorpsiyonu indeksi üzerine üretim tekniklerinin etkisi Şekil 2'de görülmektedir.

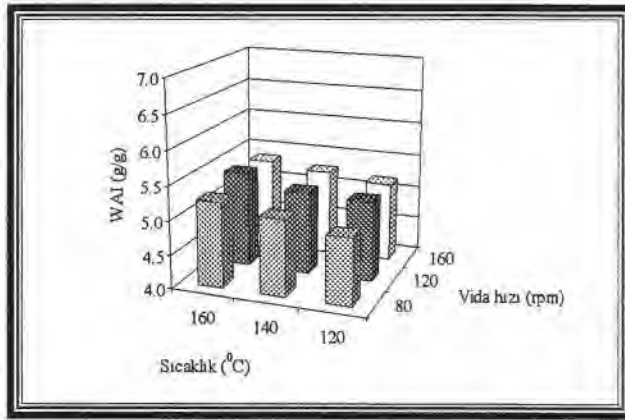
Tarhana üretiminde uygulanan her iki üretim tekniğinde de, en yüksek SAI değerleri JU kullanımında elde edilmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen tarhanalarda en düşük SAI değeri BU kullanımında elde edilirken, ekstrüde tarhanalarda en düşük SAI değeri TBU kullanımında elde edilmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen tarhanalarda TBU kullanımında SAI değerinde belirlenen artışa içerdiği kepeğin neden olduğu düşünülmektedir.



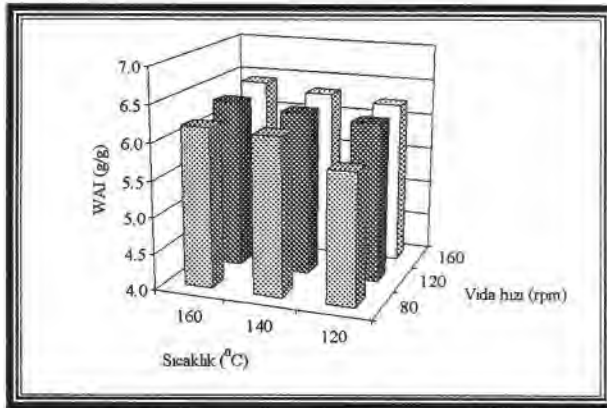
Şekil 2. Farklı unlar kullanılarak ekstrüzyonla ve geleneksel yöntemle üretilen tarhanalardaki su absorpsiyon indeksi



Şekil 5. Değişik ekstrüzyon koşulları altında TBU kullanılarak üretilen tarhanalarda SAI değişimi



Şekil 3. Değişik ekstrüzyon koşulları altında BU kullanılarak üretilen tarhanalarda SAI değişimi



Şekil 4. Değişik ekstrüzyon koşulları altında JU kullanılarak üretilen tarhanalarda SAI değişimi

Çizelge 2. Kontrol örneği olan geleneksel tarhanalar ile ekstrüde edilmiş tarhanaların su absorpsiyon indeksi değerlerinin karşılaştırılması

Değişken	SD	KT	K.O	F	P-değeri
Un Tipi	3	83.324	27.775	66.14	0.000*
Hata	86	36.112	0.420		
Genel	89	119.436			

Her üç un tipinde de; ekstrüde tarhanaların SAI değerlerinde geleneksel tarhanalara göre artış gözlemlenmiştir. Bu artış BU kullanımında yaklaşık olarak % 76.03, JU kullanımında % 12.34 ve TBU kullanımında ise % 63.67 olarak bulunmuştur.

Kontrol örneği olarak ele alınan geleneksel metod ile üretilen tarhanalarla ekstrüde edilmiş tarhanaların un tipine göre istatistiksel olarak karşılaştırılması Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'den de görüleceği üzere su absorpsiyon indeksi üzerine en önemli faktör kullanılan un tipidir ($P < 0.001$). Sıcaklık ve vida hızının etkisinin de aynı derecede öneme sahip olduğu tespit edilmiştir.

Ekstrüzyon tekniği ile tarhana üretiminde SAI değerlerinde meydana gelen değişim BU kullanımında Şekil 3'de, JU kullanımında Şekil 4'de ve TBU kullanımında ise Şekil 5'de verilmiştir.

SAI değerleri; sıcaklık ve vida hızına bağlı olarak BU kullanımında 4.97 – 5.40 g jel/g kuru örnek, JU kullanımında 5.80– 6.42 g jel/g kuru örnek ve TBU kullanımında ise 4.25 – 5.25 g jel/g kuru örnek arasında değişim göstermektedir.

Ekstrüzyon tekniği ile tarhana üretiminde SAI değerlerine ekstrüzyon koşullarının istatistiki etkisi Çizelge 3'de verilmiştir.

Ekstrüzyon sırasında SAI üzerinde kullanılan un tipinin önemi çizelgede de görülmektedir ($P < 0.0001$). SAI üzerinde sıcaklığın tek başına önemli bir etkisi bulunmaz ($P > 0.1$) iken; un X sıcaklık, un X vida hızı arasındaki ($P < 0.0001$) ve sıcaklık X vida hızı arasındaki etkileşimler önem kazanmaktadır ($P < 0.01$).

JU kullanılarak üretilen tarhanaların SAI değerlerinin BU ve TBU kullanılarak yapılan tarhanaların değerlerinden çok daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. TBU kullanılan tarhana örneklerinin SAI değerleri ise tersi bir eğilim göstererek, artan sıcaklık veya vida hızı ile birlikte azalmıştır. Bu durumun TBU'nun yağ, selüloz ve protein miktarının diğer un tiplerine göre yüksek olmasından

Çizelge 3. Ekstrüzyon tekniği ile üretilen tarhanaların su absorpsiyon indeksi değerlerinin varyans analizi

Değişken	SD	K.O	F	P-değeri
Un Tipi (A)	2	14.4087	1630.714	0.0000*
Sıcaklık (B)	2	0.0136	1.547	0.2221
Vida Hızı (C)	2	0.0328	3.715	0.0308*
AxB	4	0.5041	57.055	0.0000*
AxC	4	0.4053	45.875	0.0000*
BxC	4	0.0340	3.854	0.0079*
AxBxC	8	0.0166	1.889	0.0808
Hata	54	0.00883		

kaynaklandığı düşünülmektedir. BU ve JU kullanılarak yapılmış olan tarhanaların SAİ değerlerinde, un ile birlikte sıcaklık artışına bağlı olarak meydana gelen artışın vida hızına bağlı olarak meydana gelen artıştan biraz daha fazla olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda da SAİ üzerinde en önemli faktörün ekstrüzyon sırasında uygulanan sıcaklık derecesinin olduğu belirtilmektedir (Avin ve ark. 1992, Cai ve Diosady 1993a).

Tarhanaların suda çözünürlük indeksi üzerine üretim tekniklerinin etkisi Şekil 6'da görülmektedir.

Her iki üretim tekniğinde de üretilen tarhanalarda SAİ değerlerinde olduğu gibi en yüksek SÇİ değeri JU kullanımında elde edilirken, en düşük SÇİ değerleri TBU kullanımında elde edilmiştir. Üretim teknikleri karşılaştırıldığında BU kullanımında ekstrüde edilmiş tarhanalarda % 33.66, JU kullanımında % 5.68 ve TBU kullanımında % 33.17'lik bir artış tespit edilmiştir.

Geleneksel yöntemle üretilen tarhana çözünürlüklerindeki azalma analiz sırasında görsel olarak da gözlemlenmiştir. Ekstrüde tarhanalar tam bir jel oluştururken, geleneksel tarhanalarda çözünmeyen nişasta beyaz bir kitle halinde ayrılmıştır.

Geleneksel metod ile üretilen tarhanalarla ekstrüde edilmiş tarhanaların suda çözünürlük indeksinin istatistiksel olarak karşılaştırılması, un tipine (Çizelge 4), sıcaklığa ve vida hızına göre yapılmıştır. Tarhanaların SÇİ değerlerinde de SAİ' de olduğu gibi her üç parametrenin de etkisi (un tipi, sıcaklık ve vida hızı) aynı derecede önemli ($P < 0.001$) bulunmuştur.

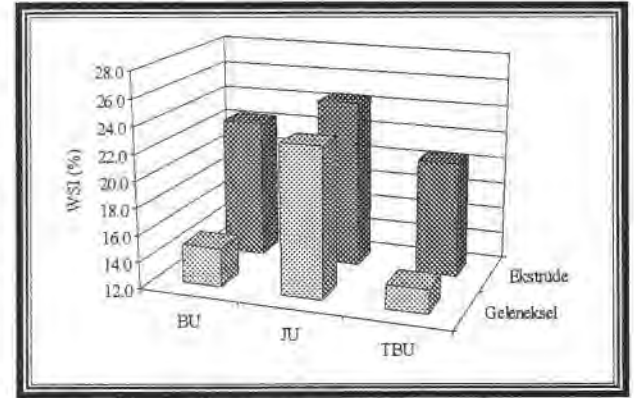
Buğday unu ekstrüdatlarının suda çözünürlüklerinin ekstrüde edilmemiş örneklerle göre daha fazla olduğu diğer araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir (Avin ve ark. 1992, Ryu ve Walker 1995).

Ham nişasta granülleri moleküller arasındaki hidrojen bağlarından dolayı soğuk suda çözünmemektedirler. Jelatinizasyon sırasında hidrojen bağlarının kopmasından dolayı nişasta granülleri parçalandığı için su molekülleri hidroksil gruplarına daha kolay bağlanabilmektedir. Bu da nişasta çözünürlüğünde artışa yol açmaktadır (Cai ve Diosady 1993b).

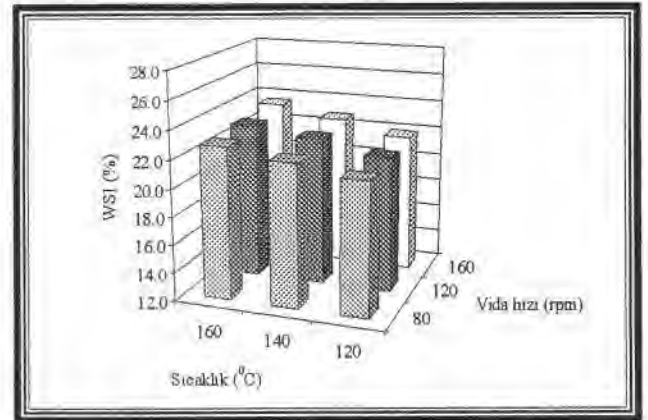
Nişasta jelatinizasyonunun, granüler yapıdaki parçalanmanın ve kompleks oluşumunun bir göstergesi olan çözünürlüğün un tipine, sıcaklığa ve vida hızına bağlı olarak değişimleri Şekil 7, 8 ve 9'da verilmiştir.

Çizelge 4. Kontrol örneği olan geleneksel tarhanalar ile ekstrüde edilmiş tarhanaların suda çözünürlük indeksi değerlerinin karşılaştırılması

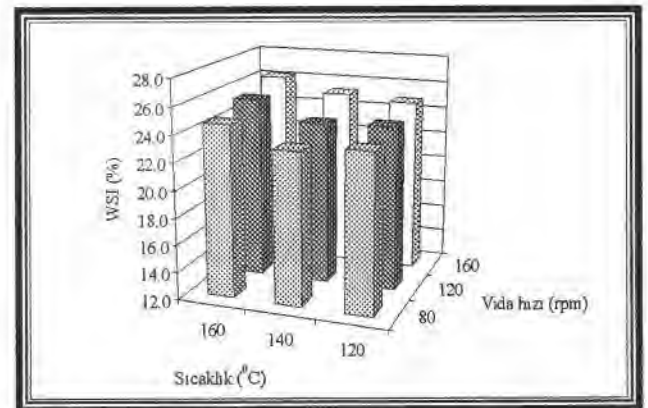
Değişken	SD	KT	K.O	F	P-değeri
Un Tipi	3	435.16	145.05	63.62	0.000*
Hata	86	196.09	2.26		
Genel	89	631.26			



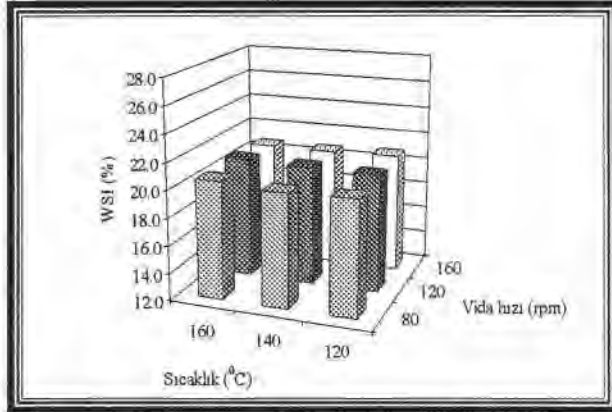
Şekil 6. Farklı unlar kullanılarak ekstrüzyonla ve geleneksel yöntemle üretilen tarhanalardaki suda çözünürlük indeksi değişimi



Şekil 7. Değişik ekstrüzyon koşulları altında BU kullanılarak üretilen tarhanalarda SÇİ değişimi



Şekil 8. Değişik ekstrüzyon koşulları altında JU kullanılarak üretilen tarhanalarda SÇİ değişimi



Şekil 9. Değişik ekstrüzyon koşulları altında TBU kullanılarak üretilen tarhanalarda SÇİ değişimi

Tek vidalı ekstrüder kullanılarak mısır nişastası ile yapılan bir çalışmada (Chinnaswamy ve ark. 1992), nişastanın suda çözünürlüğünün ekstrüzyon sonrasında arttığı ifade edilmektedir. Ham nişastanın ekstrüzyon öncesi suda çözünürlüğü % 2.0 iken, ekstrüzyon sonrası bu değer % 28.8' e çıkmaktadır. İki kez ekstrüde edilmiş nişastalarda ise suda çözünürlük % 35.4'e kadar ulaşmaktadır. SÇİ değerindeki bu artış; iki kez ekstrüde edilmiş olan JU kullanılarak üretilen tarhanalarda, her iki üretim tekniğinde de gözlemlenmiştir.

Ekstrüzyon tekniği ile tarhana üretiminde SÇİ değerleri üzerine ekstrüzyon koşullarının istatistiksel etkisi Çizelge 5'de verilmiştir.

Ekstrüde tarhanaların SÇİ değerleri üzerine her üç faktörün bireysel etkisinin ($P < 0.0001$) olması yanında, un X sıcaklık X vida hızı arasındaki üçlü interaksiyonun etkisi de göz ardı edilemeyecek kadar önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur.

Ekstrüzyon sırasında uygulanan yüksek sıcaklık, vida dönüşü ile gerçekleştirilen sürtünme ve mekanik kesme işleminden dolayı artan nişasta degradasyonu sonucunda; SÇİ, uygulanan termal işlemin şiddeti arttıkça artarken, SAİ, sıcaklık artışı ile birlikte artmaktadır. Sıcaklık artışı ile sisteme daha fazla termal enerji, vida hızının artışı ile de daha fazla mekanik enerji girişi olmaktadır. Vida hızının artışı ekstrüderde kalış süresini azaltmasına rağmen kesme oranını ve hızını artırdığı için SÇİ'da artışa neden olmaktadır.

Süt proteinleri ilave edilmiş yağsız mısır unu ve nişastasında (Peri ve ark. 1983), peynir altı suyu ilave edilmiş patates, mısır ve pirinç unlarında (Kim and Maga 1987), süt protein rafınatı ve yağsız süt tozu ilave edilmiş mısır nişastalarında (Singh ve ark. 1991) ve pirinç unu ve balık karışımlarının ekstrüzyonları (Gogoi ve ark. 1996) sonucunda da SAİ ve SÇİ ile ilgili olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 5. Ekstrüzyon tekniği ile üretilen tarhanaların suda çözünürlük indeksi değerlerinin varyans analizi

Değişken	SD	K.O	F	P-değeri
Un Tipi (A)	2	105.3186	3581.813	0.0000*
Sıcaklık (B)	2	6.5887	224.077	0.0000*
Vida Hızı (C)	2	4.8051	163.419	0.0000*
AxB	4	1.7167	58.384	0.0000*
AxC	4	1.0745	36.545	0.0000*
BxC	4	0.0714	2.429	0.05877
AxBxC	8	0.0648	2.204	0.0413*
Hata	54	0.02940		

Sonuç

Buğday unu, jelatinize edilmiş buğday unu ve tam buğday unu kullanılarak farklı ekstrüzyon koşullarında ve aynı formülasyonlar ile geleneksel yöntemle üretilen tarhanaların özelliklerinin karşılaştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatür verileri ile uyum sağlamaktadır.

Instant tarhana yapımındaki en önemli parametreler olan su absorpsiyonu ve suda çözünürlük ekstrüzyon sonucunda önemli derecede artmıştır.

Yapılan çalışmadan elde edilen bulgular bir bütün olarak değerlendirildiğinde, jelatinize buğday unu kullanımı ile instant tarhana yapımının mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır.

Bilindiği üzere; üretim tekniklerinin kendilerine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Geleneksel tarhana üretiminin dezavantajı, uzun süre ve yoğun emek gerektirmesi iken, ekstrüzyon tekniğinin dezavantajı ise ilk kurulum masrafının oldukça yüksek olmasıdır. Yapılan çalışmada olduğu gibi; kısa bir fermentasyon ile birleştirilmiş ekstrüzyon sonucunda, geleneksel tarhana üretimi için gereken süre ve emek minimize edilebileceği gibi istenen aromaya sahip bir ürün elde edilebileceği de düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anderson, R.A., H. F. Conway, V. F. Pfeifer and E. L. Griffin, J.R., 1969. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion cooking. *Cereal Science Today* 14; 4-8, 11-12.
- Anderson, R. A., H. F. Conway and A. J. Peplinski, 1970. Gelatinization of corn grits by roll cooking, extrusion cooking and steaming. *Die Stärke*. 22; 130-135.
- Avin, D., C. Kim and J. A. Maga, 1992. Effect of extrusion variables on the physical characteristics of red bean (*Phaseolus vulgaris*) flour extrudates. *J. Food Process and Preservation* 16; 327-335.
- Cai, W. and L. L. Diosady, 1993a. Modeling of expansion and water solubility index of wheat starch during extrusion cooking. *Acta Aliment.* 22; 181-192.

- Cai, W. and L. L. Diosady, 1993b Model for gelatinization of wheat starch in twin-screw extruder. *J. Food Sci.* 58; 872-875.
- Chinaswamy, R., Y. Ali and M. A. Hanna, 1992. Physical properties of extrudates: Methods and measurements. University of Nebraska Agricultural Research Division Publication Number 9942, U.S.A.
- Colonna, P., J. Tayeb and C. Mercier, 1989. Extrusion cooking of starch and starchy products. C. Mercier, P. Linko and J.M. Harper (Eds), Extrusion cooking, 247-321, American.
- Gogoi, B. K., A. J. Oswald and G.S. Choudhury, 1996. Reverse screw element(s) and feed composition effects during twin-screw extrusion of rice flour and fish muscle blends. *J. Food Sci.*, 61; 590-595.
- Harper, M. J. 1989. Food extruders and their applications. C. Mercier, P. Linko and J. M. Harper (Eds.), Extrusion Cooking, 1-15. American Association of Cereal Chemists, MN, USA.
- Hauck, B. W. 1994. An overview of single screw cooking extruder. The Center for Professional Advancement.
- Ibanoğlu, S., P. Ainsworth, G. Wilson and G. D. Hayes, 1995. The effect of fermentation conditions on the nutrients and acceptability of tarhana. *Food Chem.* 53; 143-147.
- Kim, C. H. and J. A. Maga, 1987. Properties of extruded whey protein concentrate and cereal flour blends. *Lebensm.-Wiss. u.- Technol.*, 20; 311-318.
- Kurmann, J. A., J.Lj. Rasic and M. Kroger, 1992. Encyclopedia of fermented fresh milk products. An inventory of fermented milk, cream, buttermilk, whey, and related products. Avi Book, NY, p 367.
- Öner, M. D., A. R Tekin and T. Erdem, 1993. The use of soybeans in the traditional fermented food-tarhana. *Lebensm.-Wiss. u.- Technol.*, 26; 371-372.
- Özbilgin, S. 1983. The chemical and biological evaluation of tarhana supplemented with chickpea and lentil. Ph.D. Thesis, Cornell University, 125 p., New York, U.S.A.
- Peri, C. Barbireri, R and Casiraghi, E. M. 1983. Physical, chemical and nutritional quality of extruded corn germ flour and milk protein blends. *J. Food Technol.* 18; 43-52.
- Ryu, G. H. and C. E. Walker, 1995. The effects of extrusion conditions on the physical properties of wheat flour extrudates. *Starch.*, 47; 33-36.
- Siyamoğlu, B. 1961. Türk tarhanalarının yapılışı ve terkibi üzerine araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:44.
- Singh, R. K., S. S. Nielsen and J. V. Chambers, 1991. Selected characteristics of extruded blends of milk protein raffinade or nonfat dry milk with corn flour. *J. Food Process. Preserv.* 15; 285-302.
- Sokhey, A. S., and R. Chinnaswamy, 1992. Physicochemical properties of irradiation modified starch extrudates. *Food Structure* 11, 361-371.
- Steinkraus, K. H. 1992. Lactic acid fermentations. IN Applications of Biotechnology to traditional fermented foods. Report of an Ad Hoc Panel of the Board on Science and Technology for International Development, Office of International Affairs National Research Council, National Academy Press, Washington D.C., U.S.A.
- Steinkraus, K. H. 1996. Indigenous fermented foods involving and acid fermentation. K. H. Steinkraus, Handbook of Indigenous fermented foods, Marcel Dekker, Inc. New York, NY, U.S.A.
- Temiz, A. ve T. Pirkul, 1990. Tarhana fermentasyonunda kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler. *Gıda*, 15; 119-126.
- Yurtsever N. 1984. Deneysel İstatistik Metodlar. TKB. Köy Hizmetleri Gen Md. Yayınları.

İletişim adresi:

Zeliha YILDIRIM
 Tarım ve Köyşleri Bakanlığı
 Ankara İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü
 No:12 Yenimahalle-Ankara
 Tel: 0 312 315 14 24
 Fax:0 312 315 79 34
 e-mail:06kontrollab@kkgm.gov.tr