

**Fonksiyonel Bir Bileşen Olarak Gölevez (*Colocasia
esculenta* L. Schott) Ununun Fırıncılık Ürünlerinde
Kullanımı**

Program Kodu: 1001

Proje No: 114O391

Proje Yürütücüsü:
Prof. Dr. Muhammet ARICI

Araştırmacılar:

Yrd. Doç. Dr. Esra BİLGİN ŞİMŞEK

Danışman:

Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

Bursiyerler:

Ruşen METİN YILDIRIM

Görkem ÖZÜLKÜ

Burcu YAŞAR

ÖNSÖZ

Bu projede Türkiye'de özellikle Mersin ve Antalya illerinde yetişen göleveze bitkisi (*Colocasia esculenta* L. Schott) ele alınarak göleveze yumrusundan elde edilen unun ekmek ve kek üretiminde kullanılması üzerinde çalışılmıştır. Projenin ilk aşamasında göleveze yumrusunun farklı şartlarda (40, 50, 60°C sıcaklık ve 0,5, 1,25, 2 m/s hava akış hızı) kurutulmasıyla unlar elde edilmiştir. Farklı şartlar altında kurutulan unlarda yapılan çeşitli analizler sonucunda fonksiyonel ve teknolojik açıdan ekmek ve kek üretiminde en uygun kullanılacak un seçilmiştir.

Projenin ikinci kısmında ise seçilen göleveze unu kullanılarak ekmek ve kek üretimlerine geçilmiştir. Göleveze unu, normal formülasyon için buğday unu, glutensiz formülasyon için nişastalı karışıma %0, %3,5, %6,30, %12,5, %18,7 ve %25 oranlarında ilave edilerek kullanılmıştır. Üretilen ürünlere uygulanan fizikokimyasal ve teknolojik analizler (protein, yağ, kül, renk, tekstür, nem, su aktivitesi, diyet lif, dirençli nişasta, duyuusal vd.) sonucunda göleveze unu katkısının ekmeklerin ve keklerin besinsel ve fonksiyonel özelliklerine etkisinin yanında kalite özelliklerine olan etkisi de belirlenmiştir.

Bu proje Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde gerçekleştirilmiş olup Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (**TUBİTAK**) (Proje no: **114O391**) tarafından desteklenmiş olup, en içten teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca, araştırmada kullanılan buğday ununu teminini ve gliadin analizinin yapılmasından ötürü İstanbul Halk Ekmek A.Ş.'ye (İHE), Reofermentometre cihazının kullanımına imkân sağlamasından dolayı Elvan Gıda A.Ş.'ye de teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
TABLO LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	vi
RESİM LİSTESİ.....	vii
ÖZET	1
ABSTRACT	2
1. GİRİŞ	3
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
3. GEREÇ VE YÖNTEM	9
3.1 GEREÇ	9
3.2 YÖNTEM	10
3.2.1 Gölevez Yumrusundan Un Eldesi	10
3.2.2 Gölevez Unlarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi	11
3.2.3 Gölevez Unlarının Mineral Madde İçeriğinin Belirlenmesi	11
3.2.4 Gölevez Unlarının Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi	11
3.2.5 Gölevez Unlarının Su Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi	11
3.2.6 Gölevez Unlarında Bulunan Dirençli Nişasta Miktarının Belirlenmesi.....	12
3.2.7 Gölevez Unlarının Diyet Lif İçeriğinin Belirlenmesi	12
3.2.8 Gölevez Unlarının Jelatinizasyon Davranışlarının Belirlenmesi	12
3.2.9 Gölevez Unlarının Termal Özelliklerinin Belirlenmesi	13
3.2.10 Gölevez Unlarının Fermentasyon Özelliğinin Belirlenmesi	13
3.2.11 Gölevez Ununun Antidiyabetik Aktivitesinin Belirlenmesi	13
3.2.12 Ekmek ve Kek Hamurlarının Mikroyapısal Özelliklerinin Belirlenmesi.....	13
3.2.13 Ekmek ve Kek Hamurlarının Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	14
3.2.14 Gölevez Unundan Normal ve Glutensiz Ekmek Üretimi.....	14
3.2.15 Gölevez Ununun Normal ve Glutensiz Kek Üretiminde Kullanılması	17
3.2.16 Ekmek ve Keklerin Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi	18
3.2.17 Ekmek ve Keklerin Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	19
3.2.18 Ekmek ve Keklerin Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi.....	19

3.2.19	Gölevezli Ekmek ve Keklerde Bulunan Dirençli Nişasta Miktarının Belirlenmesi	19
3.2.20	Gölevezli Ekmek ve Keklerde Bulunan Diyet Lif Miktarının Belirlenmesi	19
3.2.21	Dsc Analizi (Termal Özelliklerin Belirlenmesi).....	19
3.2.22	Gliadin Analizi	20
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	21
4.1.1	Gölevez Yumrusundan Un Eldesi	21
4.1.2	Gölevez Unlarının Fizikokimyasal Özellikleri.....	21
4.1.3	Gölevez Unlarının Mineral Madde İçeriği.....	22
4.1.4	Gölevez Unlarının Biyoaktif Özellikleri.....	23
4.1.5	Gölevez Unlarının Su Tutma Kapasitesi	24
4.1.6	Gölevez Unlarında Bulunan Dirençli ve Toplam Nişasta Miktarı.....	24
4.1.7	Gölevez Unlarının Diyet Lif İçeriği.....	25
4.1.8	Gölevez Unlarının Jelatinizasyon Davranışı	26
4.1.9	Gölevez Unlarının Termal Özellikleri.....	28
4.1.10	Kurutma Sıcaklığı ve Hava Akış Hızının Unun Kalite Parametreleri Üzerine Etkisinin Modellenmesi	29
4.1.11	Gölevez Unlarının Fermentasyon Özellikleri.....	33
4.1.12	Gölevez Ununun Antidiyabetik Aktivitesi.....	35
4.1.13	Buğday Unu ve Gölevez Unu Karışımlarının Farinograf Özellikleri.....	36
4.1.14	Hamur Örneklerinin Mikroyapısal Özellikleri.....	37
4.1.15	Ekmek ve Kek Hamurlarının Reolojik Özellikleri	39
4.1.16	Gölevez Unundan Normal ve Glutensiz Ekmek Üretimi.....	43
4.1.17	Gölevez Ununun Normal ve Glutensiz Kek Üretiminde Kullanılması	44
4.1.18	Ekmek ve Keklerin Fizikokimyasal Özellikleri.....	46
4.1.19	Ekmek ve Keklerin Tekstürel Özelliklerinin ve Spesifik Hacimleri.....	51
4.1.20	Ekmek ve Keklerin Duyusal Özellikleri	53
4.1.21	Gölevezli Ekmek ve Keklerde Bulunan Dirençli Nişasta Miktarı.....	56
4.1.22	Gölevezli Ekmek ve Keklerde Bulunan Diyet Lif Miktarı.....	57
4.1.23	Ekmek ve Kek Hamuru Örneklerinin Termal Özellikleri	59
4.1.24	Gliadin Miktarı.....	66
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	66
6.	KAYNAKLAR.....	68

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Kimyasallar listesi	9
Tablo 2. Yanıt yüzey metoduna göre göleveze uygulanan kurutma şartları.....	10
Tablo 3. Ekmek üretiminde kullanılan un oranları.....	15
Tablo 4. Kullanılan kek formülasyonu	17
Tablo 5. Gölevez ununun fizikokimyasal özellikleri.....	22
Tablo 6. Gölevez unlarının mineral miktarı.....	23
Tablo 7. Gölevez unlarının biyoaktif özellikleri	23
Tablo 8. Gölevez unlarının su tutma kapasitesi (%)	24
Tablo 9. Gölevez unlarının toplam nişasta ve dirençli nişasta miktarları.....	25
Tablo 10. Gölevez unlarının diyet lif miktarı	26
Tablo 11. Gölevez unlarının jelatinizasyon davranışı	27
Tablo 12. Gölevez ununun termal özellikleri*	29
Tablo 13. Gölevez unları için oluşturulan modellerin F değerleri	30
Tablo 14. Ekmek hamuru örneklerinin reofermentometre analiz sonuçları	34
Tablo 15. Un karışımlarının farinograf özellikleri	37
Tablo 16. Glutenli ekmek hamuru karışımlarında elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi ve kompleks modülü belirlerken kullanılan Power-law fonksiyonu parametreleri. 41	
Tablo 17. Glutensiz ekmek hamuru karışımlarında elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi ve kompleks modülü belirlerken kullanılan Power-law fonksiyonu parametreleri. 41	
Tablo 18. Glutenli kek hamuru karışımlarında elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi ve kompleks modülü belirlerken kullanılan Power-law fonksiyonu parametreleri. 42	
Tablo 19. Glutensiz kek hamuru karışımlarında elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi ve kompleks modülü belirlerken kullanılan Power-law fonksiyonu parametreleri. 42	
Tablo 20. Glutenli ekmeklerin fizikokimyasal analizleri*	47
Tablo 21. Glutensiz ekmeklerin fizikokimyasal analizleri*	47
Tablo 22. Glutenli keklerin fizikokimyasal analizleri*	48
Tablo 23. Glutensiz keklerin fizikokimyasal analizleri*	48
Tablo 24. Buğday ununa gölevez unu karışımlarından yapılan ekmeklerin kabuk ve iç renk değerleri*	49
Tablo 25. Glutensiz nişastalı karışım ve gölevez unu karışımlarından yapılan ekmeklerin kabuk ve iç renk değerleri*	50
Tablo 26. Buğday ve gölevez unu karışımlarından yapılan kek numunelerinin renk değerleri*	50

Tablo 27. Glutensiz kek örneklerinin renk değerleri*	51
Tablo 28. Buğday unu ve gölevez unu karışımlarından yapılan ekmeklerin spesifik hacim ve sertlik değerleri*.....	51
Tablo 29. Glutensiz nişastalı karışım ve gölevez unu karışımlarından yapılan glutensiz ekmeklerin spesifik hacim ve sertlik değerleri*	52
Tablo 30. Buğday ve gölevez unu karışımlarından üretilen kek numunelerinin spesifik hacim ve sertlik değerleri*	53
Tablo 31. Glutensiz kek örneklerinin spesifik hacim ve sertlik değerleri*	53
Tablo 32. Buğday unu ve gölevez unu karışımlarından yapılan ekmeklerin duyu analizi değerlendirme skorları*	54
Tablo 33. Glutensiz nişastalı karışım ve gölevez unu karışımlarından yapılan glutensiz ekmeklerin duyu analizi değerlendirme skorları*	55
Tablo 34. Buğday unu ve gölevez unu karışımlarından üretilen keklerin duyu analizi değerlendirme skorları*	55
Tablo 35. Glutensiz kek örneklerinin duyu analizi değerlendirme skorları	56
Tablo 36. Glutenli ekmeklerde bulunan dirençli nişasta miktarı*	56
Tablo 37. Glutensiz ekmeklerde bulunan dirençli nişasta miktarı*	57
Tablo 38. glutenli keklerde bulunan dirençli nişasta miktarı*	57
Tablo 39. Glutensiz keklerde bulunan dirençli nişasta miktarı*	57
Tablo 40. Glutenli ekmeklerde bulunan diyet lif miktarı*	58
Tablo 41. Glutensiz ekmeklerde bulunan diyet lif miktarı*	58
Tablo 42. Glutenli keklerde bulunan diyet lif miktarı*	58
Tablo 43. Glutensiz keklerde bulunan diyet lif miktarı*	59
Tablo 44. Ekmek ve kek hamuru örneklerinin termal özellikleri*	59
Tablo 45. Ekmek örneklerinin termal özellikleri*	63
Tablo 46. Kek Örneklerinin Termal Özellikleri*	64

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Glutenli ekmeğin üretimi akış şeması.....	16
Şekil 2. Glutensiz ekmeğin üretim akış şeması	17
Şekil 3. Kek üretim akış şeması.....	18
Şekil 4. Farklı şartlarda kurutulmuş unların jelatinizasyon davranışı.....	26
Şekil 5. Gölevez ununun termal diyagramı.....	29
Şekil 6. Gölevez unlarının toplam fenolik içeriğinin kurutma sıcaklığı ve hava akış hızına bağlı değişimi	31
Şekil 7. Gölevez unlarının su absorpsiyon kapasitesinin kurutma sıcaklığı ve hava akış hızına bağlı değişimi.....	32
Şekil 8. Gölevez unlarının renk özelliklerinin kurutma sıcaklığı ve hava akış hızına bağlı değişimi	33
Şekil 9. Reofermentometre hamur gelişimi ve gaz oluşumu grafikleri.....	35
Şekil 10. Gölevez ununun antidiyabetik aktivitesi	36
Şekil 11. Un karışımlarının farinograf grafikleri.....	37

RESİM LİSTESİ

Resim 1. Ekmek hamuru örneklerinin SEM görüntüleri	38
Resim 2. Kek hamuru örneklerinin SEM görüntüleri	39
Resim 3. Buğday ununa %0, %3,15, %6,3 %12,5 %18,7 ve %25 oranlarında göleveze unu eklenmiş un karışımlarından üretilen ekmekler	43
Resim 4. Buğday ununa %0 ve %25 oranlarında göleveze un eklenmiş un karışımlarından üretilen ekmekler	43
Resim 5. Glutensiz nişasta karışımı ve göleveze unu karışımlarından elde edilen glutensiz ekmekler	44
Resim 6. Buğday ununa %0, %3,15, %6,3 %12,5 %18,7 ve %25 oranlarında göleveze unu eklenmiş un karışımlarından üretilen kekler	45
Resim 7. Glutensiz nişasta karışımına %0, %3,15, %6,3 %12,5 %18,7 ve %25 oranlarında göleveze unu eklenmiş un karışımlarından üretilen glutensiz kekler	46

ÖZET

Gölevez yumrusu (*Colocasia esculenta* L.Schott) yaygın olarak ülkemizde Mersin'in Anamur ve Bozyazı ilçelerinde yetiştirilen tek yıllık bir bitkidir. Gölevez yumrusu, karbonhidrat, mineral ve diyet lifi açısından oldukça zengin bir üründür. Fakat yumru yüksek nem içeriğinden dolayı tüketimi genel olarak yetiştirildiği bölge ile sınırlıdır. Fonksiyonel ve besinsel değeri yüksek bir ürün olan gölevezin tüketiminin yaygınlaştırılması insan sağlığı ve yetiştirildiği bölge ekonomisi açısından oldukça önemlidir. Beslenme açısından sağladığı bu önemli özelliklerinden yola çıkılarak, bu projede gölevez yumrusundan un eldesi ve elde edilen unun glutenli ve glutensiz ekmek ve kek formülasyonlarda kullanılması gerçekleştirilmiştir. Böylece, üretilen bu fırıncılık ürünlerine fonksiyonel bir özellik kazandırmak hedeflenmiştir. Un üretim esnasında uygulanacak kurutma işleminin, ürünün fonksiyonel ve teknolojik özelliklerini önemli derecede etkileyeceğinden dolayı kurutma şartlarının optimize edilmesi, gölevez ununun kullanımının artırılması için oldukça önemlidir. Projede, gölevez yumrusunun kurutma şartları, elde edilecek unun fonksiyonel ve teknolojik özellikleri dikkate alınarak yanıt yüzey metodu kullanılarak optimize edilmiştir. 40, 50, 60°C sıcaklıklarında ve 0,5, 1,25 ve 2 m/s hava akış hızıyla kurutulan farklı unların nem değerleri %9-12 arasında, kül miktarları %1,64-3,11 arasında, gölevez un örneklerinin renk özelliklerinden, L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri ise sırasıyla 68-73, 4,38-5,84 ve 1,89-2,80 arasında değişmiştir. Unlarının su absorpsiyon kapasitesi, santrifüj metoduna göre %150,20 ile 218,82 arasında bulunmuştur. Diyet lif içerikleri % 12,80 ile 13,97 arasında değişen gölevez unlarının dirençli nişasta miktarları ise 33-51 g/100g farasında değişmektedir. Analiz sonuçları incelenerek 50°C sıcaklık ve 2 m/s hava akış hızında kurutulan un örneği ürünlerde kullanılmak üzere seçilmiştir. Projenin ikinci kısmında gölevez ununun farklı oranlarda (%0, %3,15, %6,3, %12,5, %18,7, %25) buğday unu ve nişastalı karışıma ilave edilerek ekmek ve kek üretimleri yapılmıştır. Ekmek ve kek hamurlarının elastik modülleri, viskoz modüllerinden fazla ($G' > G''$) çıkmıştır. Ekmeklerin diyet lif içerikleri $4,40 \pm 0,42\%$ ile $8,45 \pm 0,43\%$ arasında değişirken, dirençli nişasta içerikleri $1,28 \pm 0,07$ ile $3,10 \pm 0,02$ arasında değişmiştir. Keklerin diyet lif içerikleri $2,14 \pm 0,11$ ile $3,33 \pm 0,01$ arasında iken, dirençli nişasta içerikleri $1,23 \pm 0,28$ ile $0,56 \pm 0,00$ arasında değişmektedir. Üretilen ürünlere yapılan duyusal değerlendirme sonucu, kek örneklerinde gölevez unu ilavesinin istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna varılırken, %3,15 ile %18,7 arasında gölevez unu ilavesi genel beğenilirlik açısından panelistlerce kabul görmüştür.

Anahtar Kelimeler: Gölevez, *Colocasia esculenta* L. Schott, nişasta, ekmek, kek, diyet lif, dirençli nişasta, glutensiz ekmek-kek

ABSTRACT

Taro tuber (*Colocasia esculenta* L. Schott) is widely grown annual plant in Anamur and Bozyazı district of Mersin in Turkey. This tuber is quite rich in carbohydrate, mineral and dietary fiber content. However consumption of taro tuber is limited in region where this tuber is grown due to its high moisture content. Extending of consumption of taro is substantially important for human health and economical aspect of region in which tuber is grown. For this reason, taro flour was obtained and used in gluten and gluten free bread and cake formulations. Optimisation of drying conditions of taro tuber is important in order to increase the usage of this novel flour, since drying process applied during production of flour markedly affects functional and technological properties of the flour. In this project, drying process was applied to optimise the functional and technological properties of taro flour using response surface methodology. Moisture values and ash content of different flours dried at 40, 50, 60 ° C and air flow rates of 0.5, 1.25, 2 m/s ranged between 9-12% between 1.64-3.11% respectively. And the values of L * (brightness), a * (redness) and b * (yellowness) were 68-73, 4,38-5,84 and 1,89-2,80, respectively. For the taro flours, the dietary fiber and resistant starch contents were determined as between 12,80- 13,97% and between 33-51 g/100g, respectively. The analysis results were examined and the flour dried at 50 ° C and 2m / s air flow rate selected to be use in bread and cake production process.

In the second part of the project, taro flour at different ratios (0%, 3.15%, 6.3%, 12.5%, 18.7%, 25%) were added in wheat flour and starchy mixture to produce breads and cakes. The elastic modulus of bread and cake doughs exceeded the viscous modulus ($G' > G''$). Dietary fiber contents of bread ranged from $4.40 \pm 0.42\%$ to $8.45 \pm 0.43\%$, while resistant starch contents ranged from $1.28 \pm 0.07\%$ to $3.10 \pm 0.02\%$. The dietary fiber contents of cakes are between 2.14 ± 0.11 and $3.33 \pm 0.01\%$, while the resistant starch contents range from 1.23 ± 0.28 to $0.56 \pm 0.00\%$. According to the sensory analysis, no significant differences were observed in the cake samples produced with taro flour for both gluten and gluten free formulation. As for the sensory characteristics of the breads, addition of taro flour between 3.15% and 18.7% into the formulation was acceptable for the panelists.

Keywords: Colocas (Taro), *Colocasia esculenta* L. Schott, starch, bread, cake, dietary fiber, resistant starch, gluten-free bread-cake

1. GİRİŞ

Niştastalı bitkiler sınıfında yer alan Gölevez yumrusu (*Colocasia esculenta* L.Schott) ülkemizde Antalya'nın Alanya ve Gazipaşa ilçeleri ile Mersin'in Anamur ve Bozyazı ilçelerinde yetiştirilen yılanıyastığıgiller familyasından tek yıllık bir bitkidir. Farklı ülkelerde taro, old cocoyam, eddoe veya dasheen gibi adlar ile anılmakta fakat daha çok 'kolakas' olarak bilinmektedir. Gölevez, yumru gelişimine göre *C.esculenta* var. *antiquorum* ve *C.esculenta* var. *esculenta* olmak üzere iki alt türe sahiptir. *C.esculenta* var. *antiquorum* bir küçük ana yumru ve etrafında birkaç yumrucuktan oluşurken *C.esculenta* var. *esculenta* bir büyük ana yumru ve birkaç yumrucuktan oluşmaktadır. Gölevez yumrusu, dünyada 43 ülkede yaygın olarak yetiştirilmekte ve bu üretimin %60'ı Afrika, % 32'si Asya ve % 8'i Pasifik Adaları'nda yapılmaktadır (Şen vd., 2001).

Gölevezin tüketimi ülkemizde çok yaygın olmayıp belirli bölgelerde yöresel yemekler içerisinde kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde sadece cips üretiminde (Amerika kıtasında) kullanılması, başka ürünlerin formülasyonlarına ilave edilerek tüketimini daha geniş bir alana yayması gereksinimini doğurmaktadır. Gölevez yumrusunu en iyi muhafaza etmenin yolunun, yumruyu un haline getirerek muhafaza etmek olduğu düşünülerek, bu ürünün un ikame veya takviye bileşeni olarak fırıncılık ürünlerinde kullanım olanağı ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda, ekmek ve keklerin fizikokimyasal, fonksiyonel ve teknolojik özelliklerinin korunması ve iyileştirilmesi hedeflenerek, projede gölevez yumrusundan un eldesi ve elde edilen unun normal ve glutensiz formlarda olmak üzere ekmek ve kek üretiminde kullanılması gerçekleştirilmiştir. Bilindiği gibi, çölyak hastaları gluten içeren ürünleri tüketmemektedir. Glutensiz fırıncılık ürünlerinin ise tekstürel ve duyuşal özellikleri arzu edilen düzeyde değildir. Bundan dolayı glutensiz ürünlerin formülasyonuna gam ve niştasta gibi ürünlerin yapısal ve duyuşal özelliklerini geliştirici bileşenler ilave edilmektedir. Bu projede, gölevez ununun yüksek niştasta (yaklaşık % 60) ve musilaj madde (yaklaşık % 9,1) içeriğinden dolayı glutensiz ürünlerin besinsel, tekstürel ve duyuşal özellikleri geliştirmek amacıyla kullanılabilme imkânı araştırılmıştır. Glutensiz ekmek ve kek formülasyonlarına ilave edilecek gölevez unu miktarı da belirlenerek bu sayede çölyak hastaları için fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş, tekstürel ve duyuşal açıdan istenen kaliteye sahip ürünlerin üretilmesi hedeflenmiştir. Gölevezin demir ve kalsiyum gibi mineraller açısından da zengin olması, günlük diyetimizin değişmez parçası olan ekmeğın mineral içeriğinin de gölevez unu ilavesiyle zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca ekmek formülasyonuna glutenin yapısında bulunan disülfid bağlarını güçlendirmek amacıyla askorbik asit ilave edilmektedir. Gölevezin, askorbik asit bakımından zengin olduğu bildirilmektedir. Bu açıdan, gölevez ununun ekmek formülasyonunda kullanılması ekmeğe ilave edilmesi gereken katkı maddelerinin azaltılması yönünden de önemlidir.

Bu projenin amacı, gölevez unu kullanılarak üretilen fırıncılık ürünlerinin (ekmek ve kek) tekstürel ve duyuşsal özelliklerini olumsuz yönde etkilemeden, bu ürünlerinin fonksiyonel özelliklerini zenginleştirmektir. Ayrıca, çölyak hastaları ürün formülasyonları için alternatif bir bileşen kazandırılması hedeflenmiştir. Bu amaç için, Anamur/Mersin'den temin edilen gölevez yumrularından (*Colocasia esculenta* L. Schott) birinci aşamada, farklı sıcaklık ve akış hızları kombinasyonları uygulanarak un eldesi gerçekleştirilmiştir. Projenin ikinci aşamasında ise, beslenme açısından fonksiyonel ve teknolojik özellikler bakımından önem taşıyan gölevez ununun farklı oranlarda (%0, %3,15, %6,3, %12,5, %18,7, %25) buğday unu ve nişastalı karışıma ilave edilerek ekmek ve kek üretimleri yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Gölevez, tropikal ve yarı tropikal bir bitkidir. Bu yüzden, sıcaklığın 0°C'nin altına düşmediği bölgelerde, rutubetli topraklar ve ırmak yataklarında yüksek verimlilikle yetiştirilmektedir. Ülkemizde, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinin sahil kesimleri gölevez yetiştiriciliği için uygun olup Mersin ve Antalya'da gölevez yumrusu ve yumrucukları Kasım, Aralık ayı dönemlerinde hasat edilmektedir. Yerel tüketiminin yanı sıra Türkiye'den Kıbrıs ve İngiltere'ye de ihraç edilmektedir (Şen vd., 2001).

Gölevez (Taro, *Colocasia esculenta*) yumruları, düşük protein (%1,4-3,0) ve yağ (%0,16-0,36) içeriğine sahipken karbonhidrat, lif ve mineraller açısından zengindir. Gölevez yumrusunun bu zengin içeriği dikkate alındığında tüketiminin yaygınlaştırılması insan sağlığı açısından önem arz etmektedir. Gölevez yumrusunun toplam protein içeriğinin %11'ini albumin oluşturmaktadır ve elzem aminoasitlerden fenilalanin ve lösin yüksek oranda bulunmaktadır (Maga, 1992). Toplam karbonhidrat içeriği %13-29 arasında değişmekte olup, çoğunluğu nişasta ve gamsı (musilaj) maddelerden oluşmaktadır (Onwueme, 1994).

Diyette kompleks karbonhidrat (besinsel lif, nişasta, dirençli nişasta) tüketiminin artırılması sağlıklı beslenme konusunda yapılan önerilerin başında gelmektedir. Kompleks karbonhidrat içeren gıdalardaki nişastanın sindirilebilirliği beslenme açısından önem arz etmektedir. Nişasta, beslenme açısından, çabuk sindirilen nişasta, yavaş sindirilen nişasta ve dirençli nişasta (DN) olmak üzere üç ayrı fraksiyona ayrılmaktadır. Bu ayırım, nişastanın in vitro koşullarda sindirim sistemi enzimleri ile hidroliz hızına ve parçalanma derecesine dayanmaktadır. Buna göre, sağlıklı insanların ince bağırsağındaki sindirim enzimlerine direnç göstererek sindirilmeden doğrudan kalın bağırsağına geçen nişasta ve/veya nişasta parçalanma ürünleri dirençli nişasta (DN) olarak adlandırılmakta ve son yıllarda sağlık üzerindeki olumlu etkileri ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle büyük bir ilgi görmektedir (Nugent, 2005; Onyango vd., 2006; Pongjanta vd., 2009; Mutungi vd., 2009). DN içeriği

yüksek gıdalar, tüketiminden sonra kandaki glikoz seviyesini yavaş artırır ve böylece insulin yanıtı azalmaktadır. Bu durum, diyabet ve düzensiz glikoz toleransı gibi klinik durumların yönetiminde etkili olduğu gibi obezite ve kilo kontrolünün tedavisinde de önemlidir (Sajilata vd., 2006). DN, doğal olarak tüm nişasta içeren gıdalarda bulunmakla birlikte miktarı, başlangıçta bulunan nişasta tipi (nişastanın kristal ve granüler yapısı) ve miktarına bağlı olarak değişmektedir. Nişastalı gıdanın ısıtılması ve/veya soğutulması gibi işlemler, bu işlemlerin tekrarlanma sayısı ve depolanma koşulları (sıcaklık, nem) üründeki DN miktarını etkilemektedir (Sajilata vd., 2006; Şimşek ve El, 2012). DN formunun oluşumuna etki eden en önemli mekanizma amilozun retrogradasyonudur. Bu yüzden, DN'nin ticari üretiminde genel olarak amiloz içeriği yüksek olan doğal nişastalar temel alınmaktadır. Piyasada farklı isimlerde ticari DN örnekleri (CrytaLean®, Novelose®, Amylomaize VII) bulunmaktadır ve bunlar ürün formülasyonlarına katılarak ürünün fonksiyonel özellikleri artırılmaktadır (Sajilata vd., 2006). Son yıllarda nişasta içeren gıdalara uygulanan bir takım işlemlerle DN miktarını artırmaya yönelik çalışmalar hız kazandığı gibi DN ihtiva eden alternatif doğal kaynaklar bulmaya yönelik araştırmalar da yapılmaktadır. Gölevez yumruları da bu kapsamda araştırılan kompleks karbonhidrat kaynağıdır.

Türkiye'de Akdeniz bölgesinde yetişen gölevez bitki (*Colocasia esculenta* L. Schott) yumrularının beslenme açısından önemli bazı özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada; gölevez yumrularının toplam fenolik madde içeriği 317 mg GAE/100 g, toplam flavonoid içeriği 71 mg KE/100 g ve ABTS ve DPPH radikallerinin inhibisyonuna karşı ölçülen toplam antioksidan aktiviteleri ise sırasıyla 698 mM TEAC/100 g ve 235 mM TEAC/100 g olarak belirlenmiştir. Gölevez yumrularının serbest glikoz ve toplam nişasta içerikleri suda haşlanmış ve mikrodalgada pişirilmiş örnekler için %1'in altında olduğu, kuru maddenin yaklaşık %60'ının nişastadan oluştuğu tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında gölevez yumrularından nişasta izolasyonu gerçekleştirilmiş ve toplam nişasta içeriğinin %84, amiloz içeriğinin ise %10,4 olduğu belirtilmiştir. %98 saflıkta elde edilen nişastaya ,jelatinizasyon, otoklavlama, enzimatik zincir parçalama, retrogradasyon ve kurutma işlemlerinin iki kez tekrarlanması ile DN miktarı 16 kat artırılmıştır. Gölevez nişastası ve gölevez dirençli nişastasının glisemik indeksi (GI) sırasıyla, beyaz ekmek referans alındığında (100) 99,76 ve 79,25 ve glikoz referans alındığında (100) 69,83 ve 55,48 olarak saptanmış ve gölevez dirençli nişastasının glisemik indeksindeki (GI) azalmanın önemli olduğu belirtilmiştir (P<0,05). Gölevez nişastası glikoz difüzyon hızını % 7,94 azaltırken, gölevez dirençli nişastası % 9,80 oranında azaltmıştır. Kolesterol düşürücü ilaç olarak kullanılan kolestimine oranla safra asidini bağlama kapasiteleri gölevez nişastası ve gölevez dirençli nişastası için sırasıyla % 5,16 ve % 7,55 olarak saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda gölevez dirençli nişastasının düşük nişasta hidroliz hızı (düşük glisemik indeks)

ve glikoz difüzyonunu azaltıcı etkileri ile diyabet hastaları için hazırlanan ürün formülasyonlarında kullanılabileceği ve safra asidini bağlama etkisi kolesterol düzeyinin düşürülmesi açısından önemli olduğu belirtilmiştir (Şimşek ve El, 2012). Dolayısıyla gölevez yumrusunun insanların günlük diyetlerinin parçası olan ürün formülasyonlarında kullanılması oldukça önemlidir.

Uzun süre muhafaza edilmesini sağlamak ve beslenme kayıplarını azaltmak için Gölevez yumrularının una öğütülmesi tavsiye edilmektedir. Gölevez yumrusunun, Tripsin inhibitör aktivitesi ve oksalat içeriği nedeniyle una öğütülmesi ve çiğ tüketime uygun olmayıp pişirilerek tüketilmesi gerektiği de araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Şen vd., 2001; Kiran ve Padmaja, 2003). Gölevez (Taro, *Colocasia esculenta* L.Schott) unlarının 1-5 µm arasında değişen, çok düşük partikül boyutu ve yüksek gam/musilaj madde içeriği, buğday ve mısır unu yerine kullanılabilme olanağı sağlamıştır. Gölevez ununun gluten içermemesi nedeniyle çölyak hastalarına yönelik farklı ürün formülasyonları sunabileceği belirtilmektedir (Rekha ve Padjama, 2003; Kaushal vd., 2013). Gölevez unu üretimi esnasında uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresinin, unun yapısında bulunan fonksiyonel bileşenleri ve dirençli nişasta miktarını önemli derecede etkilediği düşünüldüğünde, kurutma şartlarının optimize edilmesi gölevez unundan maksimum fayda sağlamak açısından önemlidir.

Bilindiği gibi bir ürünün fonksiyonel özellikleri tüketimini belirleyen veya herhangi bir gıdada kullanımını belirleyen tek unsur değildir. Bundan dolayı gölevez yumrularının beslenme özelliklerinin yanısıra fizikokimyasal özelliklerinin araştırıldığı çalışmalar da gerçekleştirilmiştir. Altı farklı Gölevez (taro, *Colocasia esculenta* L. Schott) yumrusundan elde edilen unların fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, Gölevez unlarının yüksek su absorpsiyon kapasitesine ve çözünürlük indeksine sahip oldukları ve bunun sonucunda yüksek kıvam indeksi değerlerine sahip jel oluşturdukları belirtilmiştir (Aboubakar vd., 2008). Gölevez unu belli oranlarda (%10, %20 ve %30) buğday ununa karıştırıldığında, unun su absorpsiyonu önemli derecede artmaktadır (Njintang vd., 2008). Su absorpsiyonu, hamur oluşumunda önemli bir parametredir. Suyun, buğdaydaki gluten proteinleri tarafından absorblanması sonucu hamurdaki arzu edilen viskoelastik yapı oluşmaktadır. Bundan dolayı gölevez ununun buğday ile kullanılması ile hamurun viskoelastik özelliklerinin gelişmesi mümkündür. Glutensiz ürünlerde hamurda arzu edilen viskoelastik yapı oluşmadığından dolayı, gam ve nişasta, glutensiz formülasyonlara, su bağlayıcı, jelleştirici ve kalınlaştırıcı ajan olarak ilave edilir ve böylece ürünün tekstürünün iyileştirilmesine olanak sağlar (Arendt vd., 2002; Gallagera vd., 2004). Keçi boynuzu gamı, guar gamı, hidroksi metil selüloz, karboksil metil selüloz gibi hidrokolloidlerin pirinç ekmeğinde gluten yerine kullanıldığında kabul

edilebilir ekmecek hacim ve tekstürüne ulaşıldığı ayrıca bayatlamayı geciktirdiği de belirtilmektedir (Kang vd., 1997; Gan vd., 2001). Keçi boynuzu gamı (KBG), hidroksi metil selüloz (HMS) gibi ticari gamlar yerine gölevez (taro, *Colocasia esculenta*) ununun şerbetlerde kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada gölevez ununun, viskozite, sıklık ve erime noktası gibi fonksiyonel özelliklerinde herhangi bir değişim olmadan, KBG ve HMS ticari gamlar yerine kullanılabilirliği bildirilmektedir (Hong ve Nip, 1990). Ayrıca gölevez ununun yapısında bulunan yüksek mülaj madde içeriği de, gölevez ununun glutensiz ürünlerde yapısal özellikleri geliştirmek amacıyla kullanılabilir potansiyelini artırmaktadır.

Gölevez ununun (taro, *Colocasia esculenta* L. Schott) %5, %10, %15 ve %20 oranlarında buğday ununa ilave edilerek hazırlanan hamurun farinograf ve ekstensograf özellikleri incelendiğinde artan gölevez unu oranlarında su absorpsiyonunun arttığı fakat karıştırma süresinin, hamur stabilitesi, uzamaya karşı direnç ve enerji değerlerinin azaldığı belirtilmektedir. Ayrıca, %10 oranında Gölevez (Taro) unu içeren ekmeğin organoleptik açıdan buğday unu ekmeğine benzediği de literatürde yer almaktadır (Ammar, Hegazy ve Bedeir, 2009). Gölevez (taro, *Colocasia esculenta* L. Schott) ununun, bisküvi formülasyonlarına katıldığı bir çalışmada, eşit oranlarda gölevez unu, shortening, şeker ve daha az miktarda buğday unu kullanımı ile modifiye edilen formülasyon duysal özellikler açısından başarılı olmuştur (Nip vd.,1994). Kaushal ve Sharma (2012), belli oranlarda Gölevez ununu, pirinç ve bezelye unu ile karıştırarak eriştenin tekstürel, duysal, pişirme ve beslenme özelliklerini araştırmışlardır. Artan gölevez unu miktarı ile fitik asit içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir. Bu sonuç, günümüzde insanların sağlıklı beslenme için tam buğday ununa yönelmesinden ortaya çıkabilecek olumsuzlukların giderilmesi açısından önem arz etmektedir. Ayrıca, %50 gölevez unu ve eşit oranlarda bezelye ve pirinç unu uygulamasının renk, tat, sıklık ve genel görünüş açısından en uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Nişasta jelatinizasyonu karmaşık bir olaydır ve bu olayın açıklamak için bir çok teori ve model ortaya konulmuştur (Tester vd., 2004). Nişasta jelatinizasyonu amorf bölgelerin hidrasyonunu ve devamında kristal yapının erimesini içeren bir süreçtir. Özellikle fazla sulu nişasta sistemlerinde ve bu sürecin takibi ve fiziksel büyüklüğüne ait veriler DSC (Diferansiyel Taramalı Kalorimetre) diyagramları ile yapılmaktadır. Bu diyagramlardan jelatinizasyon sıcaklığı, jelatinizasyon entalpisi, erime, rekristalizasyon, özgül ısı değerleri ve camsı geçiş sıcaklığı gibi parametreler elde edilebilir. Gölevez (Taro, *Colocasia esculenta* L. Schott) nişastasının jelatinizasyon sıcaklığı yetiştirildiği yere ve çeşidine bağlı olarak 66°C ile 80°C arasında değişmekte olup entalpi değeri 10-15 J/g arasındadır. Entalpi değerlerinin düşük olması düşük retrogradasyon hızlarına sahip olmalarını sağlamıştır (Nwokocha vd., 2009; Agama-Acevedo vd., 2011; Sit vd., 2013). (taro, *Colocasia esculenta* var. *antiquorum*)

nişastasının granül boyutunun 2,2-4,3 µm arasında olduğu belirtilmektedir (Hong ve Nip, 1990). Mısır ve patates nişastalarına göre granül boyutunun küçük olması Gölevez nişastasına kolay sindirilebilir özellik kazandırmıştır. Bu durum, bebek maması formülasyonlarında kullanımını yaygınlaştırdığı gibi, bazı hububatları ve sütü tolere edemeyen kişilerin diyetlerinde de yer bulmasına imkân vermektedir (Nwokocha vd., 2009; Darkwa ve Darkwa, 2013).

Gölevez bitkisinde okzalit, diğer bitkilerde olduğu gibi genellikle yapraklarda yüksek konsantrasyondadır (Busch vd., 2003). Gıdalardaki okzalitlerin suda kaynatma ile azaltılabileceği bildirilmiştir (Bradbury ve Nixon, 1998). Kaynatma gıdadaki okzalit içeriğini düşürmekte ve pişirme suyunun uzaklaştırılması ile çözünür okzalit içeriğinin azaltılabileceği bilinmektedir (Noonan ve Savage, 1999). Pişirme yöntemi ile çözünür okzalit uzaklaştırılabilirken; gıda içeriğinde çözünmez türlere etki etmemektedir. Farklı pişirme yöntemleri (kaynatma, basınç altında pişirme, fırınlama gibi) kullanılarak kalsiyum okzalit miktarı azaltılabilmektedir. Kumoro vd. (2014) gölevez-mısır cipsi üretiminde kabartma tozu çözeltisinde kaynatmak suretiyle kalsiyum okzalit etkisini incelemişler; kabartma tozu konsantrasyonu arttıkça cips yapısındaki kalsiyum okzalitin çözünme ve termal bozunmasının hızlandığı ve yapıdan uzaklaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca, gıdaya kalsiyum karbonat ekleyerek; kalsiyumun okzaliti bağlaması ve böylece vücutta okzalit absorpsiyonunun engellenmesi tavsiye edilmektedir (Massey, 2007).

Yapılan bu çalışmalar Gölevez ununun ve nişastasının, beslenme ve teknolojik özellikleri açısından alternatif bir karbonhidrat kaynağı olduğunu göstermektedir. Fakat ülkemizde, işleme şekli ve yöntemi fazla bilinmediğinden, gölevez unu üretildiği bölgelerde tüketilmektedir. Katma değeri daha yüksek ürün veya ürün formülasyonları üretimine yönelik çalışmalara rastlanılmamıştır. Proje bu anlamda büyük önem taşımaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 GEREÇ

Çalışmada kullanılan materyal olan göleveze bitkisinin (*Colocasia esculenta* L. Schott) yumruları Mersin ilinden temin edilmiştir. Hasat dönemi olan kasım-mart aylarında alınan yumrular, bölüme kargo ile ulaştırılmış ve analizlere kadar +4 °C'deki soğuk depoda (% 85 rölatif rutubet) saklanmıştır. Çalışmada kullanılan kimyasallar ve markaları Tablo 1 de sunulmuştur.

Tablo 1. Kimyasallar listesi

Kimyasal adı	Markası
Folin–Ciocalteu reagent (FCR)	Merck
DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)	Merck
Metanol	Merck
Etanol	Merck
HCl	Merck
Kjeldahl Tablet	Merck
H ₂ SO ₄	Merck
3,5-dinitrosalisilik asit (DNSA)	Sigma
Ca, Na, K, Mg, Mn, Se, P, Fe, Zn, Cu standartları	Merck
Sodyum asetat buffer (pH 3,8 ve 4,5)	Biochem
Sodyum maleate buffer	Biochem
Hekzan	Merck
NaOH	ChemBio
Borik asit	Merck
PBS	Sigma-Aldrich
DNS	Sigma-Aldrich
Alpha amylase from porcine pancreas	Sigma-Aldrich
Diyet Lif Analiz Kiti	Megazyme
Dirençli Nişasta Analiz Kiti	Megazyme
Sodyum asetat buffer (pH 3,8 ve 4,5)	BioChem
Sodyum maleate buffer	BioChem
Potasyum hidroksit	Merck
Aseton	Merck

3.2 YÖNTEM

3.2.1 Gölevez Yumrusundan Un Eldesi

Gölevez yumrusundan un üretimi amacıyla laboratuvar tipi kurutma fırınından (Milkol, Türkiye) yararlanılmıştır. Gölevez yumruları, farklı sıcaklıklarda (40, 50 ve 60°C) ve hava akış hızlarında (0,5, 1,25 ve 2,00 m/s) kurutulmuştur. Kurutma sıcaklığının ve hava hızının optimizasyonu için 2 faktörlü ve 3 seviyeli yanıt yüzey metodu kullanılmıştır. Yanıt yüzey metoduna ait deneme planı Tablo 2'de gösterilmiştir. Oluşturulan modelde unların toplam fenolik miktarı, su absorpsiyon kapasitesi, renk değerleri (L , a ve b) ve jelatinizasyon özellikleri bağımlı parametreler (tepki) olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, bağımlı değişkenin, bağımsız değişken olan kurutma sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişimi Eşitlik 1 kullanılarak belirlenmiştir.

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n \beta_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

bu eşitlikte

y : ilgili bağımlı değişkeni,

β_0 : dizaynın merkez noktasındaki tepkinin ortalama değeri,

x : bağımsız değişkeni

temsil etmektedir.

Kurutma işlemi öncesi gölevez yumruları soyularak rendelenmiş ve ince bir tabaka halinde kurutma fırınına yerleştirilmiştir. Kurutma işlemine, örnekler denge nem miktarına ulaşana kadar devam edilmiştir. Kurutma işlemi sonrası ise örnekler laboratuvar tipi değirmende (Kinematica, POLYMIX® PX-MFC 90 D, İsviçre) öğütülerek un haline getirildikten sonra 150 µm'lik elekten geçirilerek inceltirilmiştir.

Tablo 2. Yanıt yüzey metoduna göre göleveze uygulanan kurutma şartları

Deneme	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Hava Akış Hızı (m/s)
1	40	0,50
2	40	1,25
3	40	2,00
4	50	0,50
5	50	1,25
6	50	1,25
7	50	2,00
8	60	0,50
9	60	1,25
10	60	2,00

3.2.2 Gölevez Unlarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Farklı kurutma şartlarında üretilen gölevez unlarının nem, kül ve protein miktarı ve renk özellikleri belirlenmiştir. Gölevez ununun nem içeriği, AACC Metot No: 44-15A (AACC, 1990), kül tayini AACC Metot No: 08-01 (AACC, 1990) ve protein tayini ise Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Protein tayini için 3 g örnek üzerine 25 mL H₂SO₄ ve 1 adet Kjeldahl tablet ilave edilerek infrared yakma ünitesinde 5 saat yakılmıştır. Daha sonra elde edilen çözelti 0,1 M HCl ile pH 4,6'ya ulaşıncaya kadar titre edilmiştir.

Örneklerin renk analizi için renk tayin cihazından (Konica Minolta Chroma Meter CR-400, Japonya) yararlanılmıştır. Farklı sıcaklıklarda kurutulmuş örneklerinin parlaklık (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) değerleri ölçülmüştür.

3.2.3 Gölevez Unlarının Mineral Madde İçeriğinin Belirlenmesi

Örneklerin mineral analizi atomik absorpsiyon spektrofotometre (Analytik Jena ContrAA 700 TR, Almanya) cihazında yapılmıştır. Analiz öncesi yaklaşık 0,5 g örnek üzerine 7 mL HNO₃ ve 1 mL H₂O₂, ilave edilmiş ve mikrodalga cihazında (Milestone SK 10, Avusturya) yakma işlemine tabi tutulmuştur.

3.2.4 Gölevez Unlarının Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi

Gölevez ununun biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi kapsamında toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayini yapılmıştır. Fenolik madde miktarının belirlenmesinde Singleton and Rossi (1965) tarafından önerilen metottan yararlanılmıştır. Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde ise 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) serbest radikal inhibisyon yönteminden yararlanılmıştır (Singh et al., 2002).

Gölevez ununun ekstraksiyonu Nguimbou vd (2013) önerdiği metoda bazı modifikasyonlarla uygulanmıştır. Bu amaç için 5 g gölevez ununu 45 mL metanol ile oda sıcaklığında çalkalamalı olarak 1 gece inkübe edilmiş inkübasyon sonucu filtre edilip analizlerde kullanılmıştır.

3.2.5 Gölevez Unlarının Su Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi

Gölevez unlarının su absorpsiyon kapasiteleri santrifüj metoduna göre ölçülmüştür. Darası alınmış santrifüj tüplerine 3 g örnek tartılıp üzerine 25 mL saf su ilave edilmiştir. 30 dakika oda sıcaklığında inkübasyondan sonra 3000 g'de 25 dakika santrifüj edilmiştir. Supernatantın uzaklaştırılmasından sonra 50°C'de 25 dakika kurutulmuş ve ağırlıkları tartılmıştır. Su absorpsiyon kapasitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$STK(\%) = \frac{(W_{KS} - W_s) - W_u}{W_u} \times 100 \quad (2)$$

Eşitlikte W_{KS} : Kurutma sonrası santrifüj tüpünün ağırlığı

W_s : Santrifüj tüpünün ağırlığı

W_u : Başlangıçta tartılan un ağırlığı

3.2.6 Gölevez Unlarında Bulunan Dirençli Nişasta Miktarının Belirlenmesi

Gölevez unlarında bulunan toplam nişasta ve dirençli nişasta miktarı, Megazyme Resistant Starch Kit (Megazyme Int. Ireland Ltd. Co., İrlanda) kullanılarak AACCI-approved method 32-40 (AACCI, 2000) göre yapılmıştır.

3.2.7 Gölevez Unlarının Diyet Lif İçeriğinin Belirlenmesi

Tablo 1'deki şartlar kullanılarak üretilen gölevez unlarının diyet lif içeriği Megazyme Diyet lif kiti kullanılarak Lee et al. ve Prosky et al. (AOAC 991.43, AOAC 985.29, AACC 32-07.01 ve AACC 32-05.01) metodlarına göre belirlenmiştir. Bu amaçla, kurutulmuş ve öğütülmüş örnekler α -amilaz ile jelleştirilmiş, daha sonra örnekler, protein ve nişastanın uzaklaştırılması için proteaz ve amiloglukozidaz enzimleri ile parçalanmıştır. Yapıda bulunan diyet lifleri, etanol ile çöktürüldükten sonra kalıntı filtre edilip ve etanol ve aseton ile yıkanmıştır. Kurutulduktan sonra örneğin bir kısmı protein ve kül analizi için kullanılmıştır. Protein ve kül miktarı belirlendikten sonra toplam kurutulmuş kalıntıdan bu miktar çıkarılarak, un örneklerinin toplam diyet lif içeriği belirlenmiştir.

3.2.8 Gölevez Unlarının Jelatinizasyon Davranışlarının Belirlenmesi

Unların jelatinizasyon özelliklerinin belirlenmesi için peltier sıcaklık kontrol ünitesi ve su banyosu sistemlerine sahip reometre (Anton Paar MCR 302, Avusturya) cihazı kullanılmıştır. Bu analiz, reometre cihazına nişasta hücresi bağlanarak gerçekleştirilmiştir. Bu analiz için 3 gram un üzerine 25 mL saf su eklenmiş ve daha sonra sıcaklık programı uygulanmıştır. Örnekler, 50°C'den 95°C'ye 3,5 dakikada çıkartılmış ve bu sıcaklıkta 5 dakika bekletilmiştir. Jelatinize olmuşun örnekleri, 6 dakika içerisinde soğutularak sıcaklığı 50°C'ye düşürülmüştür. Bu analiz ile farklı kurutma sıcaklıkları ve hava akış hızlarında üretilen gölevez unlarının, pasting viskozitesi, holding viskozitesi, breakdown viskozitesi, final viskozitesi, setback viskozitesi ve jelatinizasyon sıcaklığı değerleri belirlenmiştir.

3.2.9 Gölevez Unlarının Termal Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu amaç için DSC cihazından (TA Instruments, Q200, Milano, İtalya) yararlanılmıştır. 10 mg örnek alüminyum panlara tartılmış ve hermetik olarak kapatıldıktan sonra 10°C/dak. hızla sıcaklığı 30°C'den 100°C'ye çıkarılmıştır. Jelatinizasyonun başlangıç (T₀), pik sıcaklığı (T_p) ve son sıcaklığı (T_c) ölçülmüştür.

3.2.10 Gölevez Unlarının Fermentasyon Özelliğinin Belirlenmesi

Gölevez unlarının fermentasyon özellikleri, Elvan Gıda A.Ş. (İstanbul) Laboratuvarlarında belirlenmiştir Gölevez unlarının fermente edilebilirliği, reofermentometre cihazı (Chopin Rheo 4, Fransa) ile analiz edilmiştir. Bu amaçla ekmekek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) kullanılarak gölevez ununun fermente edilebilirliği belirlenmiştir. CO₂ üretimini ve buna bağlı olarak hamur yüksekliğini değerlendirmek için 300 g örnek reofermentometre cihazına hermetik olarak yerleştirilmiştir. Analiz 28 °C'de 3 saat gerçekleştirilmiştir. Süre sonunda, Hm: Maksimum hamur yüksekliği, T1: Hamurun maksimum yüksekliğe ulaşması için geçen süre, Hm-H/Hm: Test sonunda hamur hacminde azalma değeri, Vt: Maya tarafından üretilen CO₂ değerleri belirlenmiştir (Silvas-García vd., 2014).

3.2.11 Gölevez Ununun Antidiyabetik Aktivitesinin Belirlenmesi

Gölevez ununda antidiyabetik aktivite belirlemek amacıyla alfa-amilaz inhibisyon analizi yapılmıştır. Alfa-amilaz inhibisyon analizi, Kazeem ve ark. (2013) tarafından kullanılan metotta bazı modifikasyonlar uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesi gölevez unu metanol ile 72 saat çalkalamalı su banyosunda ekstrakte edilmiştir. 250 µL ekstrakt ve alfa amilaz içeren (0,5mg/mL) 250 µL PBS tampon 10 dk boyunca 25°C de inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra PBS tampon içinde hazırlanmış 250 µL %1lik nişasta çözeltisi substrat olarak ilave edilmiştir. 25°C de 10 dakikalık inkübasyondan sonra 500 µL DNS(dinitrosalicylic acid) ajanı reaksiyonu sonlandırması için ilave edilmiş ve tüpler kaynayan suda 5dk inkübe edilmiştir. Soğuduktan sonra tüplere 5 mL distile su ilavesi yapıp 540 nm'de absorbansları okunmuştur. Kontrol aynı prosedüre göre hazırlanıp ekstrakt yerine distile su kullanılmıştır. Enzimin inhibisyonu için IC50 değeri, elde edilen inhibisyon-konsantrasyon kurvelerinden belirlenmiştir.

Hesaplama kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\%Inhibition = \left[\frac{Abs_{control} - Abs_{extracts}}{Abs_{control}} \right] * 100 \quad (3)$$

3.2.12 Ekmekek ve Kek Hamurlarının Mikroyapısal Özelliklerinin Belirlenmesi

Ekmekek ve kek formülasyonlarında gölevez unu kullanımının, hamur örneklerinin mikroyapısal özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla hamur örnekleri Taramalı Elektron

Mikroskobunda (SEM) Namık Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarı'ndan hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Ekmek ve kek hamur örneklerinin mikroyapısal özellikleri Namık Kemal Üniversitesi NABİLTEM araştırma merkezinde (FEI Quanta FEG 250, ABD) Taramalı Elektron Mikroskobu ile hizmet alımı suretiyle yaptırılmıştır.

Farklı türlerde nişasta içeren hamur örnekleri her hangi bir ön işleme tabi tutulmadan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. İncelenen örnekler yaklaşık 0,5 mm büyüklüğünde dilimlenerek çift taraflı karbon iletken bant yardımıyla alüminyum örnek tutucu (Stup) üzerine yapıştırılmış, elektron mikroskobu ile inceleme yalıtkan veya iletkenlik değeri düşük örneklerde inceleme imkânı sunan LFD (Low Vakuum Dedector) dedektörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu sistemin en büyük avantajı örneklerin orijinal formlarını bozmadan (kurutma benzeri ön işleme tabi tutmadan) sistemin basınç değerleri ile oynayarak maksimum çözünürlükte örneğin gerçek görüntüsüne en yakın SEM mikrogramları vermesidir. Bu çalışmada örnekler tam anlamıyla kurutulmadan kendi orijinal formlarını bozmadan chamber basıncı 100-150 Pascal olacak şekilde uygun ivmelenme potansiyellerinde incelenmiştir. LFD dedektörü ile yapılan incelemede chamber sistemi içerisindeki basınç, örnek üzerinde elektron birikiminin en az olduğu ve maksimum çözünürlüğün yakalanabildiği değerlerde tutularak altın kaplama sistemi olmaksızın yüksek çözünürlükte görüntüler elde edilmiştir.

3.2.13 Ekmek ve Kek Hamurlarının Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Gölevez unu ilavesinin normal ve glutensiz ekmek hamurunun reolojik özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla üretilen hamur örneklerinin viskoelastik özellikleri reometre cihazı (Anton Paar MCR 302, Avusturya) ile Starch Cell modülü kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaç için öncelikle hamur örneklerinin yapısının zarar görmeyeceği stres aralığını belirlemek için hamur örneklerine stress sweep testi uygulanmıştır. Bu test ile hamur örneklerinin doğrusal viskoelastik bölgesi (linear viscoelastic region) belirlenmiştir. Daha sonra frekans taraması (frequency sweep) analizi gerçekleştirilmiştir. Frekans taraması testi ile örneklerin açısal hıza bağlı olarak storage modulus (G'), loss modulus (G''), kompleks modülü (G^*) ve kompleks viskozitesi (η^*) değerleri belirlenmiştir. Belirtilen reolojik analizler 25°C'de gerçekleştirilmiştir.

3.2.14 Gölevez Unundan Normal ve Glutensiz Ekmek Üretimi

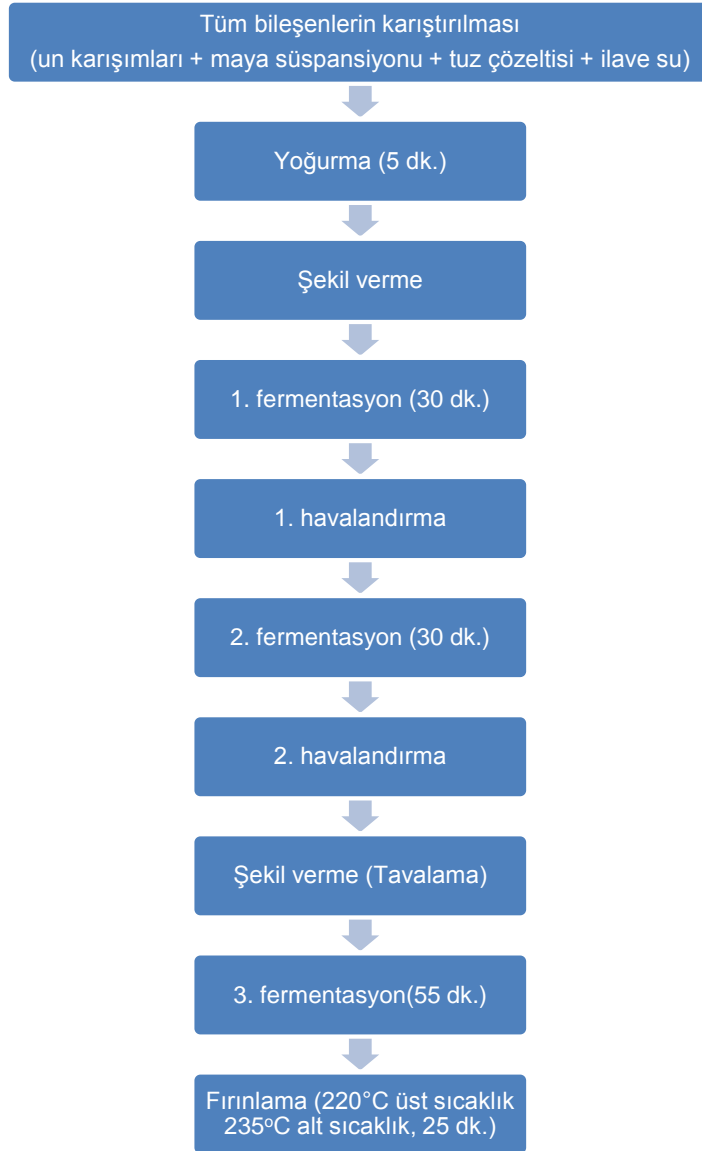
Ekmek üretiminde, çalışmanın ilk aşamasında yanıt yüzey metodu kullanılarak belirlenen optimum şartlarda üretilen gölevez unu kullanılmıştır. Analiz sonuçları incelenerek 50°C sıcaklık ve 2 m/s hava akış hızında kurutulan un olarak seçilmiştir. Ekmeklik buğday unu ve glutensiz ekmek üretiminde glutensiz nişastalı karışım İHE'den temin edilmiştir.

Gölevez unları Tablo 3'te belirtilen oranlara göre ekmeklik una ilave edilerek ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Glutenli ekmek üretiminde AACC Metot No: 10-11 (AACC, 1990), metotları Türk tipi ekmek formülasyonuna uygun hale getirmek amacıyla bazı modifikasyonlar yapılarak ekmek yapma işleminde kullanılmıştır. Bu yöntemde, glutenli ekmek formülasyonunda, 100 g un (%14 nem esasına göre), 25 mL maya süspansiyonu (%8), 25 mL tuz çözeltisi (%6) ve farinograf analizinde belirlenen miktarda su bulunmaktadır. Formülasyonda bulunan un karışımlarının farinograf analizleri Farinograph-AT, Brabender cihazı ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre formülasyona ilave edilecek su miktarı maya süspansiyonu ve tuz çözeltisinden gelecek olan su miktarları dikkate alınarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Ekmek üretiminde kullanılan un oranları

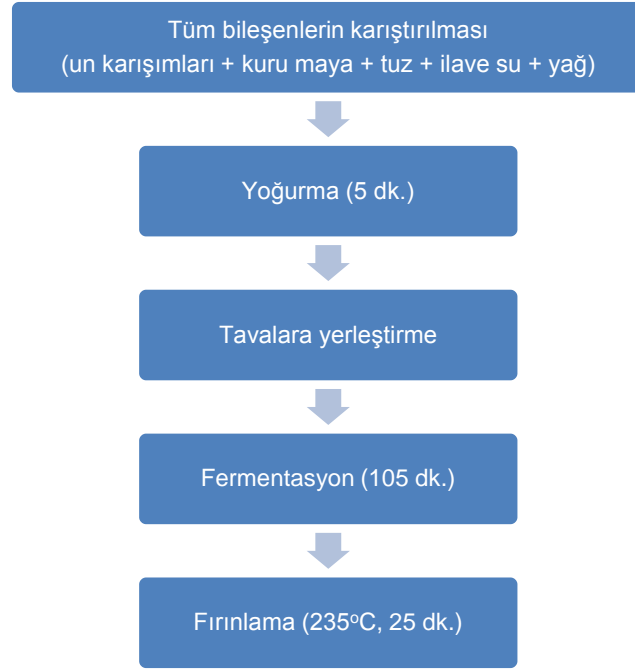
Deneme	Normal Ekmek		Glutensiz Ekmek	
	Gölevez unu (%)	Buğday unu (%)	Gölevez unu (%)	Glutensiz Nişastalı Karışım (%)
1	0,00	100,0	0,00	100,0
2	25,00	75,00	25,00	75,00
3	18,70	81,30	18,70	81,30
4	6,30	93,70	6,30	93,70
5	3,15	96,85	3,15	96,85
6	12,50	87,50	12,50	87,50
7	25,00	75,00	25,00	75,00
8	0,00	100,0	0,00	100,0

Ekmek üretiminde yoğurma, mikserde (Kitchen aid, ABD) gerçekleştirilmiştir. Glutenli ekmek üretiminde tüm bileşenler ilave edildikten sonra yaklaşık 5 dakika yoğurma işlemi uygulanmıştır. Yoğurulan hamurlara şekil verilerek, %85 bağıl nemde 30 dakika fermentasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda 1. havalandırma işlemi uygulanmış ve ardından tekrar 30 dakika fermentasyona bırakılarak 2. havalandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Havalandırma işlemlerinin ardından hamurlara şekil verilerek pişirme tavalara alınmıştır ve aynı koşullarda 55 dakika daha fermentasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda üst sıcaklığı 220°C, alt sıcaklığı 235°C'ye ayarlanan taş tabanlı fırında (Fimak, Türkiye) 25 dakika fırınlanmıştır. Glutenli ekmek üretimi akım şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Glutenli ekmeğin üretimi akım şeması

Normal ekmeğin üretimine ilave olarak gölevezi unu glutensiz ekmeğin üretiminde de kullanılmıştır. Hamur oluşturmada kullanılan reçete 100g un, 1,4 g kuru maya, 1,5 g tuz, 1 g ayçiçek yağı ve su olarak belirlenmiştir. Su oranı un karışımlarının nem içerikleri esas alınarak hesaplanmıştır. Eklenen su oranı %100 glutensiz nişastalı karışım kullanıldığı durumda 105 mL iken %75 glutensiz nişastalı karışım kullanıldığı durumda 114,64 mL olarak belirlenmiştir ve bu miktar un karışımlarının nem içeriklerine göre değişim göstermiştir. Hazır nişasta karışımı, tuz, maya, gölevezi unları, su ve ayçiçek yağı profesyonel yoğurma makinesinde 5dk süre ile karıştırılmıştır. Akışkan kıvamdaki hamur ekmeğin tavalalarına alınmış ve 80% relatif rutubet ve 30°C sıcaklık koşullarında 105 dakika süre boyunca fermentasyona bırakılmış ve ardından üst sıcaklığı 220°C, alt sıcaklığı 235°C'ye ayarlanan fırında 30 dakika süresince fırınlanmıştır. Glutensiz ekmeğin üretimi akım şeması Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Glutensiz ekmek üretim akış şeması

3.2.14.1 Un Karışımlarında Farinograf Analizlerinin Yapılması

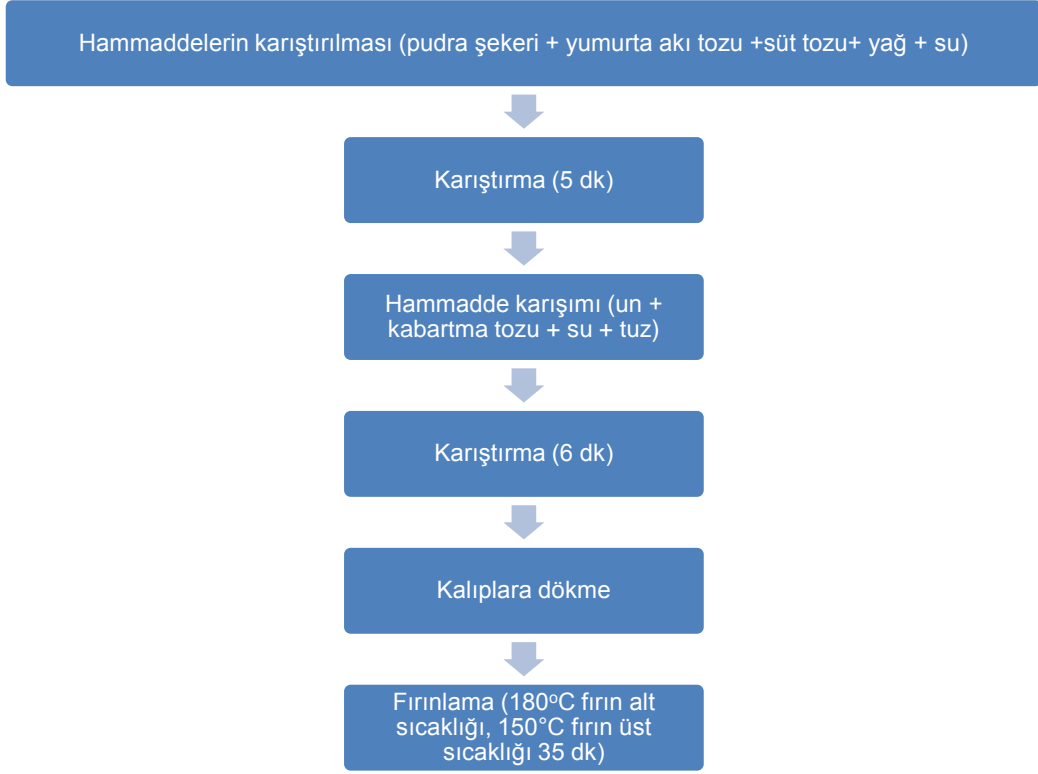
Glutenli Ekmek üretiminde kullanılacak buğday unu- göleveze unu karışımlarının su kaldırma kapasiteleri (Brabender Farinograph-AT, Almanya) belirlenmiştir. Bu analizler ile un karışımlarının su absorpsiyon değeri, stabilite, ve yumuşama dereceleri gibi değerleri kaydedilmiştir.

3.2.15 Göleveze Ununun Normal ve Glutensiz Kek Üretiminde Kullanılması

Kek üretimi AACC (1990)'de belirtilen metod baz alınarak çeşitli modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Kek formülasyonu, Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'te belirtilen un miktarı, Tablo 3'te görülen karışım yüzdesine göre hazırlanmıştır. Kek üretiminin akış şeması Şekil 3'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Kullanılan kek formülasyonu

Bileşenler	Ağırlık (g)
Pudra şekeri	100
Yumurta akı tozu	9,0
Yağsız süttezu	12,0
Tuz	1,5
Kabartma tozu	5,0
Yağ	40,0
Distile su	100



Şekil 3. Kek üretim akış şeması

Pudra şekeri, süt tozu, yumurta akı tozu, yağ ve 40 mL su mikserle (KitchenAid, ABD) aktarılıp ve beş dakika karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi öncelikle 2 hızında 1 dk, sıyırma işlemi ve 4 hızında 4 dk olacak şekilde yapılmıştır. Un, kabartma tozu, tuz ve suyun geri kalan kısmı da karışıma ilave edilip ve 6 dakika daha karıştırma işlemi uygulanmıştır. Karıştırma işlemi 2 hızında 1 dk, sıyırma işlemi, 4 hızında 2 dk, sıyırma işlemi, 2 hızında 1 dk ve 4 hızında 2 dk olacak şekilde yapılmıştır. Kek hamuru kalıplara konulduktan sonra fırında (Fimak, Türkiye) fırın alt sıcaklığı 180°C, üst sıcaklığı 150°C olacak şekilde 35 dakika pişirilmiştir. Glutensiz kek üretimi için Tablo 3'te glutensiz ekmek için belirtilen oranlarda gölevez ve glutensiz nişasta karışımı kullanılmıştır.

3.2.16 Ekmek ve Keklerin Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Farklı gölevez unu oranları ile üretilen ekmek ve keklerin nem, hacim, protein, yağ, kül ve renk özellikleri belirlenmiştir. Ekmek ve kek hacmi kolza tohumu yer değiştirme metoduna göre belirlenmiştir. Ekmeklerin nem içeriği, AACC Metot No: 44-15A (AACC, 1990) ile belirlenmiştir. Ayrıca ekmek ve keklerde, kül, yağ ve protein analizleri de gerçekleştirilmiştir. Kül tayini AACC Metot No: 08-01 (AACC, 1990) ve protein tayini ise Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir. Protein tayini için 3 g örnek üzerine 25 mL H₂SO₄ ve 1 adet Kjeldahl tablet ilave edilerek infrared yakma ünitesinde 5 saat yakılmıştır. Daha sonra elde edilen çözelti 0,1 M

HCl ile pH 4,6'ya ulaşana kadar titre edilmiştir. Ekmek ve kek örneklerinin yağ miktarı ise soxhelet ekstraksiyon sistemi ile belirlenmiştir. Örneklerin renk analizi için Chroma Meter CR-400 cihazından yararlanılmıştır Üretilen ekmek ve kek örneklerinin parlaklık (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) değerleri ölçölmüştür.

3.2.17 Ekmek ve Keklerin Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi

Ekmek ve keklerin tekstürel analizleri tekstür analiz cihazı (TA HD plus Texture Analyzer, İngiltere) ile gerçekleştirilmiştir. Ekmek ve kek örneklerindeki tekstürel özellikleri belirlemek için TPA (Texture Profile Analysis) testi uygulanmıştır. Analiz esnasında örneklere iki kez sıkıştırma uygulanmıştır. Elde edilen zamana bağlı kuvvet grafiğinden hamur örneklerine ait sertlik değerleri belirlenmiştir.

3.2.18 Ekmek ve Keklerin Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi

Normal ve glutensiz ekmek, kek örneklerinin duyusal özellikleri 5 noktalı hedonik skala kullanılarak belirlenmiştir. Hedonik skalada 5 en yüksek skoru belirtmekteyken, 1 en düşük skoru göstermektedir. Duyusal analiz ile ekmek ve kek örneklerinin dış yüzey ve iç rengi, yüzey özellikleri, tekstürü, ağız hissi ve genel kabul edilebilirliği belirlenmiştir.

3.2.19 Gölevezli Ekmek ve Keklerde Bulunan Dirençli Nişasta Miktarının Belirlenmesi

Gölevezli ekmek ve keklerde bulunan toplam nişasta ve dirençli nişasta miktarı, Megazyme Resistant Starch Kit (Megazyme Int. Ireland Ltd. Co., Wicklow, Ireland) kullanılarak AACCI-approved method 32-40 (AACCI, 2000) göre yapılmıştır. Gölevezli ekmekler üretimi yapıldıktan sonra nem içerikleri yaklaşık 9-10% , kekler ise üretimi yapıldıktan sonra nem içerikleri yaklaşık 6-8% olana kadar kurutulmuş, dirençli nişasta analizi yapılana kadar saklanmıştır.

3.2.20 Gölevezli Ekmek ve Keklerde Bulunan Diyet Lif Miktarının Belirlenmesi

Gölevezli ekmek ve keklerde bulunan toplam diyet lif miktarı, Megazyme Resistant Starch Kit (Megazyme Int. Ireland Ltd. Co., Wicklow, Ireland) kullanılarak Lee et al., Prosky et al. AOAC 991.43, AOAC 985.29, AACC 32-07.01 ve AACC 32-05.01 metodlarına göre yapılmıştır. Gölevezli ekmekler üretimi yapıldıktan sonra nem içerikleri yaklaşık 9-10% , kekler ise üretimi yapıldıktan sonra nem içerikleri yaklaşık 6-8% olana kadar kurutulmuş, diyet lif analizi yapılana kadar saklanmıştır.

3.2.21 Dsc Analizi (Termal Özelliklerin Belirlenmesi)

Ekmeklerin ve keklerin depolama sırasındaki kalite özelliklerini belirlemek için diferansiyel taramalı kalorimetre analizi gerçekleştirilmiştir. Kalorimetrik analiz, DSC (diferansiyel taramalı

kalorimetre,Q200, TA Instruments, Milano, İtalya) ile gerçekleştirilmiştir. Her bir üründe DSC analizi 2 farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, formülasyonda bulunan unların yapısındaki nişastanın jelatinizasyonu gözlemlenmiştir. İkinci aşamada ise ekmek örneklerine, doğrudan DSC analizi uygulanmıştır. Birinci aşama için hamur ekmek üretim prosesindeki gibi hazırlandıktan sonra 30°C'de %85 nemde 60 dakika bekletilmiştir. Daha sonra yaklaşık 30 mg örnek alüminyum kaplara tartılıp ve kapağı kapatılmıştır.. Daha sonra örneğin sıcaklığı dakikada 11,7°C artacak şekilde 30°C'den 110°C'ye çıkarılmıştır ve bu sıcaklıkta 5 dakika bekletilmiştir. Analiz sonucunda başlangıç sıcaklık değeri (T0), entalpi değeri (ΔH) ve pik genişliği belirlenmiştir. Burada elde edilen ΔH değerinin yüksek olması, retrogradasyonun hızlı olduğunu göstermektedir. Bu değer sayesinde gölevez unu ilave edilen örneklerin, kontrol örneğine göre bayatlama prosesini karşılaştırma imkânı sağlamıştır. Analiz sonucunda T0, ΔH ve pik genişlik değerleri belirlenmiştir (Sciarini vd., 2012).

Ekmek örneklerin DSC analizi, Torrieri vd. (2014) tarafından önerilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. DSC analizi için ekmeklerden yaklaşık 10 mg alınmıştır ve alüminyum kaba konulmuştur. Örnekler, 2°C'den 100°C'ye 9,8 dakikada ısıtılmıştır. DSC analizi ile, retrograde nişastanın erime sıcaklığı (ΔH), başlangıç geçiş sıcaklığı (T0), pik geçiş sıcaklığı (Tpk) ve final geçiş sıcaklığı (Tf) değerleri belirlenmiştir.

3.2.22 Gliadin Analizi

Gliadin analizi glutensiz ürünlerde gliadin bulunmadığının teyidi maksadıyla yapılmıştır. Gliadin analizi, gölevez unlarında, glutensiz ekmek ve kek örneklerinde yapılmıştır. Gliadin analizi, İstanbul Halk Ekmek A.Ş. laboratuvarında, Elisa yöntemi ile yapılmıştır (Anonim, 2016).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.1 Gölevez Yumrusundan Un Eldesi

Yöntemde belirtildiği üzere gölevez yumrularından farklı koşullarda un elde edilmiştir. Farklı sıcaklıklarda (40, 50 ve 60°C) ve hava akış hızlarında (0,50, 1,25 ve 2,00 m/s) kurutularak elde edilen 10 farklı gölevez unu analize kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir.

4.1.2 Gölevez Unlarının Fizikokimyasal Özellikleri

Farklı sıcaklık ve akış hızı kombinasyonlarında kurutularak elde edilen gölevez ununa ait nem, kül ve protein konsantrasyonuna ve renk parametrelerine ait değerler, Tablo 5'te gösterilmiştir. Örneklerin nem değerleri %9-12 arasında değişmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi örneklerin nem miktarı arasında çok önemli farklılıklar görülmemiştir. 50 ve 60 °C'de 2 m/s akış hızı ile kurutulan örneklerin nem miktarları diğer örnekler göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum beklenildiği gibi yüksek sıcaklıklarda ve akış hızında örneklerden daha fazla suyun uzaklaştırılması ile açıklanabilir. Diğer bir kimyasal parametre olan kül miktarları ise %1,64-3,11 arasında değiştiği görülmektedir. Unlarda önemli bir kalite parametresi olan kül miktarının kurutma şartlarından önemli derecede etkilendiği görülmektedir. Aboubakar vd (2008) farklı çeşitlerdeki gölevez unlarının nem değerlerini % 8,2 ile 8,6 arasında kül değerlerini ise %1,5 ile 5,5 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Örneklerin protein değerleri 50°C'de uygulanan kurutma sıcaklığında en yüksek değerde (%16,28) bulunmuştur. 40°C ve 50°C'de ise sırasıyla %15,25 ve % 14,73 olarak tespit edilmiştir.

Un için diğer bir kalite parametrelerinden olan renk özellikleri de bu proje kapsamında belirlenmiştir. Kurutma koşullarının elde edilen un örneklerinin renk değerler üzerine etkisi de Tablo 5'te gösterilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi gölevez un örneklerinin L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri sırasıyla 68-73, 4,38-5,84 ve 1,89-2,80 arasında değişmiştir. Tablo 5'teki veriler incelendiğinde hava akış hızının kurutma üzerine etkili olduğu görülmektedir (p<0,05). Sabit hava akış hızında sıcaklığın artması L*(parlaklık), a*(kırmızılık) ve b*(sarılık) değerini etkilemediği görülmektedir. Farklı bir çalışmada gölevez ununun renk değerleri L* (83–94), a* (1,5–5,7) ve b* (3,0– 13,8) şeklindedir (Aboubakar vd 2008). Unların renk parametreleri arasındaki farklılıklar un üretiminde kullanılan gölevez yumrusu çeşidinden, olgunluk derecelerinin farklı olmasından, yetiştirilen bölgenin ikliminden ve un üretiminde uygulanan metot farklılıklarından kaynaklanabilir.

Tablo 5. Gölevez ununun fizikokimyasal özellikleri

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Akış hızı (m/s)	Nem(%)*	Kül (%)*	Protein (%)*	(L*)*	(a*)*	(b*)*
40	0,50	11,90 ^a	2,39 ^{bc}		69,78 ^{bA}	5,64 ^{bA}	2,80 ^{aA}
	1,25	12,10 ^a	1,64 ^c	15,25 ^{ab}	68,49 ^{bE}	5,71 ^{aA}	2,68 ^{aA}
	2,0	12,02 ^a	2,92 ^a		74,84 ^{aB}	4,74 ^{cB}	2,77 ^{aB}
50	0,50	12,14 ^a	3,11 ^a		69,97 ^{cA}	5,84 ^{aA}	2,50 ^{aA}
	1,25	11,86 ^a	2,76 ^a	16,28 ^a	70,87 ^{bD}	4,38 ^{cC}	1,89 ^{bC}
	2,00	9,00 ^c	3,04 ^{ab}		73,33 ^{aC}	4,49 ^{bC}	1,92 ^{bD}
60	0,50	12,22 ^a	2,91 ^a		69,18 ^{cA}	5,28 ^{aA}	2,51 ^{aA}
	1,25	10,16 ^b	2,13 ^{bc}	14,73 ^b	71,65 ^{bD}	4,81 ^{bB}	2,08 ^{bB}
	2,00	9,41 ^b	1,65 ^c		73,34 ^{aC}	4,66 ^{bC}	2,13 ^{bC}

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

4.1.3 Gölevez Unlarının Mineral Madde İçeriği

Proje çalışmasının bu bölümünde farklı kurutma sıcaklığının unların mineral madde içeriğine etkisini gözlemleyebilmek için 1,25 m/s akış hızında kurutulan örnekler seçilerek gerekli analizler gerçekleştirilmiştir. Farklı sıcaklıklarda kurutularak un örneklerinin Cu, Fe, Zn, Mn, Mg ve K miktarları belirlenmiştir ve bu değerler Tablo 6'da gösterilmiştir. Kurutma sıcaklığının artması Zn miktarında azalmaya fakat Mn miktarında ise artışa neden olmuştur. Fe ve K mineralleri miktarı 50°C kurutma sıcaklığında diğer sıcaklıklara nazaran yüksek bulunurken Cu ve Mg miktarları 50°C kurutma sıcaklığında ise daha düşük çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre farklı sıcaklıklarda kurutulan gölevez ununun Mg miktarı (128-163 mg/100g) diğer minerallere nazaran daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Aboubakar vd (2008) 6 farklı çeşit gölevez ununun fizikokimyasal, termal ve mikro yapısını inceledikleri bir çalışmada da Mg miktarını (32,9 - 382 mg/100 g) diğer mineral çeşitlerine göre daha fazla miktarda tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada elde edilen gölevez unlarının Cu miktarı 0,4-1,8 ppm arasında değişirken, proje kapsamında farklı sıcaklıklarda kurutularak elde edilen gölevez unlarında ise 12,26-13,8 ppm arasında tespit edilmiştir. Diyetle yeterli mineral alımının insan sağlığı açısından çok önemli olduğu düşünüldüğünde un üretiminde uygulanacak prosesin belirlenmesinde unların mineral madde içeriğinin de dikkate alınması gerekmektedir.

Tablo 6. Gölevez unlarının mineral miktarı

	Kurutma Sıcaklığı (°C)		
	40	50	60
Cu (ppm)	13,80±0,27	11,46±0,28	12,26±0,24
Fe (ppm)	19,49±1,04	25,71±1,58	21,08±1,14
Zn (ppm)	29,20±0,50	21,98±1,16	17,96±2,54
Mn (ppm)	2,81±0,11	3,51±0,34	5,16±0,36
Mg (mg/100g)	145,12±6,08	128,90±4,40	163,00±9,12
K (mg/100g)	28,35±2,16	39,52±1,67	34,62±0,59

4.1.4 Gölevez Unlarının Biyoaktif Özellikleri

Gölevez ununun biyoaktif özellikleri kapsamında toplam fenolik madde miktarı (g galik asit/ L) ve antioksidan aktivite değeri DPPH (g tolaks eşdeğeri/L) belirlenmiştir. Kurutma şartlarının üretilen gölevez unlarının toplam fenolik madde miktarına ve DPPH değerine etkisi Tablo 6'da gösterilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi un örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 1,20-4,17 g galik asit/L olarak bulunmuş iken DPPH değerleri ise 16,22-17,62 arasında bulunmuştur. Hava akış hızının artması 40°C'de toplam fenolik madde miktarında artışa sebep olmuştur. En yüksek fenolik madde miktarına 60°C'de 2 m/s akış hızında ulaşılmıştır. Farklı kurutma sıcaklıklarının ve akış hızlarının, örneklerin DPPH aktivite değerleri üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Gölevez unlarının biyoaktif özellikleri

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Akış hızı (m/s)	Toplam Fenolik (g galik asit/L)	DPPH (g tolaks eşdeğeri/L)
40	0,5	1,20±0,64	16,56±0,17
	1,25	2,25±0,05	17,43±0,13
	2,00	3,80± 049	16,51±0,11
50	0,50	2,82±0,90	16,93±0,03
	1,25	2,03±0,05	16,37±0,19
	2,00	3,71±0,51	16,72±0,11
60	0,50	3,80±0,17	16,97±0,08
	1,25	2,60±0,11	17,62±0,00
	2,00	4,17±0,67	16,22± 0,43

4.1.5 Gölevez Unlarının Su Tutma Kapasitesi

Unların su tutma kapasitesi, hamur üretimi sırasında çok önemli bir parametredir. Hamur üretimi sırasında ilave edilecek su miktarı, unların su tutma kapasitesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Farklı kurutma koşullarında üretilen gölevez unlarının su tutma kapasitesi Tablo 8'de gösterilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi gölevez unlarının su tutma kapasitesi %150,20 ile 218,82 arasında bulunmuştur. Amilozun yapıdan sızması, çözünmesi ve nişastanın kristal yapısının kaybolması su absorpsiyon kapasitesinin artmasına neden olmaktadır. Su tutma kapasitesinin yüksekliği, yüksek karbonhidrat içeriği ile ilişkilendirilmiştir. Musilaj gibi nişasta olmayan yapıların da gölevez unlarının su tutma kapasitesine katkı sağladığı bildirilmektedir (Kaushal vd 2012). Tablo 8'deki veriler incelendiğinde en yüksek su absorpsiyon kapasitesinin 40°C, 1,25 m/s ve 50°C, 2,00 m/s'de olduğu görülmektedir. Ayrıca 50°C'de artan hava akış hızı gölevez ununun su tutma kapasitesini artırmıştır. Sabit hava akış hızında (1,25 m/s) ise sıcaklığın artması gölevez ununun su tutma kapasitesini azaltmıştır. Un açısından önemli bir teknolojik parametre olan su tutma kapasitesinden önemli derecede etkilendiği gözönünde bulundurulursa, kurutma şartlarının optimizasyonu unun kalitesi açısından önem arz etmektedir.

Tablo 8. Gölevez unlarının su tutma kapasitesi (%)

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Akış hızı (m/s)	Su tutma kapasitesi (%)
40	0,50	195,22±2,10
	1,25	218,82±5,77
	2,00	189,25±6,82
50	0,50	150,20±3,73
	1,25	200,53±5,28
	2,00	217,33±0,47
60	0,50	183,79±0,96
	1,25	184,81±1,13
	2,00	185,12±1,17

4.1.6 Gölevez Unlarında Bulunan Dirençli ve Toplam Nişasta Miktarı

Farklı sıcaklıklarda ve hava akış hızlarında kurutulan gölevez unlarının dirençli nişasta miktarları 33-51 g/100g arasında değişmektedir (Tablo 9). Hava akış hızının artması 50°C'de dirençli nişasta miktarının artmasına sebep olmuştur. En yüksek dirençli nişasta miktarına 50°C'de 2 m/s akış hızında ulaşılmıştır. 50°C'de artan hava akış hızı dirençli nişasta miktarında artışa sebep olurken diğer sıcaklıklarda böyle bir durum söz konusu olmamıştır. Eerlingen vd (1993), dirençli nişasta miktarının sıcaklığa bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Artan sıcaklık dirençli nişasta kaybında azalmaya sebep olmaktadır. Örneklerin, 40 ve 50°C'de 2 m/s akış hızında sahip oldukları dirençli nişasta miktarı, dirençli nişasta (kontrol) göre yüksektir (Tablo 9). Unların toplam nişasta miktarında kurutma şartlarına bağlı olarak ciddi

farklılıklar gözlemlenmese de dirençli nişasta miktarı kurutma sıcaklığı ve hava akış hızından genel olarak önemli derecede etkilenmektedir. Dirençli nişastanın insan sağlığı üzerindeki prebiyotik özellikler taşımasından dolayı önemi düşünüldüğünde un üretimi sırasında uygulanan kurutma prosesinin belirlenmesinde dirençli nişasta miktarı da göz önünde bulundurulması gereken parametreler arasında sayılabilir.

Tablo 9. Gölevez unlarının toplam nişasta ve dirençli nişasta miktarları

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Akış hızı (m/s)	Dirençli Nişasta (g/100 g)	Dirençli olmayan nişasta (g/100 g)	Toplam nişasta (g/100g)
40	0,50	36,91±0,47	26,03±0,44	62,94±0,91
	1,25	33,88±0,67	26,68±1,32	60,55±1,99
	2,00	48,04±0,16	11,29±0,99	59,33±1,15
50	0,50	35,78±0,46	26,24±1,03	62,03±0,57
	1,25	43,80±0,62	17,17±0,80	60,97±1,41
	2,00	51,44±0,67	13,23±0,01	64,67±0,68
60	0,50	44,67±0,21	24,10±1,26	68,77±1,05
	1,25	40,95±1,16	19,12±3,51	60,06±2,35
	2,00	41,42±0,42	17,04±0,09	58,46±0,33
Dirençli nişasta (kontrol)	-	49,21±0,00	50,75±0,00	99,96±0,00

4.1.7 Gölevez Unlarının Diyet Lif İçeriği

Diyet lifler, fonksiyonel ve teknolojik özellikleri nedeniyle düşük kalorili gıda formülasyonlarının temel bileşenlerindedir. Sindirim enzimlerine karşı dirençli olan diyet liflerin, kalın bağırsak fonksiyonlarını düzenlemesi, mineral absorpsiyonu, glikoz ve insülin metabolizmasını düzenleyerek diyabetin kontrol edilmesi gibi sağlık üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır (Dülger ve Şahan, 2011). Proje kapsamında, farklı sıcaklıklarda (40, 50 ve 60°C), 1,25 m/s hava akış hızında kurutulan gölevez unlarının diyet lif miktarı belirlenmiştir. Sabit hava akış hızında sıcaklığın artması gölevez unlarında diyet lif miktarını artırmıştır (Tablo 10). Kurutma şartlarının belirlenmesinde sağlık üzerine olumlu etkileri olduğu bilinen diyet liflerin miktarı da dikkat edilmesi gereken bir konu olduğu sonucuna varılmıştır.

Üç çeşit gölevez ununun buğday ununa ilave edilerek, fonksiyonel ve teknolojik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada gölevez ham lif değerlerinin %0,4 ile %1,2 arasında olduğu belirtilmiştir (Njintag vd. 2008). Başka bir çalışmada ise Pasifik bölgesinde yetiştirilen gölevez yumruların diyet lif içeriğinin %0,6 ile %14 arasında olduğu bildirilmiştir (Onwueme 1994 vd). Proje kapsamında elde edilen diyet lif sonuçları literatürde belirtilen değerlerden oldukça yüksektir. Gölevez yumrusunun yetiştirme koşullarının bu duruma etkisi olduğu gibi kurutma koşulları da bu duruma katkı sağlamıştır.

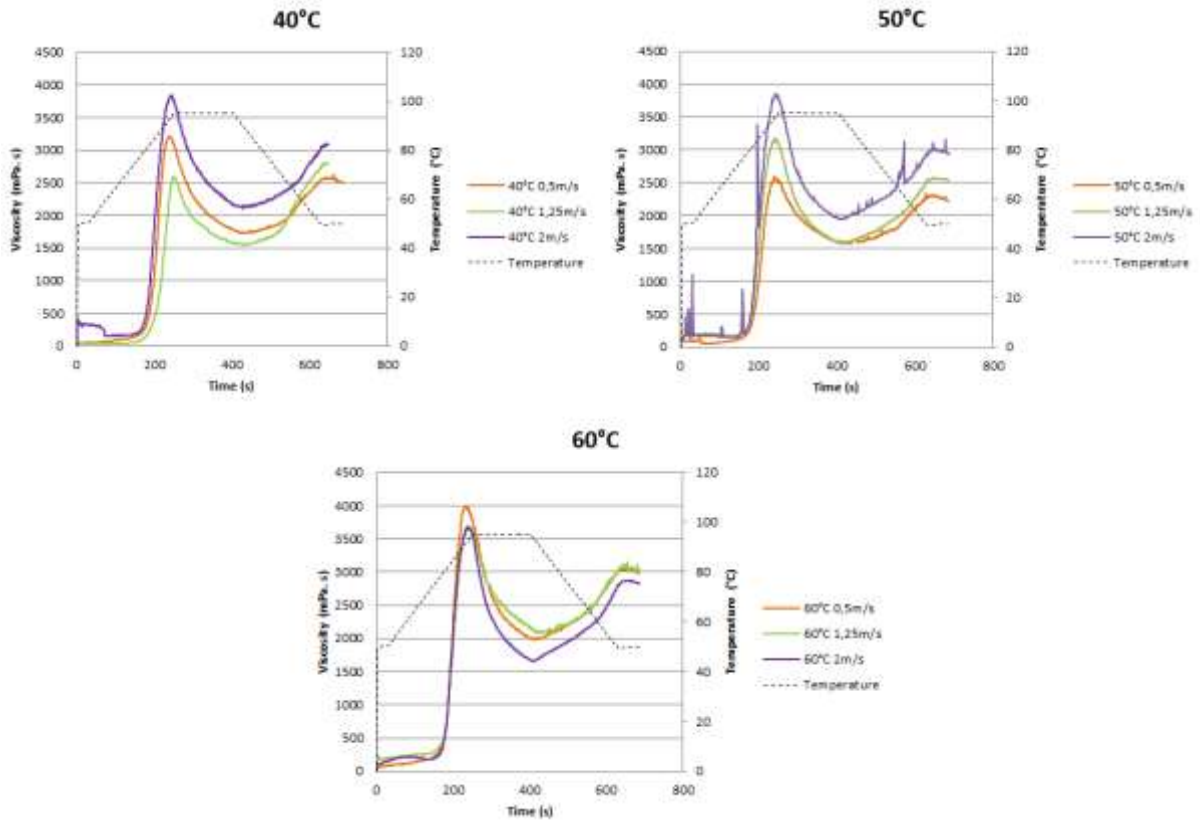
Tablo 10. Göleveze unlarının diyet lif miktarı

Kurutma Sıcaklığı (C°)	Diyet lif miktarı (g/100g)
40	12,80 ^c
50	13,18 ^b
60	13,97 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

4.1.8 Göleveze Unlarının Jelatinizasyon Davranışı

Fırıncılık ürünleri formülasyonunda kullanılan unların Jelatinizasyon Davranışı, bağlayıcı ve/veya kalınlaştırıcı bir fonksiyon da sağlaması açısından önemlidir. Jelatinizasyon davranışı, nişasta granülünün katılığı, şişme potansiyeli ve çözeltiyeye geçen amiloz miktarına bağlıdır (Kaushal vd 2012). Farklı kurutma koşullarında üretilen unların jelatinizasyon davranışlarını ait grafik, Şekil 4'te verilmiştir. Şekilden de görüldü gibi kurutma şartları, unların jelatinizasyon davranışını etkilemektedir.



Şekil 4. Farklı şartlarda kurutulmuş unların jelatinizasyon davranışı

Şekil 4'teki grafik kullanılarak hesaplanan jelatinizasyon parametreleri, Tablo 11'de verilmiştir. Jelatinizasyon için gerekli minimum sıcaklık olan pasting temperature (PT) göleveze unlarında 54°C ile 75°C arasında değişmektedir. Jelatinizasyon sıcaklığına pişirme sıcaklığı da denmektedir. Farklı çalışmalarda göleveze unlarının jelatinizasyon sıcaklığı 90°C civarında olduğu görülmüştür. Göleveze ununda yüksek jelatinizasyon sıcaklığı şişmeye karşı

dirençli nişasta varlığını göstermektedir (Kaur vd. 2010; Kaushal vd 2012). Proje kapsamında üretilen gölevez unlarının jelatinizasyon sıcaklığı literatürde belirtilen değerlerden düşük bulunmuştur. Bu durum unların yapısında bulunan protein gibi bileşenlerden kaynaklanabileceği gibi nişasta miktarından ve nişastanın yapısında bulunan amiloz ve amilopektin oranından da önemli derecede etkilenmektedir. Jelatinizasyon sıcaklığı ürün üretiminde uygulanacak sıcaklığı etkileyeceğinden direkt olarak üretimde harcanan enerji miktarı ile de ilişkili olduğundan ürün maliyeti açısından da önem taşımaktadır. Düşük sıcaklık hızlı pişmeyi gösterir ve bu durumda da harcanan enerji miktarı düşük olur. Bu da zaman ve maliyetten tasarruf sağlar.

Tablo 11. Gölevez unlarının jelatinizasyon davranışı

Kurutma Sıcaklığı (°C)	Akış hızı (m/s)	PV (mPa.s)	HS (mPa.s)	BV (mPa.s)	FV (mPa.s)	SV (mPa.s)	PT (°C)
40	0,50	3218±221	1727±87	1491±133	2491±107	764±19	75,14±0,60
	1,25	2600±221	1512±120	1088±101	2786±132	1274±12	75,48±0,32
	2,00	3855±282	2113±113	1741±168	3085±139	972±25	68,75±7,68
50	0,50	2575±176	1564±77	1010±99	2219±96	655±19	54,09±6,00
	1,25	3175±206	1575±16	1600±223	2516±58	941±75	74,65±1,39
	2,00	3854±242	1937±82	1917± 159	2929±195	991±112	63,28±11,25
60	0,50	4002±242	1976±57	2026±184	2977±149	1001±91	73,91±0,03
	1,25	3743±280	2080±72	1663± 207	3037±177	957±104	74,13±1,09
	2,00	3690±199	1653±61	2036± 137	2821±150	1168±89	75,94±0,70

PV: Peak Viskosite, HS: Holding Strength, BV: Breakdown Viskosite, FV: Final Viskosite, SV: Setback Viskosite, PT: Pasting Temperature

Yeterli miktarda nişasta granülü şiştiği zaman, viskozitede meydana gelen hızlı artış pik viskozitesi (PV) olarak tanımlanır. Farklı sıcaklıklarda ve akış hızlarında kurutulan gölevez unlarının PV değerleri 2600-4000 mPa.s olarak bulunmuştur (Tablo 11). Pik viskozitesi örneklerin su tutma kapasitesi ile ilgilidir. Nişasta da bulunan amiloz içeriği pik viskozitesi üzerinde çok etkilidir. Gölevez unlarının PV değerleri 50°C'de hava akış hızının artmasıyla artmış, 60°C'de ise azalmıştır. Gölevez unları en yüksek PV değerini 60°C'de 0,5 m/s akış hızında göstermiştir.

Unların şişme potansiyeline bağlı olarak PV değeri nişasta ve protein miktarları ile yakından ilgilidir. Düşük protein miktarı ve yüksek karbonhidrat içeriğinin unlara daha iyi şişme yeteneği sağladığı bildirilmektedir. Kaushal vd (2012) 50°C'de kurutmuş oldukları gölevezden elde ettikleri unun PV değerini 1946 mPa.s bulmuşlardır. Aynı çalışmada yüksek PV

değerinin gölevez ununa çeşitli gıda formülasyonlarında jelleştirici ve kalınlaştırıcı bir ajan olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Bir diğer önemli jelatinizasyon parametresi olan breakdown viskozite değerleri (BV) ise 1010-2036 mPa.s arasında değişmektedir. 50°C'de artan hava akış hızı BV değerinde artışa sebep olmuştur. Breakdown viskozite değeri, örneklerin ısıtma ve uygulanan kaymaya karşılık direncini gösterir. Breakdown viskozite değeri arttıkça örneklerin sıcaklık ve basınca direnci azalır ve bu durum ürün üretimi sırasında kalite bozukluklarına da neden olur.

Final viskozite değeri ilgili materyalin pişirme ve soğurma sonrası oluşturacağı jel yapının kıvamını gösteren bir durumdur. Farklı kurutma şartlarında elde edilen unların final viskozite değerleri, 2219 ve 3085 mPa.s arasında değişmiştir. Gölevez örneklerinin FV değerleri hava akış hızlarının artmasıyla 40 ve 50°C'de artış gösterirken benzer bir durum 60°C'de meydana gelmemiştir. Final viskozite değerindeki farklılık soğuma sırasında ortamdaki nişasta moleküllerinin tekrar birleşmesindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır.

Setback viskozite değeri ise nişastanın retrogradasyonunu temsil eden bir parametredir ve Tablo 11'de görüldüğü gibi bu değer kurutma şartlarından önemli derecede etkilenmiş olup gölevez unlarında 655 ve 1274 mPa.s arasında bulunmuştur. Düşük setback değeri, örneklerin retrogradasyona karşı daha dirençli olduğunu göstermektedir. Ayrıca düşük setback değerine sahip örneklerde sineresis olayının daha yavaş gerçekleştiği görülmektedir.

Jelatinizasyon sonuçlarından görüldüğü gibi jelatinizasyon parametreleri, gölevez unlarının elde edilmesi sırasında uygulanan kurutma işlemlerinden önemli derecede etkilenmektedir. Her bir parametrenin farklı bir teknolojik önemi olması açısından kurutma prosesi elde edilen ürünün kullanılacağı gıda ya uygun ayarlanması onun efektif bir şekilde kullanımı açısından oldukça önemlidir.

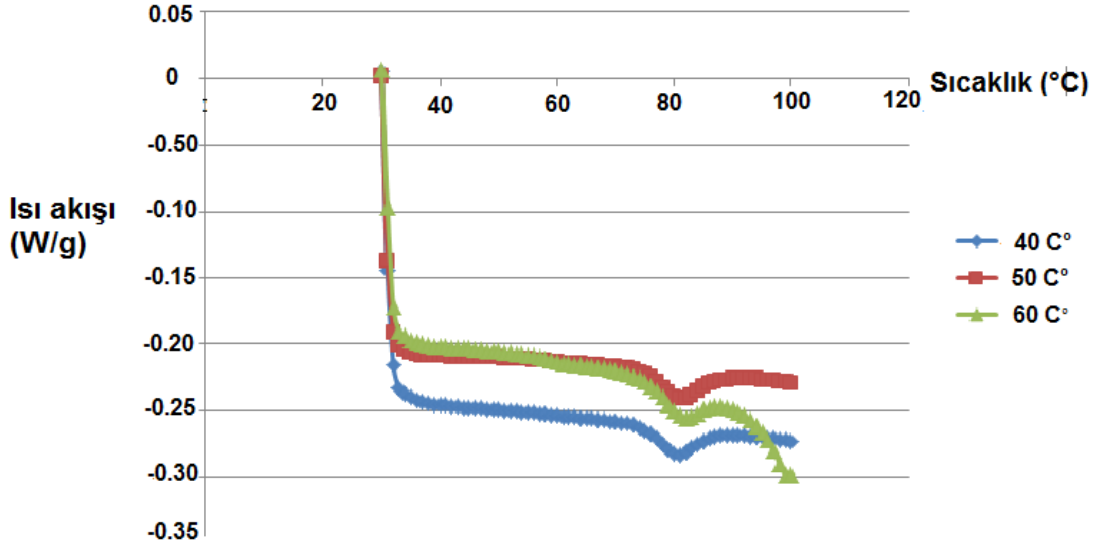
4.1.9 Gölevez Unlarının Termal Özellikleri

Gölevez unlarının termal diyagramı Şekil 5'te gösterilmiştir. Kurutma sıcaklığının artması gölevez ununun jelatinizasyon başlangıç sıcaklığını (T_o), pik sıcaklığını (T_p) ve son sıcaklığını (T_f) etkilememiştir (Tablo 12). Tattiyakul vd (2007), farklı boyutlardaki (küçük, orta, büyük) gölevez yumrularından elde ettikleri unların T_o , T_p ve T_f değerlerini sırasıyla 73, 79 ve 89°C bulmuşlardır.

Tablo 12. Gölevez ununun termal özellikleri*

	40°C	50°C	60°C
T _o	77,44 ^c	74,64 ^c	75,62 ^c
T _p	80,52 ^b	80,99 ^b	80,79 ^b
T _f	87,82 ^a	87,93 ^a	87,29 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)
To: Başlangıç sıcaklığı, Tp: pik sıcaklığı, Tf: Son sıcaklık



Şekil 5. Gölevez ununun termal diyagramı

4.1.10 Kurutma Sıcaklığı ve Hava Akış Hızının Unun Kalite Parametreleri Üzerine Etkisinin Modellenmesi

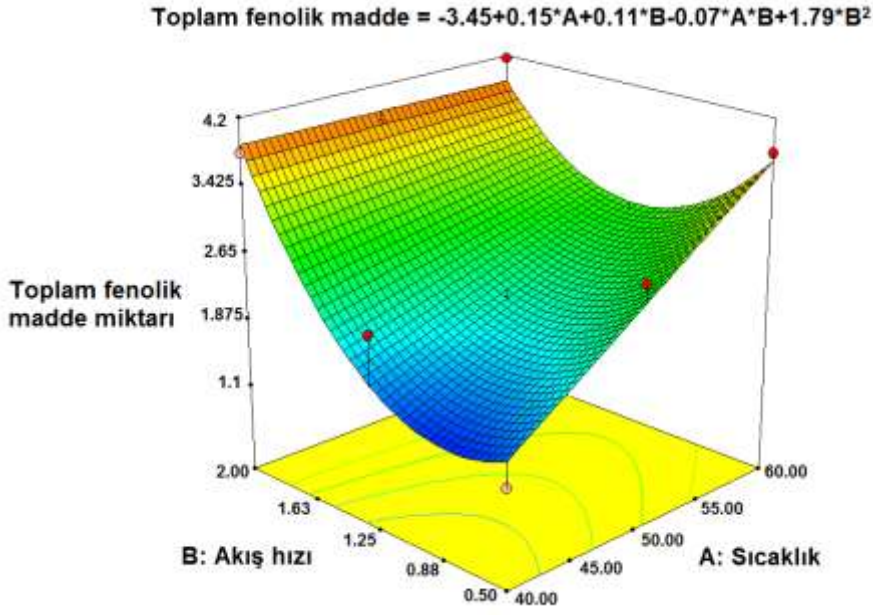
Kurutma şartlarının unların fizikokimyasal özelliklerine etkisi belirlendikten sonra bu parametrelerin değişimi kurutma şartlarına bağlı olarak matematiksel eşitliklerle ifade edilmek istenilmiştir. Fakat sonuçlar incelendiğinde kurutma şartları ile unun özellikleri arasında direk bir trend bulunmadığı için bir çok kalite parametresi un üretimi aşamasında uygulanan kurutma sıcaklığı ve hava akış hızına bağlı olarak başarılı bir şekilde modellenememiştir. Analiz edilen parametrelerden sadece toplam fenolik içeriği, su absorpsiyon kapasitesi ve renk parametreleri kurutma sıcaklığı ve hava hızının bir fonksiyonu olarak modellenebilmiştir. Gölevez unlarının fenolik içeriğine, su absorpsiyon kapasitesine ve renk parametreleri için oluşturulan modellere ait F değerleri ve modelde yer alan terimlerin anlamlılık derecesi Tablo 13'te özetlenmiştir.

Tablo 13. Gölevez unları için oluşturulan modellerin F değerleri

Faktörler	Toplam Fenolik (g galik asit/L)	Su Absorbsiyon Kapasitesi (%)	L*	a*	b*
Modeller	Quadratic	Cubic	Cubic	Cubic	Quadratic
x ₁ (sıcaklık)	13,51 ^a	37,28 ^b	16,51 ^a	0,18	20,63 ^a
x ₂ (hava akış hızı)	18,26 ^a	145,23 ^a	87,21 ^a	61,62 ^a	8,64 ^b
x ₁ x ₂	9,14 ^b	0,86	0,67	8,23 ^c	-
x ₁ x ₁	-	0,67	-	11,08 ^c	19,88 ^a
x ₂ x ₂	17,82 ^a	38,20 ^b	12,65 ^b	64,56 ^a	6,61 ^a
x ₁ ² x ₂	-	103,63 ^a	-	60,05 ^a	-
x ₁ x ₂ ²	-	14,78 ^c	19,53 ^a	13,39 ^a	-
lack of fit	69,15	1,56	895,82	19,27	117,97
R ²	0,92	0,99	0,96	0,98	0,92
adj-R ²	0,85	0,96	0,92	0,95	0,86
pred-R ²	0,50	0,23	0,64	-0,35	0,64
adeq pre	9,20	19,48	13,35	12,41	10,82

^a $p \leq 0,01$; ^b $p \leq 0,05$; ^c $p \leq 0,1$

Toplam fenolik madde içeriği için oluşturulan modele ait R^2 değeri 0,92 olarak bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarının modeldeki bağımsız değişkenlere bağlı olarak en iyi kuadratik model kullanılarak açıklanmıştır. Lack of fit değeri anlamsız çıkmıştır. Bu durumun kurulan modelin anlamlılığı açısından önemlidir. Toplam fenolik madde miktarında sıcaklık ve hava akış hızının lineer etkisi anlamlı bulunmuştur ($p \leq 0,01$). Ayrıca modelde sıcaklık ve hava akış hızının interaksyonu ile hava akış hızının kuadratik etkisi de önemli bulunmuştur. Gölevez unlarının toplam fenolik madde miktarının kurutma sıcaklığı ve akış hızına bağlı değişimi Şekil 6'de gösterilmiştir.

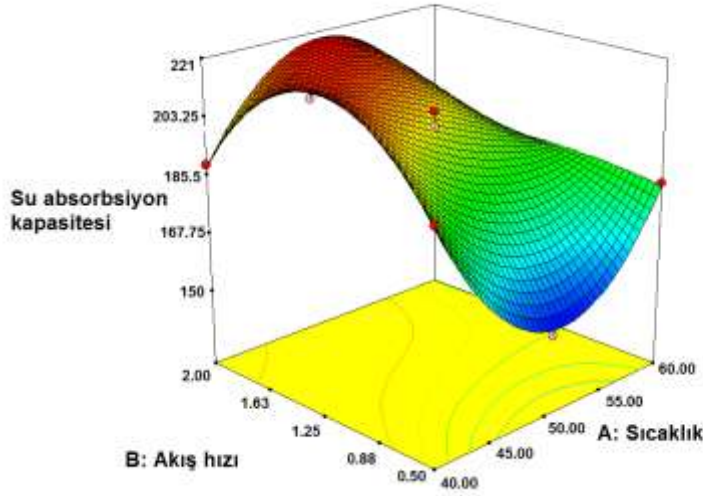


Şekil 6. Gölevez unlarının toplam fenolik içeriğinin kurutma sıcaklığı ve hava akış hızına bağlı değişimi

Şekil 6'da da görüldüğü gibi akış hızı yaklaşık 1 m/s'ye ye kadar örneklerin fenolik değeri azalmış iken daha düşük değerlerde fenolik madde miktarında az da olsa artış görülmektedir. Sıcaklığın düşük akış hızlarındaki etkisi yüksek sıcaklıklara göre daha belirgindir.

Diğer bir parametre olan su absorpsiyon kapasitesi ise kubik model ile modellenmiştir. Elde edilen modelin R^2 değeri 0,99 olarak bulunmuştur. R^2 değerinin bire yakın olması oluşturulan modelin tahmin ettiği değerler ile analiz sonuçlarının birbirlerine çok yakın olduğunu göstermektedir. Unların su absorpsiyonu üzerinde sıcaklığın ve akış hızının doğrusal etkisi önemli bulunmuştur. Ayrıca modelde bulunan x_2x_2 , $x_1^2x_2$ ve $x_1x_2^2$ parametreleri de oluşturulan modelde önemli bulunmuştur. Su absorpsiyon kapasitesinin bağımsız değişkenlere göre değişimi, Şekil 7'de 3 boyutlu grafik ile gösterilmiştir.

$$\text{Su absorpsiyon kapasitesi} = 1518.93 - 58.35 \cdot A + 40.71 \cdot A \cdot B + 0.59 \cdot A^2 - 144.91 \cdot B^2 - 0.46 \cdot A^2 \cdot B + 2.33 \cdot A \cdot B^2$$

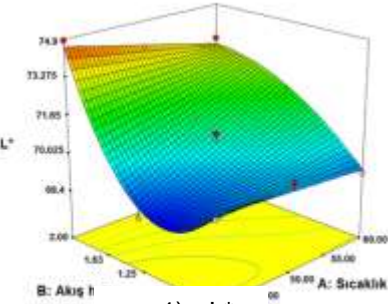


Şekil 7. Gölevez unlarının su absorpsiyon kapasitesinin kurutma sıcaklığı ve hava akış hızına bağlı değişimi

Şekil 7'den ve grafiğin üstünde yer alan eşitlikten de anlaşılacağı gibi su absorpsiyon kapasitesinin farklı sıcaklıklarda akış hızına bağlı değişimi ve farklı akış hızlarında sıcaklığa bağlı değişimi değişiklik göstermektedir. Fakat sonuçlar incelendiğinde akış hızının sıcaklığa göre daha etkili olduğu görülmektedir.

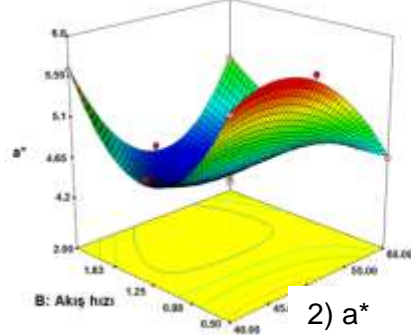
Başarılı bir şekilde modellenen son parametreler de renk parametreleridir. L^* ve a^* değerleri kubik model kullanılarak modellenirken b^* renk parametresi için ise en kuadratik model en uygun model olarak belirlenmiştir (Tablo 13). Sıcaklık ve hava akış hızının doğrusal etkisi L^* ve b^* değerleri üzerinde önemli bulunurken a^* değeri üzerinde sadece hava akış hızının doğrusal etkisi önemli bulunmuştur. x_2x_2 faktörü tüm renk parametreleri için de önemli bulunmuş iken, x_1x_2 faktörü a^* parametresi üzerindeki, x_1x_1 a ve b parametreleri üzerindeki, $x_1^2x_2$ a^* parametresi üzerindeki ve $x_1x_2^2$ parametresi ise a^* ve b^* değerleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Renk parametrelerinin kurutma sıcaklığına ve hava akış hızına bağlı değişimi, Şekil 8'de verilmiştir.

$$L^* = 89.95 - 0.38 * A - 48.09 * B + 0.90556 * A * B + 20.9555 * B^2 - 0.37 * A * B^2$$



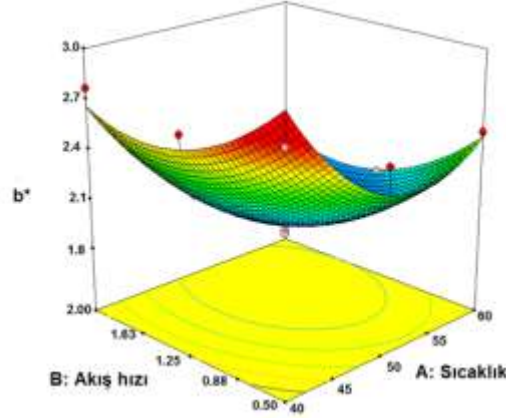
1) L*

$$a^* = 1.82 + 0.21 * A + 3.027 * B - 0.19 * A * B - 2.41471E-003 * A^2 + 1.00614 * A^2 + 2.39908E-003 * A^2 * B - 0.015 * A * B^2$$



2) a*

$$b^* = 14.16 - 0.42 * A - 1.24 * B + 4.01429E-003 * A^2 + 0.41 * B^2$$



3) b*

Şekil 8. Gölevez unlarının renk özelliklerinin kurutma sıcaklığı ve hava akış hızına bağlı değişimi

Bu analizler kapsamında, gölevez yumrularından farklı sıcaklık ve hava akış hızı kullanılarak un elde edilmiş ve fizikokimyasal özellikleri, mineral madde içeriği, biyoaktif özellikleri, su absorpsiyon kapasitesi, dirençli ve toplam nişasta, diyet lif içeriği, jelatinizasyon ve termal özelliklerine bakılarak ekmekek ve kek üretiminde kullanılacak optimum sıcaklık ve hava akış hızı belirlenmiştir. Bu kapsamda ise belirlenen koşul (50°C 2 m/s) kullanılarak un elde edilmiş ve glutenli, glütensiz ekmekek ve kek formülasyonlarında kullanılmıştır. Bu koşullarda kurutularak elde edilen gölevez unu ekmekek ve kek üretiminde kullanılıncaya kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir.

4.1.11 Gölevez Unlarının Fermentasyon Özellikleri

Reofermentometre analizleri, hamurun kabarması ve gaz üretimiyle ilgili bilgiler elde etmek için kullanılmaktadır. Şekil 9'da ekmekek hamuru örneklerinin hamur gelişimi ve gaz oluşumu grafikleri verilmiştir. Glutenli formülasyonlar, 65,4 ve 18,6 mm maksimum hamur yüksekliği

gösterirken, glutensiz (nişastalı) formülasyonlarda ise bu değer 6,2 mm ve 9,7 mm olarak tespit edilmiştir (Tablo 14).

Tablo 14. Ekmek hamuru örneklerinin reofermentometre analiz sonuçları

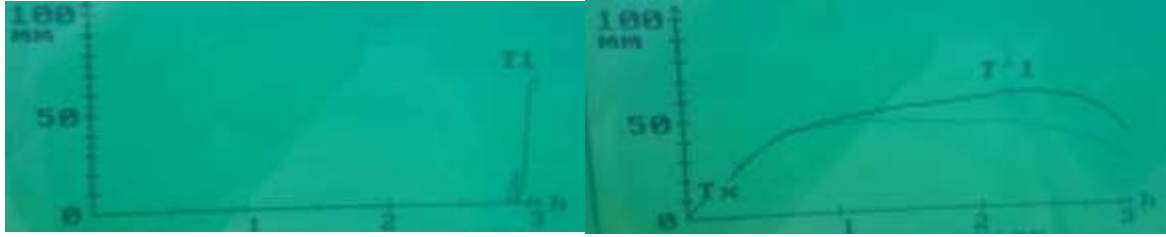
	Hamur Gelişimi			Gaz üretimi Vt (mL)
	Hm (mm)	T1 (min)	HM-H/HM (%)	
%100 BU+%0 GU	65,4	180	0	1344
%75 BU+%25 GU	18,6	78	76,3	943
%100 Gsiz NK+%0 GU	6,2	34	100	1026
% 75 Gsiz NK+%25 GU	9,7	31	95,9	965

*BU: Buğday Unu, GU: Gölevez unu, Gsiz NK: Glutensiz Nişastalı Karışım

Hm: Maksimum hamur yüksekliği, T1: Hamurun maksimum yüksekliğe ulaşması için geçen süre

Hm-H/Hm: Test sonunda hamur hacminde azalma değeri, Vt: Maya tarafından üretilen CO₂

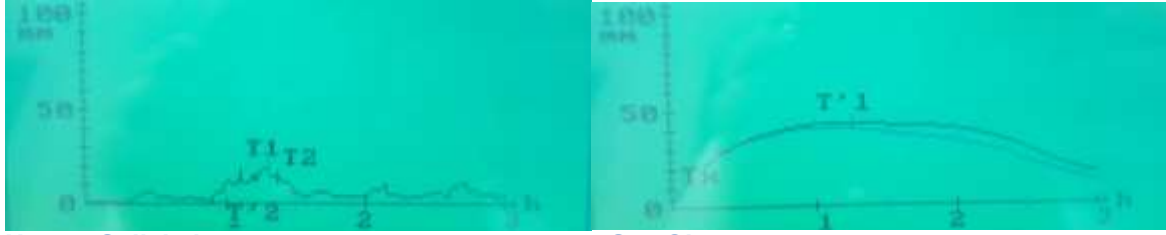
Hager vd. (2012) yaptıkları bir çalışmada buğday unu için Hm değerini 49 mm olarak belirtmişlerdir. Maksimum hamur yüksekliği (Hm), hamur oluşumu sırasında gluten ağının kurulması ile ilgili olduğundan bu durum beklenen bir sonuçtur. Buğday ununa %25 oranında gölevez unu ilavesi, hamurun Hm değerini azaltmıştır. Nişastalı karışım ile hazırlanan hamurun Hm değerini ise olumlu yönde etkilediği görülmektedir. %25 oranında gölevez unu ilavesi, glutensiz formülasyonda maya tarafından üretilen CO₂'in yapıda tutulmasına olanak sağlamıştır. Hamurun maksimum yüksekliğine ulaşması için geçen süre olarak ifade edilen T1 (min) değeri ise formülasyondan glutenin azaltılması ve/veya çıkarılması ile azaldığı görülmektedir. Test sonunda hamur hacminde azalma olarak hesaplanan (Hm-h)/Hm (%) değeri ise, %100 glutensiz nişastalı karışımda en yüksek (%100) olarak tespit edilmiştir. %100 glutensiz nişastalı karışımı ise sırasıyla, %75 glutensiz nişastalı karışım + %25 gölevez unu (%95,9) ve %75 buğday unu + %25 gölevez unu (%76,3) takip etmiştir. Maya tarafından üretilen CO₂ değeri (Vt, mL) ise sırasıyla en yüksek, %100 buğday unu (1344 mL) ve %100 glutensiz nişastalı karışımda (1026 mL) görülmektedir. Bu iki formülasyonu, %25 gölevez unlu glutensiz karışım (965 mL) takip etmiştir. Bu durum, mayanın fermentasyon sırasında kullanabileceği şeker içeriğinin ve miktarının buğday ununda ve glutensiz nişastalı karışımda daha yüksek olduğunu göstermektedir (Hager vd., 2012).



Hamur Gelişimi

a) %100 BU+ %0 GU

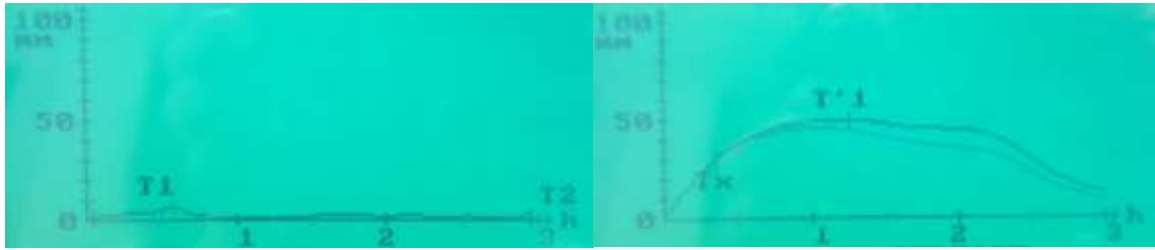
Gaz Oluşumu



Hamur Gelişimi

b) %75 BU+ %25 GU

Gaz Oluşumu



Hamur Gelişimi

c) %100 Gsiz NK+ %0 GU

Gaz Oluşumu



Hamur Gelişimi

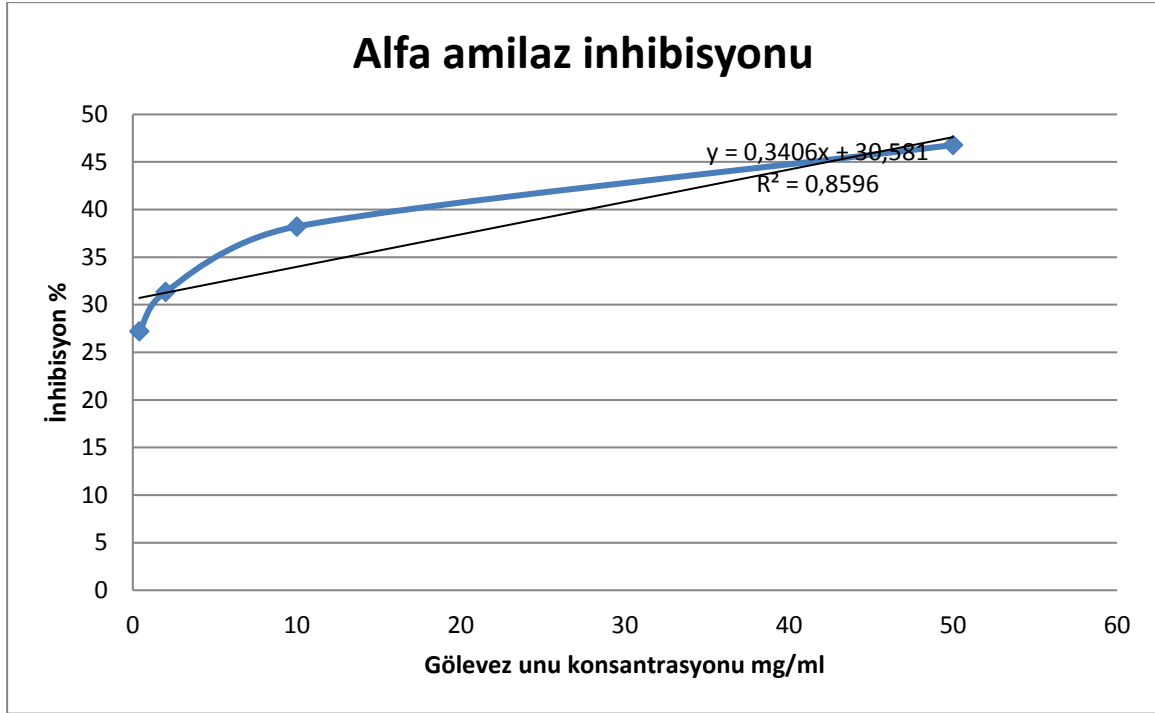
Gaz Oluşumu

d) %75 Gsiz NK+ %25 GU (BU: Buğday Unu, GU: Gölevez unu, Gsiz NK: Glutensiz Nişastalı Karışım)

Şekil 9. Reofermentometre hamur gelişimi ve gaz oluşumu grafikleri

4.1.12 Gölevez Ununun Antidiyabetik Aktivitesi

Gölevez ununda antidiyabetik aktivite belirlemek amacıyla yapılan alfa amilaz inhibisyonu analizi için 50°C sıcaklık ve 2m/s hava akış hızında kurutulan gölevez ununda IC50 değeri, kullanılan domuz pankreası alfa amilazı enzimine karşın %57,01 olarak bulunmuştur. Daha öncesinde bu konuda yapılan çeşitli araştırmalarla karşılaştırıldığında, gölevezden ekstrakte edilen proteinlerde %inhibisyon değerleri, insan salyası alfa amilazı için %62-56 arasında değişirken, domuz pankreasından elde edilen alfa amilaz enzimi ile bu değer %28,5- 48,5 arasında değişmektedir. (McEwan ve ark., 2010). Analiz sonucunda gölevez ununun % inhibisyon grafiği Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Gölevez ununun antidiyabetik aktivitesi

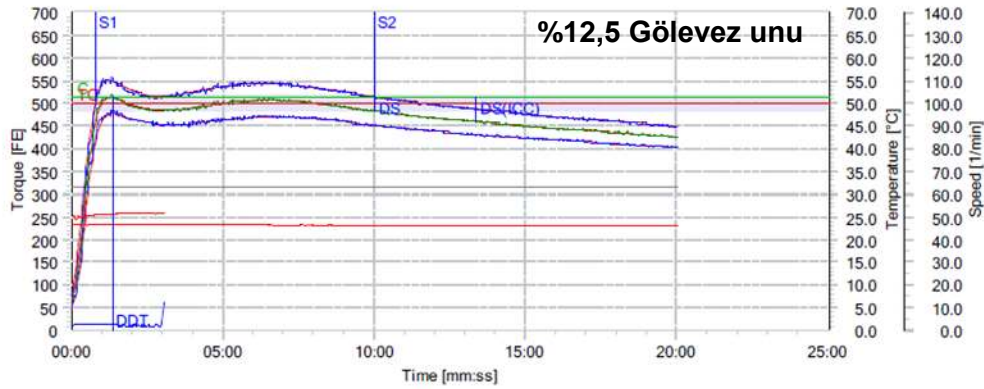
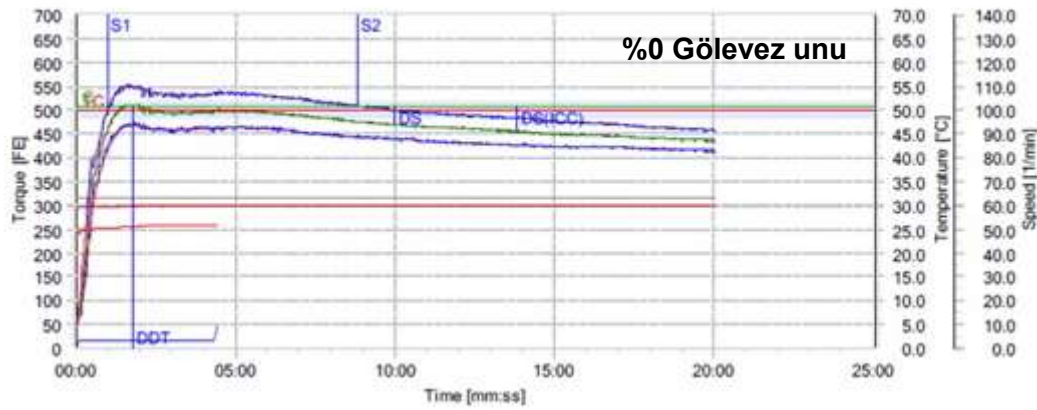
4.1.13 Buğday Unu ve Gölevez Unu Karışımlarının Farinograf Özellikleri

Buğday unlu ekmek formülasyonunda kullanılması gereken su miktarının tespiti için, buğday ununa %12,5 ve %25 oranında gölevez unu ilave edilerek elde edilen karışım unlarının farinograf özellikleri Tablo 15 ve Şekil 11’de gösterilmiştir. Bir unun farinogram özellikleri, gluten proteinlerinin miktar ve kalitesi ile ilgilidir. Gölevez unu ilavesi buğday ununun % su absorpsiyon değerini artırmıştır. Bu durum gölevez unundaki zedenlenmiş nişasta miktarının fazla olmasından kaynaklanabilir. Çünkü gölevez nişasta içeriği yüksek bir bitkidir. Ayrıca, gölevez unu ilavesi un örneklerinin 500 FE kıvam değerine ulaşması için gerekli süreyi kısaltırken (gelişme süresi), stabilite değerinde artışa neden olmuştur. Gelişme süresinin kısa oluşu, enerji ve zaman tasarrufu açısından ekmek yapımında önemlidir (Özkaya ve Kahveci, 1990) . Gölevez unu ilavesi (%12,5) buğday ununun % su absorpsiyon, stabilite, yumuşama derecesi özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir (Tablo 15). %25 oranında gölevez unu ilavesi % su absorpsiyonunu artırırken, stabilite değerinde azalmaya sebep olmuştur.

Tablo 15. Un karışımlarının farinograf özellikleri

Gölevez unu (%)	Gelişme süresi (dk.)	Kıvam (FE)	Su absorpsiyonu-WA (%)	WAC (%)	WAM (%)	Stabilite (dk.)	Yumuşama derecesi (FE)
0	01,49	509	57,8	58	58,2	7,49	39
12,5	01,21	514	62,1	62,5	61,6	09,13	31
25	01,21	525	68	68,6	66,9	00,56	49

WA: Water absorption
WAC: Water absorption corr. for default consistency
WAM: Water absorption corr. for default moisture
FE: Farinogram birimi

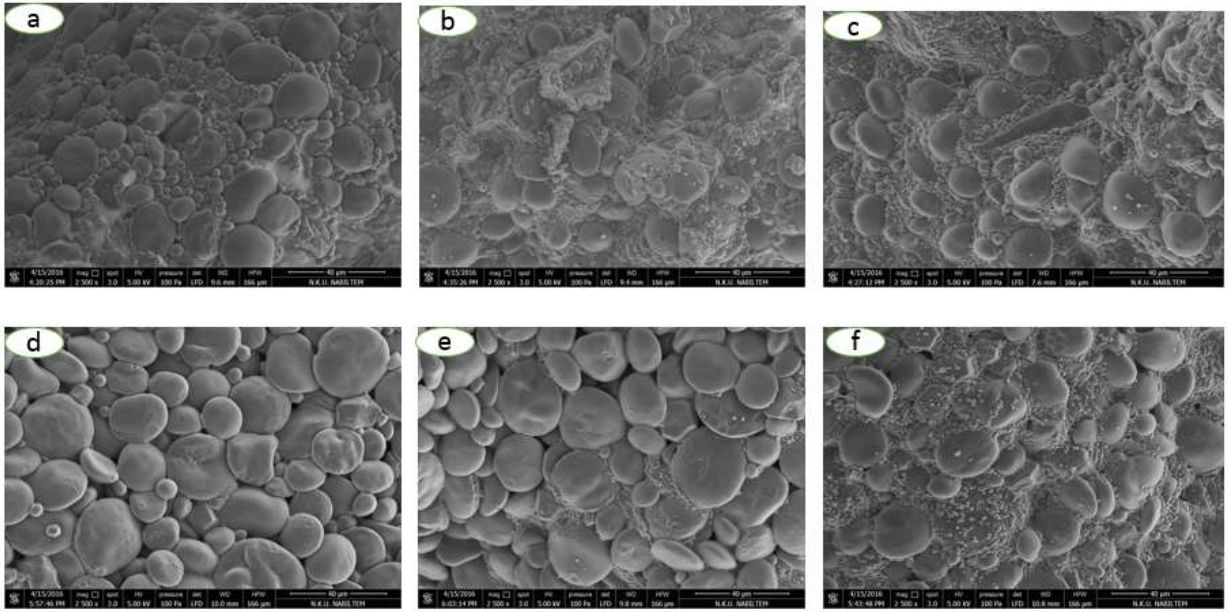


Şekil 11. Un karışımlarının farinograf grafikleri

4.1.14 Hamur Örneklerinin Mikroyapısal Özellikleri

Gölevez unlu karışımların kullanıldığı glutenli ve glutensiz ekmeklerin 2500X büyütürük taramalı elektron mikroskopunda alınan görüntüleri Resim 1'de verilmiştir. Nişastalı karışımda buğday nişastası ve mısır nişastası bulunmaktadır. Gölevezin nişasta granülleri buğday ve mısır nişastalarından daha küçük yapıda olduğu görülmektedir. Buğday unuyla yapılan hamur görüntülerinde buğday nişastası granülleri belirgin biçimde görülmekle birlikte %12,5 (Resim 1b) ve %25 (Resim 1c) gölevez eklenen numune görüntülerinde gözlenen

küçük yapıdaki granüller gölevez nişastasına aittir. Resim 1a'da nişasta granülleri ve etrafını saran protein agregatları net bir şekilde görülürken, formulasyona gölevez unu dahil edilince daha heterojen bir yapı oluşmaktadır (Resim1b ve 1c). Bu durum, formulasyondan gluten içeren buğday ununun çıkarılıp, gluten içermeyen gölevez ununun dahil edilmesiyle protein-protein interaksiyonunun zayıflamasından kaynaklanabilir (Indrani vd., 2003). Resim 1d ise %100 nişastalı karışıma ait ekmek hamuru SEM görüntüsü olup, formulasyona gölevez unu ilave edilince buğday unlu ekmek hamuruna benzer bir görüntü oluşmuştur (Resim 1c). Gölevez unu miktarı arttıkça nişasta granüllerinin boyutu da küçülmektedir. Bu sebeple gölevez unu miktarı arttıkça nişasta granülleri parçalı dağınık yapı göstermektedir.

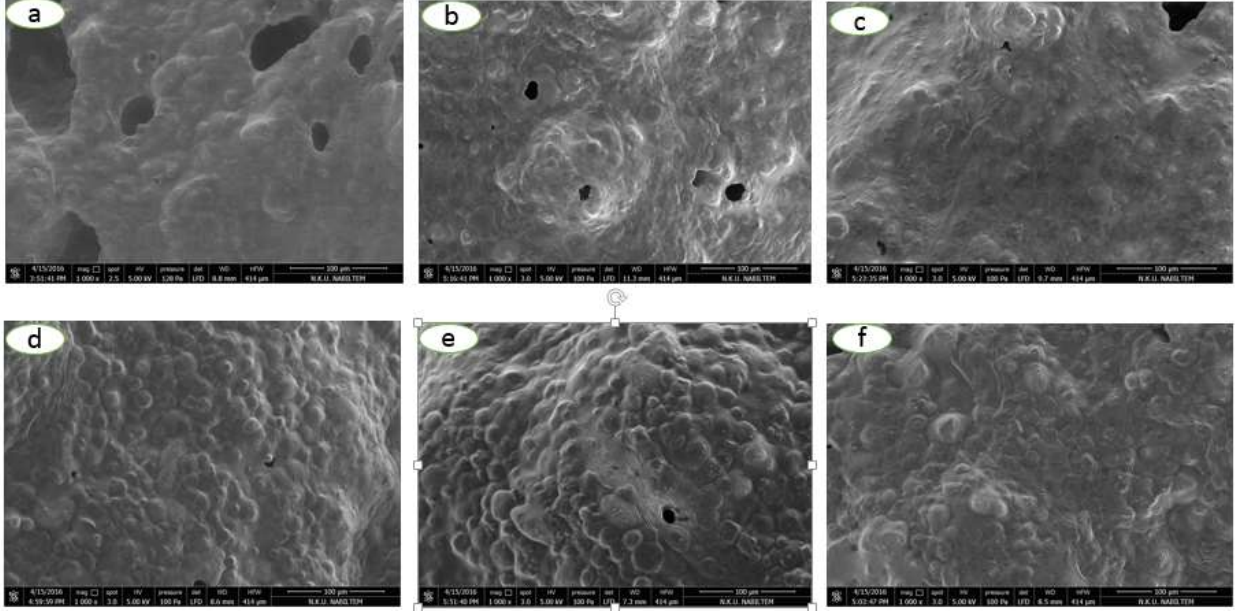


Resim 1. Ekmek hamuru örneklerinin SEM görüntüleri

a) %100 buğday unu b) %87,5buğday unu+ %12,5 gölevez unu c)%75 buğday unu+%25 gölevez unu d) %100 nişastalı karışım e) %87,5 nişastalı karışım+%12,5 gölevez unu f) %75 nişastalı karışım+%25 gölevez unu

Buğday unuyla, %12,5 ve %25 oranlarında gölevez unu eklenerek hazırlanan kek hamurlarının ve nişastalı karışımla %12,5 ve %25 oranlarında gölevez unu eklenerek hazırlanan glutensiz kek hamurlarına ait 1000X büyütmeyle alınan taramalı elektron mikroskopundaki görüntüleri Resim 2'de verilmiştir. %100 buğday unuyla yapılan kek hamurunda (Resim 2a) daha sürekli bir yapı görünmektedir. Gölevez unu miktarı arttıkça kesikli ve pürüzlü bir yapı ortaya çıkmaktadır. Gluten ağından dolayı hamur sürekli bir matrix görünümünde olup nişasta hücreleri hamurda parçalı yapı olarak görünmektedir (Rojas ve ark., 2000). Glutensiz kek hamurlarında %100 nişastalı karışım kullanılan hamurların

görüntülerinde (Resim 2d) daha düzenli bir nişasta yapısı gözlenirken gölevez unu arttıkça düzensiz boyutlardaki nişasta granül miktarı artmaktadır. Ribotta ve ark. (2004) dondurulmuş hamur üzerinde gam ve emülsifierlerin etkisine baktıkları bir çalışmada aldıkları SEM görüntülerinde nişasta granüllerinin çevresinde zayıf matriks yapısı görüldüğünü belirtmişlerdir.



Resim 2. Kek hamuru örneklerinin SEM görüntüleri

a) %100 buğday unu b) %87,5 buğday unu+ %12,5 gölevez unu c) %75 buğday unu+%25 gölevez unu d) %100 nişastalı karışım e) %87,5 nişastalı karışım+%12,5 gölevez unu f) %75 nişastalı karışım+%25 gölevez unu

4.1.15 Ekmek ve Kek Hamurlarının Reolojik Özellikleri

Ekmek ve kek hamurlarının viskoelastik özelliklerini belirlemek amacıyla örneklere önce stres sweep testi ardından da frequency sweep testi uygulanmıştır. Frequency sweep analizinde Power-Law Modeli kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar kullanılarak örneklerin elastik modülü (G'), viskoz modülü (G''), kompleks modülü (G^*) ve kompleks viskozitesi (η^*) belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre G' (elastik) değerleri G'' (viskoz) değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. G' değerinin G'' değerinden yüksek oluşu örneğin viskoelastik katı karakterde olduğunu göstermektedir (Hamed vd., 2014). Bu sebeple ekmek ve kek hamuru özellikleri incelendiğinde örneklerin tamamı viskoelastik özellik göstermiştir. Gluteniz ekmek hamurunun, glutenli ekmek hamuruna göre G' değerinin düşük olması örneğin viskoelastik özelliğinin azaldığını göstermektedir (Tablo 16, 17). Buğday depo proteini gluten, hamurun viskoelastik özelliğinden sorumludur. Gliadin ve glutenin olmak üzere 2 alt birimden oluşan gluten'nin gliadin fraksiyonu viskoz özelliklerinden, glutenin fraksiyonu ise elastik

özelliklerinden sorumlu olduğu bilinmektedir ve bu ikisi arasındaki denge sayesinde hamurun viskoelastik özelliği oluşmaktadır (Song ve Zheng, 2007). Glutensiz ekmek ve kek hamurlarına gölevez unu katkısı hamurun elastikiyetini arttırmada etkili olmuştur. Örneklerin hepsinde artan gölevez oranına karşılık G' değerlerinde artış gözlemlenmiştir (Tablo 16, 17, 18, 19). Elastik modülü en az olan ekmek hamuru ($k'=7,70\pm0,00$ $n'=0,02\pm0,00$, $R^2=1,00\pm0,0$) %0 gölevez katkılı glutensiz hamur olmuştur. En fazla olan ekmek hamuru ise %25 gölevez katkılı glutenli hamur ($k'=10,39\pm0,07$, $n'=0,02\pm0,00$, $R^2=1,00\pm0,0$) olmuştur. Kek hamurları bakımından incelenecek olursa elastikiyeti en az olan hamur glutenli %0 gölevez katkılı kek hamuru, en fazla olan ise glutensiz %25 gölevez katkılı hamur olmuştur (Tablo 18, 19).

Tablolarda değerleri hesaplamak için Statistica programı kullanılmıştır. Bu programa verilen denklemler girilerek, hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. R^2 değerleri 0,99'dan büyük olduğundan dolayı elde edilen değerlerle Power-law modeli uyumluluk göstermiştir

Tablo 16. Glutenli ekmek hamuru karışımlarında elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi ve kompleks modülü belirlerken kullanılan Power-law fonksiyonu parametreleri.

	storage modulus			loss modulus			Complex modulus			Complex viscosity		
	$G' = K'(\omega)n'$			$G'' = K''(\omega)n''$			$G^* = K^*(\omega)n^*$			$\eta^* = K^*(\omega)n^{*-1}$		
	K' (Pa)	n'	R2	K'' (Pa)	n''	R2	K*(Pa)	n*	R2	K*(Pa.s)	n*	R2
0	10,39±0,07 ^e	0,02±0,00 ^{ab}	1,00±0,00	9,40±0,03 ^e	0,02±0,00 ^a	0,98±0,01	10,46±0,05 ^e	0,02±0,00 ^a	1,00±0,00	10,47±0,06 ^e	0,92±0,00 ^b	1,00±0,00
3,15	10,43±0,04 ^{de}	0,02±0,00 ^a	1,00±0,00	9,49±0,04 ^e	0,02±0,00 ^a	0,98±0,01	10,50±0,04 ^e	0,02±0,00 ^a	1,00±0,00	10,51±0,04 ^e	0,92±0,00 ^b	1,00±0,00
6,30	10,59±0,08 ^d	0,02±0,00 ^{ab}	1,00±0,00	9,65±0,11 ^d	0,02±0,00 ^a	0,98±0,00	10,66±0,09 ^d	0,02±0,00 ^{ab}	1,00±0,00	10,67±0,08 ^d	0,92±0,00 ^b	1,00±0,00
12,50	10,84±0,11 ^c	0,02±0,00 ^c	1,00±0,00	9,91±0,09 ^c	0,02±0,00 ^b	0,98±0,00	10,92±0,11 ^c	0,02±0,00 ^c	1,00±0,00	10,92±0,11 ^c	0,92±0,00 ^b	1,00±0,00
18,70	11,05±0,03 ^b	0,02±0,00 ^{bc}	1,00±0,00	10,13±0,02 ^b	0,02±0,00 ^b	0,98±0,00	11,12±0,03 ^b	0,02±0,00 ^{bc}	1,00±0,00	11,13±0,03 ^b	0,92±0,00 ^a	1,00±0,00
25,00	11,33±0,01 ^a	0,02±0,00 ^c	1,00±0,00	10,36±0,02 ^a	0,01±0,00 ^b	0,97±0,00	11,40±0,01 ^a	0,02±0,00 ^c	1,00±0,00	11,41±0,01 ^a	0,92±0,00 ^a	1,00±0,00

Tablo 17. Glutensiz ekmek hamuru karışımlarında elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi ve kompleks modülü belirlerken kullanılan Power-law fonksiyonu parametreleri.

	storage modulus			loss modulus			Complex modulus			Complex viscosity		
	$G' = K'(\omega)n'$			$G'' = K''(\omega)n''$			$G^* = K^*(\omega)n^*$			$\eta^* = K^*(\omega)n^{*-1}$		
	K' (Pa)	n'	R2	K'' (Pa)	n''	R2	K*(Pa)	n*	R2	K*(Pa.s)	n*	R2
0	7,70±0,00 ^f	0,02±0,00 ^a	1,00±0,00	6,62±0,02 ^e	0,01±0,00 ^{ab}	0,97±0,01	7,76±0,00 ^f	0,02±0,00 ^a	1,00±0,00	7,75±0,00 ^f	0,87±0,00 ^d	1,00±0,00
3,15	8,09±0,11 ^e	0,02±0,00 ^a	1,00±0,00	7,02±0,04 ^d	0,02±0,00 ^a	0,96±0,00	8,15±0,10 ^e	0,02±0,00 ^a	1,00±0,00	8,15±0,09 ^e	0,88±0,00 ^c	1,00±0,00
6,30	9,05±0,03 ^d	0,02±0,00 ^b	1,00±0,00	7,77±0,00 ^c	0,01±0,00 ^{bc}	0,97±0,02	9,09±0,03 ^d	0,02±0,00 ^b	1,00±0,00	9,09±0,03 ^d	0,89±0,00 ^b	1,00±0,00
12,50	9,31±0,02 ^c	0,02±0,00 ^b	1,00±0,00	7,93±0,23 ^b	0,01±0,00 ^{bc}	0,95±0,04	9,36±0,02 ^c	0,01±0,00 ^b	1,00±0,00	9,35±0,02 ^c	0,89±0,00 ^b	1,00±0,00
18,70	9,70±0,03 ^b	0,02±0,00 ^b	1,00±0,00	8,28±0,31 ^b	0,01±0,00 ^c	0,92±0,01	9,74±0,04 ^b	0,01±0,00 ^b	1,00±0,00	9,74±0,04 ^b	0,90±0,00 ^a	1,00±0,00
25,00	9,95±0,04 ^a	0,01±0,00 ^b	1,00±0,00	8,72±0,03 ^a	0,01±0,00 ^c	0,93±0,01	9,99±0,03 ^a	0,01±0,00 ^b	1,00±0,00	9,99±0,03 ^a	0,90±0,00 ^a	1,00±0,00

Tablo 18. Glutenli kek hamuru karışımlarında elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi ve kompleks modülü belirlerken kullanılan Power-law fonksiyonu parametreleri.

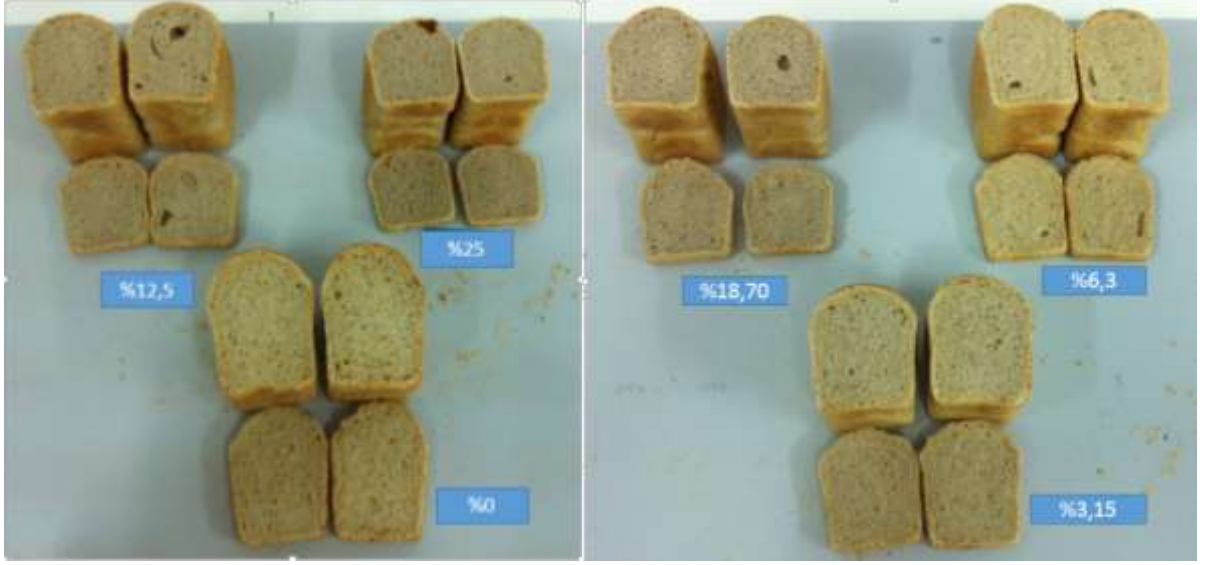
	storage modulus			loss modulus			Complex modulus			Complex viscosity		
	$G' = K'(\omega)^{n'}$			$G'' = K''(\omega)^{n''}$			$G^* = K^*(\omega)n^*$			$\eta^* = K^*(\omega)^{n^*-1}$		
	K' (Pa)	n'	R2	K'' (Pa)	n''	R2	K*(Pa)	n*	R2	K*(Pa.s)	n*	R2
0	5,43±0,01 ^d	0,04±0,00 ^{ab}	1,00±0,00	4,60±0,01 ^d	0,07±0,00 ^a	0,99±0,00	5,51±0,02 ^d	0,05±0,00 ^a	1,00±0,00	5,50±0,02 ^d	0,83±0,00 ^d	1,00±0,00
3,15	5,70±0,16 ^c	0,05±0,01 ^a	0,98±0,01	4,92±0,13 ^c	0,07±0,00 ^{ab}	0,99±0,00	5,80±0,15 ^{cd}	0,05±0,01 ^a	0,98±0,01	5,82±0,14 ^{cd}	0,85±0,00 ^c	1,00±0,00
6,3	5,97±0,16 ^c	0,04±0,00 ^{bc}	0,99±0,00	5,10±0,20 ^c	0,06±0,01 ^b	0,99±0,00	6,04±0,17 ^c	0,04±0,00 ^b	1,00±0,00	6,03±0,19 ^c	0,84±0,01 ^c	1,00±0,00
12,5	6,69±0,19 ^b	0,04±0,00 ^{bc}	1,00±0,00	5,89±0,15 ^b	0,05±0,00 ^c	0,98±0,00	6,79±0,19 ^b	0,04±0,00 ^{bc}	1,00±0,00	6,79±0,18 ^b	0,87±0,00 ^{ab}	1,00±0,00
18,7	6,83±0,12 ^b	0,03±0,00 ^{cd}	1,00±0,00	5,90±0,09 ^b	0,04±0,00 ^c	0,98±0,00	6,90±0,11 ^b	0,03±0,00 ^c	1,00±0,00	6,90±0,11 ^b	0,86±0,00 ^b	1,00±0,00
25	7,81±0,11 ^a	0,03±0,00 ^d	1,00±0,00	6,85±0,11 ^a	0,03±0,00 ^d	0,97±0,00	7,88±0,11 ^a	0,03±0,00 ^d	1,00±0,00	7,88±0,10 ^a	0,88±0,00 ^a	1,00±0,00

Tablo 19. Glutensiz kek hamuru karışımlarında elastik ve viskoz modülü, kompleks viskoziteyi ve kompleks modülü belirlerken kullanılan Power-law fonksiyonu parametreleri.

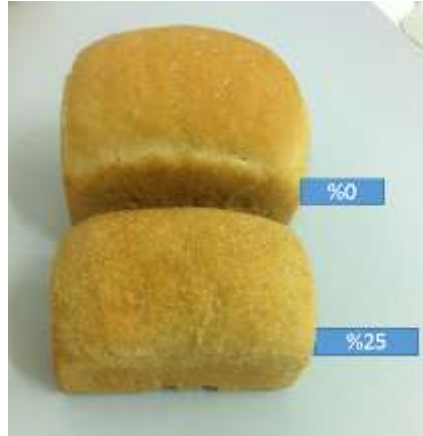
	storage modulus			loss modulus			Complex modulus			Complex viscosity		
	$G' = K'(\omega)^{n'}$			$G'' = K''(\omega)^{n''}$			$nG^* = K^*(\omega)n^*$			$\eta^* = K^*(\omega)^{n^*-1}$		
	K' (Pa)	n'	R2	K'' (Pa)	n''	R2	K*(Pa)	n*	R2	K*(Pa.s)	n*	R2
0	7,44±0,01 ^a	0,03±0,0 ^a	1,00±0,00	6,49±0,01 ^e	0,03±0,00 ^a	0,97±0,00	7,51±0,01 ^d	0,03±0,00 ^a	1,00±0,00	7,51±0,01 ^d	0,87±0,00 ^c	1,00±0,00
3,15	7,81±0,03 ^c	0,02±0,00 ^c	1,00±0,00	6,77±0,02 ^d	0,02±0,00 ^b	0,96±0,00	7,87±0,03 ^c	0,02±0,00 ^b	1,00±0,00	7,86±0,03 ^c	0,87±0,00 ^c	1,00±0,00
6,3	7,81±0,01 ^c	0,02±0,00 ^b	1,00±0,00	6,78±0,02 ^d	0,03±0,00 ^b	0,96±0,00	7,87±0,02 ^c	0,02±0,00 ^b	1,00±0,00	7,87±0,01 ^c	0,87±0,00 ^b	1,00±0,00
12,5	8,10±0,01 ^b	0,02±0,00 ^c	1,00±0,00	6,97±0,03 ^c	0,02±0,00 ^c	0,93±0,01	8,15±0,01 ^b	0,02±0,00 ^{bc}	1,00±0,00	8,15±0,01 ^b	0,88±0,00 ^b	1,00±0,00
18,7	8,12±0,04 ^b	0,02±0,00 ^b	1,00±0,00	7,17±0,02 ^b	0,02±0,00 ^c	0,95±0,01	8,19±0,03 ^b	0,02±0,00 ^c	1,00±0,00	8,19±0,03 ^b	0,88±0,00 ^a	1,00±0,00
25	8,31±0,04 ^a	0,02±0,00 ^c	1,00±0,00	7,28±0,07 ^a	0,02±0,00 ^d	0,92±0,01	8,38±0,04 ^a	0,02±0,00 ^c	1,00±0,00	8,37±0,04 ^a	0,88±0,00 ^a	1,00±0,00

4.1.16 Gölevez Unundan Normal ve Glutensiz Ekmek Üretimi

Ekmek üretiminde AACC Metot No: 10-11 (AACC, 1990) kullanılmış, Türk tipi ekmek formulasyonuna uygun hale getirmek amacıyla bazı modifikasyonlar yapılmıştır. Bu yöntemde, ekmek formülasyonunda, 100 g un, 25 mL maya süspansiyonu (%8), 25 mL tuz çözeltisi (%6) ve farinograf analizinde belirlenen miktarda su kullanılmıştır. Un karışımları olarak Tablo 3'te belirtilen oranlar hem buğday unu hem de glutensiz nişastalı karışım için kullanılmıştır (Resim 3 ve 4).



Resim 3. Buğday ununa %0, %3,15, %6,3 %12,5 %18,7 ve %25 oranlarında gölevez unu eklenmiş un karışımlarından üretilen ekmekler









Resim 4. Buğday ununa %0 ve %25 oranlarında gölevez eklenmiş un karışımlarından üretilen ekmekler

		
%0 Gölevez unu	%3,15 Gölevez unu	%6,3 Gölevez unu
		
%12,5 Gölevez unu	%18,7 Gölevez unu	%25 Gölevez unu







Resim 5. Glutensiz nişasta karışımı ve gölevez unu karışımlarından elde edilen glutensiz ekmekler

4.1.17 Gölevez Ununun Normal ve Glutensiz Kek Üretiminde Kullanılması

Kek üretimi AACC (1990)'de belirtilen metod baz alınarak çeşitli modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir (Resim 6 ve 7). Ekmek üretiminde un karışımlarında kullanılan gölevez unu oranları kek üretiminde de kullanılmıştır.

		
%0 Göleveze unu	%3,15 Göleveze unu	%6,30 Göleveze unu
		
%12,5 Göleveze unu	%18,7 Göleveze unu	%25 Göleveze unu

Resim 6. Buğday ununa %0, %3,15, %6,3 %12,5 %18,7 ve %25 oranlarında göleveze unu eklenmiş un karışımlarından üretilen kekler

		
%0 Gölevez unu	%3,15 Gölevez unu	%6,30 Gölevez unu
		
%12,5 Gölevez unu	%18,7 Gölevez unu	%25 Gölevez unu

Resim 7. Glutensiz nişasta karışımına %0, %3,15, %6,3 %12,5 %18,7 ve %25 oranlarında gölevez unu eklenmiş un karışımlarından üretilen glutensiz kekler

4.1.18 Ekmek ve Keklerin Fizikokimyasal Özellikleri

Gölevez unundan üretilen glutenli ve glutensiz ekmek formülasyonuna ait % nem, %kül, %protein ve %yağ değerleri Tablo 20 ve 21’de gösterilmiştir. Gölevez unu ilavesi ekmeklerin %nem ve kül içeriğini artırmıştır. Nem (%) değerindeki artış, gölevez ununun, lif ve musilaj içeriğinin, su absorblama ve tutma kapasitelerinden kaynaklanabilir (Kaushal ve ark., 2012). Buğday unlu ekmeklerin %kül içeriği 2,04-2,92 arasında değişiklik gösterirken glutensiz ekmeklerin kül içeriği %2,33 ile 3,13 arasında değişmiştir. Artan gölevez unu miktarı her iki ekmek çeşidinin mineral miktarında artışa sebep olmuştur. Bu durum gölevez yumrusunun mineral içeriği açısından zengin olmasından kaynaklanmaktadır (Maga, 1992). Gölevezin protein miktarının, buğday unundan az olmasından dolayı (Maga, 1992), buğday unlu ekmekte artan gölevez unu miktarı ekmeklerin % protein miktarında azalmaya neden olmuştur. Glutensiz formülasyon için ise tam tersi bir durum söz konusu olmuştur. Artan

gölevez unu miktarı, glutensiz ekmeğin %protein miktarını artırmıştır. Gölevez unu ilavesinin üretilen ekmeklerin % yağ içeriğinin glutensiz formülasyonda artışa buğday unlu formülasyonda ise azalışa neden olmuştur. Glutensiz ekmek formülasyonunun geliştirilmesi açısından literatürde yapılan bir çalışmada ise, karabuğday ile üretilen glutensiz formülasyonun, buğday unu ile üretilen formülasyona göre ekmeğin %nem, %kül, %protein ve %yağ içeriğinde artışa sebep olduğu bildirilmiştir (Costantini ve ark., 2014). Bu çalışmada elde edilen bulgular, glutensiz ekmek formülasyonunda, gölevez ununun ekmeğin fizikokimyasal özelliklerini geliştirebilmesi açısından kullanılabileceğini göstermiştir.

Tablo 20. Glutenli ekmeklerin fizikokimyasal analizleri*

%Gölevez Unu	%Buğday Unu	%Nem	%Kül	%Protein**	% Yağ
0	100	35,34	2,04 ± 0,00	11,44 ±0,13	0,32± 0,05
3,15	96,85	36,37	2,32 ± 0,08	11,05 ±0,04	0,27 ± 0,11
6,3	93,7	34,07	2,41 ± 0,02	10,78 ±0,02	0,23 ± 0,05
12,5	87,5	39,67	2,54 ± 0,07	10,73 ±0,02	0,22 ±0,10
18,7	81,3	40,26	2,73 ± 0,02	10,59 ±0,00	0,18± 0,03
25	75	44,48	2,92 ± 0,01	10,33 ±0,17	0,15 ±0,00

* İki paralel sonucun ortalaması

**N(x6,25)

Tablo 21. Glutensiz ekmeklerin fizikokimyasal analizleri*

%Gölevez Unu	%Nişastalı Karışım	%Nem	%Kül	%Protein**	%Yağ
0	100	39,23	2,33 ± 0,00	0,86 ± 0,01	0,14 ± 0,01
3,15	96,85	43,67	2,40 ± 0,00	1,15 ± 0,02	0,17 ± 0,03
6,3	93,7	44,74	2,50 ± 0,01	1,37 ± 0,01	0,19 ± 0,02
12,5	87,5	44,23	2,71 ± 0,01	1,97 ± 0,03	0,25 ± 0,00
18,7	81,3	45,63	2,90 ± 0,02	2,36 ± 0,02	0,28 ± 0,06
25	75	49,10	3,13 ± 0,01	3,08 ± 0,03	0,30 ± 0,06

* İki paralel sonucun ortalaması

**N(x6,25)

Gölevez unundan üretilen glutenli ve glutensiz kek formülasyonuna ait % nem, %kül, %protein ve %yağ değerleri Tablo 22 ve 23'de gösterilmiştir. Ürünlerin nem içeriklerine bakılacak olursa farklı gölevez unu oranlarına göre belirli bir artış ya da azalıştan söz etmek

mümkün olmamaktadır. Glutenli keklerin kül oranları $2,43\pm 0,00$ ile $2,75\pm 0,02$ arasında değişmektedir. Göleveze un miktarı arttıkça kek içerisindeki mineral maddeninde artışını söylemek mümkündür. Aynı şekilde Tablo 23 incelendiğinde glutensiz kekler için de bu yorum yapılabilir. Keklerin protein oranları ise glutenli ürünlerde kullanılan göleveze un arttıkça azalmakta, glutensiz ürünlerde kullanılan göleveze un arttıkça artmaktadır. Bu da göleveze unundaki proteinin nişastalı karışımdaki proteinden fazla, buğdaydaki proteine göre az olmasına bağlanabilmektedir. Keklerin yağ oranları ise %10 civarlarında bulunmuştur. Göleveze un ilavesi üretilen keklerin % yağ içeriğinin glutensiz formülasyonda artışa buğday unlu formülasyonda ise azalışa neden olmuştur.

Tablo 22. Glutenli keklerin fizikokimyasal analizleri*

%Göleveze Unu	%Buğday Unu	%Nem	%Kül	%Protein**	% Yağ
0	100	28,68	$2,43\pm 0,00$	$8,57\pm 0,02$	$10,89\pm 0,02$
3,15	96,85	28,54	$2,44\pm 0,05$	$8,48\pm 0,00$	$10,77\pm 0,05$
6,3	93,7	27,44	$2,49\pm 0,10$	$8,41\pm 0,04$	$10,69\pm 0,44$
12,5	87,5	28,88	$2,57\pm 0,04$	$8,35\pm 0,03$	$10,50\pm 0,07$
18,7	81,3	28,15	$2,67\pm 0,00$	$8,33\pm 0,02$	$10,33\pm 0,35$
25	75	28,86	$2,75\pm 0,02$	$8,21\pm 0,03$	$10,14\pm 0,02$

* İki paralel sonucun ortalaması

**N(x6,25)

Tablo 23. Glutensiz keklerin fizikokimyasal analizleri*

%Göleveze Unu	%Nişastalı Karışım	%Nem	%Kül	%Protein**	%Yağ
0	100	25,305	$2,14\pm 0,35$	$4,52\pm 0,14$	$10,44\pm 0,07$
3,15	96,85	25,04	$2,18\pm 0,82$	$4,56\pm 0,16$	$10,52\pm 0,14$
6,3	93,7	26,31	$2,26\pm 0,07$	$4,83\pm 0,02$	$10,58\pm 0,02$
12,5	87,5	25,53	$2,29\pm 0,03$	$4,93\pm 0,04$	$10,71\pm 0,05$
18,7	81,3	25,43	$2,38\pm 0,04$	$5,16\pm 0,04$	$10,85\pm 0,02$
25	75	25,74	$2,67\pm 0,00$	$5,44\pm 0,05$	$10,99\pm 0,33$

* İki paralel sonucun ortalaması

**N(x6,25)

Ekmeklerin kabuk ve ekmek içi renk değerleri de bu proje kapsamında belirlenmiştir. Belirlenen koşullarda buğday ununa eklenen göleveze ununun ekmek renk parametreleri üzerine etkisi Tablo 24'te verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi ekmek örneklerinin kabuk renk değerleri L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri sırasıyla 61,39-63,95, 11,68-14,07, 23,27-26,11 arasında değişmekle birlikte ekmek içi renk değerleri sırasıyla 60,25-64,29, 4,80-7,78, 9,43-12,60 arasında bulunmuştur. Buğday ununa %18,7 ve %25 düzeyinde eklenen göleveze unu ekmek kabuğunda L* değerinde düşüşe sebep olmuş, ekmek içi renginde ise %25 göleveze unu eklenmiş ekmek örneğinde en düşük değeri göstermiştir. a* değeri, %25 oranında katılan göleveze unundan yapılan ekmeklerin hem iç hem de kabuk renginde en yüksek değeri göstermiştir. b* değerinde aynı ölçüde düzenli bir oran bulunmamıştır. Ekmek içinde b* değerinde önemli düzeyde azalma görülürken ekmek kabuğunda %100 buğday unu ve %25 göleveze unundan yapılan numunelerin arasında önemli düzeyde bir farklılık görülmemiştir ($p < 0,05$).

Tablo 24. Buğday ununa göleveze unu karışımlarından yapılan ekmeklerin kabuk ve iç renk değerleri*

Göleveze Unu (%)	Buğday unu (%)	Kabuk rengi			Ekmek içi rengi		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	100	63,95±2,13 ^a	11,68±2,05 ^c	24,02±2,51 ^{cd}	63,84±1,62 ^b	4,80±0,58 ^c	12,77±1,06 ^a
3,15	96,85	62,53±3,39 ^{ab}	13,05±2,04 ^{abc}	25,75±1,24 ^{ab}	64,29±1,43 ^b	6,31±0,61 ^b	12,60±0,74 ^a
6,3	93,7	63,15±2,7 ^{ab}	12,23±2,31 ^{bc}	25,18±2,20 ^{abc}	63,58±0,98 ^{bc}	6,36±0,63 ^b	10,57±0,74 ^b
12,5	87,5	63,18±2,11 ^{ab}	12,60±1,89 ^{abc}	23,27±1,50 ^d	62,06±1,84 ^c	6,71±0,84 ^b	9,60±1,40 ^{bc}
18,7	81,3	61,60±1,95 ^b	13,66±1,68 ^{ab}	26,11±0,96 ^a	62,72±1,55 ^{bc}	6,82±0,75 ^b	9,53±0,60 ^{bc}
25	75	61,39±1,98 ^b	14,07±1,15 ^a	24,37±1,30 ^{bcd}	60,25±0,75 ^d	7,78±0,92 ^a	9,43±0,61 ^c

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Glutensiz ekmek örneklerinde kabuk renginin L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerlerinde belirgin farklılıklar görülmemektedir (Tablo 25). Örneklerin kabuk parlaklığında %100 nişastalı karışımla, göleveze unu eklenmiş örnekler arasında önemli düzeyde bir farklılık görülmezken a* değerinde %25 göleveze unu eklenmiş örnekle %100 nişastalı karışımdan yapılan ekmek arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ekmek içi renginde %25 göleveze unlu örnek en düşük parlaklık değerine sahiptir. a* ve b* değerlerinde ise %100 nişastalı karışım en düşük değere sahipken %25 göleveze unlu karışımın değerleri en yüksek bulunmuştur.

Tablo 25. Glutensiz nişastalı karışım ve gölevez unu karışımlarından yapılan ekmeklerin kabuk ve iç renk değerleri*

Gölevez unu %	Nişasta karışımı%	Kabuk rengi			İç rengi		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	100	65,61±3,79ab	6,71±3,47b	15,20±3,00b	63,69±1,51b	2,72±0,10f	1,30±0,39d
3,15	96,85	67,46±3,32a	8,15±1,35ab	18,93±3,33a	62,81±1,49a	7,38±0,36e	2,69±0,57c
6,3	93,7	68,18±2,80a	7,37±1,37ab	15,73±3,96ab	63,43±0,79bc	13,41±0,08d	2,85±0,23b
12,5	87,5	66,53±2,30ab	7,33±1,06ab	15,46±4,04ab	61,19±0,98d	5,91±0,05c	2,75±0,19bc
18,7	81,3	63,87±6,36b	7,57±1,20ab	13,57±6,64b	62,25±0,86cd	6,39±0,10b	3,13±0,46ab
25	75	64,99±2,42ab	8,42±1,15a	17,18±2,27ab	61,88±0,53d	7,00±0,16a	3,49±0,22a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Buğday ununa gölevez unu eklenerek yapılan keklerin kabuk ve iç rengi değerleri Tablo 26'da verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere buğday ununa gölevez unu eklenmesinin kekin kabuk renginin L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerlerine hiç bir etkisi olmamıştır. Buna karşın iç renk değerlerinde farklılıklar görülmektedir. İç renginde L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri sırasıyla 68,38-73,74, 4,69-6,49, 14,09-15,53 arasında değişiklik göstermektedir. İç rengin L* değeri %100 buğday unuyla yapılan örneklerle %3,15 ve %18,7 gölevez unlu örnekler arasında istatistiksel bir fark bulunmamaktadır. İç rengin a* değeri ise gölevez unu oranı arttıkça artmıştır. Gölevez unu iç rengin kırmızılık oranını önemli ölçüde etkilemiştir.

Tablo 26. Buğday ve gölevez unu karışımlarından yapılan kek numunelerinin renk değerleri*

Gölevez unu %	Buğday unu %	Kabuk rengi			İç rengi		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	100	51,77±6,75a	17,93±1,29a	19,20±5,19a	72,16±0,93a	4,69±0,29c	14,86±0,54ab
3,15	96,85	55,52±6,64a	17,14±2,29a	22,08±4,34a	71,91±1,85ab	5,25±0,68b	15,28±0,75a
6,3	93,7	53,47±7,76a	17,15±2,32a	19,87±4,63a	69,82±2,00bc	5,49±0,75b	15,53±0,95a
12,5	87,5	52,78±7,92a	17,44±2,29a	19,99±4,80a	69,05±4,01c	5,61±0,16b	14,34±1,08bc
18,7	81,3	55,04±7,40a	17,42±3,46a	19,86±4,24a	73,74±0,79a	6,18±0,24a	14,09±0,61c
25	75	53,48±7,66a	16,19±2,92a	20,90±2,72a	68,38±2,92c	6,49±0,27a	15,15±0,50a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Glutensiz kek örneklerinin renk parametreleri Tablo 27'de verilmiştir. Buğday ve gölevez unu karışımlarıyla hazırlanan kek örneklerinde olduğu gibi nişastalı karışıma gölevez unu eklenmesinin kabuk renk değerlerine bir etkisi olmamıştır. Buna karşın iç renk değerlerine etkili olduğu görülmüştür. Buğday ve gölevez unu karışımlarıyla hazırlanan örneklerdeki

benzer olarak glutensiz örneklerde de göleveze un miktarı arttıkça iç rengin a* değerinde artma görülmektedir. Bu artış, %12,5 göleveze un oranı itibariyle istatistiksel olarak anlamlıdır. b* değeri ise %100 nişastalı karışımla hazırlanan keklerde önemli düzeyde yüksek bulunmuştur.

Tablo 27. Glutensiz kek örneklerinin renk değerleri*

Göleveze unu %	Nişasta karışımı %	Kabuk rengi			İç rengi		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	100	60,77±5,88a	15,53±1,39ab	22,37±2,97a	79,37±2,49ab	4,40±0,87c	14,04±1,45a
3,15	96,85	60,58±6,68a	15,16±2,08ab	22,03±2,89a	80,76±2,94a	4,64±0,66c	12,67±1,83b
6,3	93,7	57,68±5,13a	15,90±0,86ab	20,56±2,75a	78,94±0,90ab	4,93±0,49c	12,53±0,93b
12,5	87,5	60,42±5,03a	15,65±1,46ab	22,53±1,77a	78,24±1,68bc	5,53±0,45b	11,12±1,37c
18,7	81,3	59,92±7,02a	14,92±1,80b	21,63±2,87a	75,97±2,03d	6,51±0,41a	12,29±0,87bc
25	75	58,26±6,33a	16,20±1,30a	20,75±4,35a	76,50±1,31cd	6,77±0,44a	12,46±0,65b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

4.1.19 Ekmek ve Keklerin Tekstürel Özelliklerinin ve Spesifik Hacimleri

Buğday ununa karışım dizaynında belirlenen oranlarda göleveze un eklenerek (Tablo 2) üretilen ekmeklerin spesifik hacim, sertlik, değerleri ölçülmüş değerlendirmeleri yapılmıştır. Spesifik hacim ve sertlik değerleri Tablo 28'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere undaki göleveze un miktarı arttıkça ekmeğin spesifik hacim değerlerinde önemli düzeyde düşüş görülmektedir. TPA'da (Texture profile analiz) belirlenen sertlik değerleri %18,7 ve 25 düzeylerinde eklenen göleveze unlarında diğerlerine göre daha sert ekmekler üretilmiştir. %3,15, 6,3 ve 12,5 düzeylerinde eklenen göleveze unlarında istatistiksel olarak bir fark bulunmamasına karşın %100 buğday ununa göre sertlik değerleri önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (p < 0,05).

Tablo 28. Buğday unu ve göleveze un karışımlarından yapılan ekmeklerin spesifik hacim ve sertlik değerleri*

Göleveze (%)	Buğday unu (%)	Spesifik Hacim (mL/g)	Sertlik (N)
0	100	2,89±0,06 ^a	2,84±0,27 ^c
3,15	96,85	2,54±0,00 ^b	3,88±0,71 ^b
6,3	93,7	2,45±0,02 ^c	4,23±0,55 ^b
12,5	87,5	2,30±0,01 ^d	4,46±0,32 ^b
18,7	81,3	2,09±0,06 ^e	5,58±0,71 ^a
25	75	1,97±0,05 ^f	5,73±0,54 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Glutensiz ekmek örneklerinde göleveze unu aynı oranlarda nişastalı karışıma eklenerek hazırlanmıştır. Tablo 29'da glutensiz ekmek numunelerinin spesifik hacim ve sertlik değerleri görülmektedir. Spesifik hacim, göleveze unu miktarı arttıkça önemli düzeyde azalmaktadır. Buğday ununa eklenerek yapılan örneklerdeki davranışa benzer bir özellik sergilemiştir. Aynı durum sertlik oranı için de geçerlidir. %100 nişastalı karışımdan yapılan ürünün sertlik değeri en düşük olması göleveze ununun katılmasının sertliği arttırdığını göstermektedir.

Tablo 29. Glutensiz nişastalı karışım ve göleveze unu karışımlarından yapılan glutensiz ekmeklerin spesifik hacim ve sertlik değerleri*

Göleveze unu %	Nişastalı karışım %	Spesifik Hacim (mL/g)	Sertlik (N)
0	100	4,27±0,03a	1,03±0,21d
3,15	96,85	2,20±0,01b	2,72±0,17c
6,3	93,7	1,88±0,00c	4,39±0,73b
12,5	87,5	1,75±0,00d	5,42±0,81a
18,7	81,3	1,69±0,00e	4,35±1,12b
25	75	1,61±0,01f	4,80±1,74b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Tablo 30'da un karışımlarına bağlı olarak üretilen keklerin spesifik hacim ve sertlik değerleri görülmektedir. Spesifik hacim, %100 buğday unuyla yapılan örneklerde daha yüksek çıkmıştır. Fakat istatistiksel olarak %3,15, %6,3, %18,7 göleveze unu eklenen örneklerin hacimlerinden önemli düzeyde farklı bulunmamıştır. Alozie ve ark. (2015) göleveze unu ve buğday ununu farklı oranlarda (%0, 20, 40, 50, 60, 80 ve 100) karıştırarak kek üretiminde kullanmışlar, kekin hacim indeksinin undaki göleveze miktarı arttıkça azaldığını bildirmişlerdir.

Bunun yanında sertlik değerlerinde de doğrusal bir artış ya da azalış görülmemektedir. Yine %100 buğday unuyla yapılan örneklerin sertlik değeri en yüksek düzeyde olmasına karşın bu oran %12,5 ve %25 göleveze unu eklenen örneklerin sertlik değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 30. Buğday ve göleveze unu karışımlarından üretilen kek numunelerinin spesifik hacim ve sertlik değerleri*

Göleveze unu %	Buğday unu %	Spesifik Hacim (mL/g)	Sertlik (N)
0	100	2,75±0,03a	4,45±1,28a
3,15	96,85	2,60±0,01abc	3,50±0,77b
6,3	93,7	2,68±0,10ab	2,45±0,62c
12,5	87,5	2,46±0,01c	4,42±0,40a
18,7	81,3	2,68±0,17ab	2,72±0,62bc
25	75	2,58±0,05bc	4,05±0,78a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Glutensiz kek örneklerinde kullanılan un, glutensiz nişastalı karışıma normal keklerde kullanılan oranlarda göleveze unu eklenmesiyle elde edilmiştir. Elde edilen numunelerin hacim ve sertlik değerleri Tablo 31’de verilmiştir. %18,7 ve 25 oranlarında katılan göleveze unundan yapılan glutensiz keklerde spesifik hacim daha düşük düzeylerde bulunmuştur. Buna karşın sertlik değerlerinde %100 nişastalı karışımla hazırlanan örneklerle %25 göleveze unuyla üretilen örneklerin sertlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tablo 31. Glutensiz kek örneklerinin spesifik hacim ve sertlik değerleri*

Göleveze unu %	Nişastalı karışım %	Spesifik Hacim (mL/g)	Sertlik (N)
0	100	3,13±0,08 ^a	5,43±1,00 ^b
3,15	96,85	3,07±0,06 ^{ab}	5,26±0,31 ^b
6,3	93,7	2,97±0,04 ^{bc}	5,95±0,67 ^{ab}
12,5	87,5	3,17±0,02 ^a	5,55±0,36 ^b
18,7	81,3	2,89±0,13 ^c	6,01±0,49 ^{ab}
25	75	2,93±0,02 ^c	6,54±1,19 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

4.1.20 Ekmek ve Keklerin Duyusal Özellikleri

Yapılan duyusal değerlendirme ile panelistlerin ekmeklerin renk, hücre yapısı, tat, koku, çiğnenebilirlik özelliklerini ve genel kabul edilebilirlik durumları değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları Tablo 32’de verilmiştir. Renk açısından en yüksek skora sahip olan numune %100 buğday unundan yapılan ekmekler olmuştur. %25 oranında

gölevez unu eklenmiş numunenin renk değerlendirmesi istatistiksel olarak önemli ölçüde %100 buğday ununa göre düşük olmuştur. Bu durum renk ölçümlerinde iki örnek arasında belirlenen farkın duyusal olarak da onaylandığını göstermektedir. Numunelerin hücre yapıları ve koku skorları arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir. Yine aynı şekilde %100 buğday unu ve %25 gölevez unlu karışımdan elde edilen ekmeklerde önemli ölçüde bir farklılık bulunmaktadır. Ekmeklerin çignenebilirlik skorlarında gölevez unu eklenen numuneler arasında önemli bir farklılık görülmemekle birlikte %100buğday unuyla yapılan numunede en yüksek düzeyde çıkmıştır. Fakat bu numunelerin %3,15 ve %6,3 gölevez unlu karışımdan elde edilen örnekler arasında istatistiksel olarak bir farklılık yoktur. Genel durum değerlendirmesinde ise gölevez unu eklenerek yapılan ekmeklere verilen skor %100 buğday unuyla yapılan ekmeğe göre düşüktür ($p < 0,05$). Ikpeme-Emmanuel ve ark (2010) ve Ammar ve ark. (2009) gölevez ununu farklı oranlarda buğday ununa ekleyerek ekmek üretiminde kullandıkları çalışmada gölevez ununun %10'a kadar buğday ununa eklenmesinin ekmeğin genel kabul edilebilirliğini değiştirmedeğini bildirmişlerdir.

Tablo 32. Buğday unu ve gölevez unu karışımlarından yapılan ekmeklerin duyusal değerlendirme skorları*

Gölevez unu (%)	Buğday unu (%)	Renk	Gözenek Yapısı	Tat	Koku	Çignenebilirlik	Genel Durum
0	100	4,50±0,58 ^a	3,75±0,96 ^a	4,25±0,96 ^a	4,75±0,50 ^a	4,25±0,50 ^a	4,75±0,50 ^a
3,15	96,85	4,25±0,50 ^{ab}	3,75±0,96 ^a	3,50±1,29 ^{ab}	4,75±0,50 ^{ab}	3,75±0,50 ^{ab}	4,50±0,58 ^b
6,3	93,7	4,25±0,96 ^{ab}	3,00±1,41 ^a	3,50±0,58 ^{ab}	4,25±0,50 ^{ab}	3,75±0,50 ^{ab}	4,00±0,00 ^b
12,5	87,5	3,13±0,85 ^b	3,75±0,50 ^a	4,00±0,00 ^{ab}	4,25±0,50 ^{ab}	3,25±0,96 ^b	4,00±0,00 ^b
18,7	81,3	4,00±1,41 ^{ab}	2,75±1,26 ^a	4,25±0,50 ^{ab}	4,25±0,96 ^{ab}	3,50±0,58 ^b	3,75±0,50 ^b
25	75	3,50±1,00 ^b	3,75±0,96 ^a	3,25±0,96 ^b	4,00±0,82 ^{ab}	3,50±0,58 ^b	3,50±0,58 ^b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Glutensiz ekmek örneklerinde de normal ekmeklerle aynı duyusal parametreler üzerinden değerlendirme yapılmıştır (Tablo 33). Renk skorları açısından numuneler değerlendirildiğinde gölevez unu eklenen numuneler ile nişastalı karışımın %100 kullanıldığı numune arasındaki fark anlamlı düzeyde bulunmuştur. Fakat numuneler arasında gözenek yapısı ve tat parametreleri açısından bir değişiklik saptanmamıştır. Nişastalı karışıma %25 oranında gölevez unu eklenmesinin koku, çignenebilirlik ve genel durum değerlendirmesi üzerine olumsuz etki yaptığı saptanmıştır.

Tablo 33. Glutensiz nişastalı karışım ve göleveze unu karışımlarından yapılan glutensiz ekmeklerin duyu analizi skorları*

Göleveze unu %	Nişastalı karışım %	Renk	Gözenek yapısı	Tat	Koku	Çiğnenebilirlik	Genel durum
0	100	4,75±0,50 ^a	3,75±0,50 ^a	3,50±0,58 ^a	4,25±0,50 ^a	4,25±0,96 ^a	3,75±0,50 ^a
3,15	96,85	3,50±0,58 ^b	3,50±0,58 ^a	3,00±0,00 ^a	4,00±0,00 ^{ab}	4,00±0,00 ^{ab}	3,75±0,50 ^a
6,3	93,7	3,50±0,58 ^b	3,75±0,50 ^a	2,75±0,50 ^a	3,25±0,50 ^{cd}	4,00±0,00 ^{ab}	3,50±0,58 ^a
12,5	87,5	3,00±0,82 ^b	3,75±0,50 ^a	3,25±0,50 ^a	3,50±0,58 ^{bcd}	3,00±0,82 ^{bc}	3,25±0,50 ^{ab}
18,7	81,3	3,00±0,82 ^b	3,25±0,50 ^a	3,25±0,50 ^a	3,75±0,50 ^{abc}	3,25±0,96 ^{abc}	3,25±0,50 ^{ab}
25	75	2,75±0,96 ^b	3,00±1,15 ^a	3,00±0,82 ^a	3,00±0,00 ^d	2,50±0,58 ^c	2,50±0,58 ^b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Farklı oranlarda hazırlanan buğday unu ve göleveze unu karışımıyla yapılan keklerin duyu analizi kapsamında ürünün rengi, gözenek yapısı, tadı, kokusu, çiğnenebilirliği ve genel durumu değerlendirilmiştir. Kek numunelerinin duyu değerlendirme sonuçlarına göre tüm duyu parametrelerine ilişkin olarak örnekler arasında bir fark bulunmamıştır. Göleveze ununun buğday ununa eklenmesi, kek üretiminde duyu olarak herhangi bir farklılık oluşturmamaktadır (Tablo 34).

Tablo 34. Buğday unu ve göleveze unu karışımlarından üretilen keklerin duyu değerlendirme skorları*

Göleveze unu %	Buğday unu %	Renk	Gözenek yapısı	Tat	Koku	Çiğnenebilirlik	Genel durum
0	100	4,50±0,58 ^a	3,50±1,00 ^{ab}	3,75±0,96 ^a	4,25±0,50 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,82 ^a
25	75	3,50±1,00 ^b	3,75±0,50 ^{ab}	4,00±0,82 ^a	3,75±0,96 ^a	4,25±0,50 ^a	3,75±0,96 ^a
18,7	81,3	4,25±0,50 ^{ab}	4,25±0,50 ^a	4,00±0,82 ^a	3,75±0,96 ^a	4,25±0,50 ^a	4,25±0,50 ^a
6,3	93,7	4,00±0,00 ^{ab}	3,00±0,82 ^b	3,50±0,58 ^a	3,75±0,50 ^a	3,75±0,50 ^a	4,00±0,82 ^a
3,15	96,85	3,75±0,50 ^{ab}	3,75±0,50 ^{ab}	3,75±0,96 ^a	4,00±0,00 ^a	4,00±0,82 ^a	4,00±0,82 ^a
12,5	87,5	4,25±0,50 ^{ab}	3,50±0,58 ^{ab}	4,00±0,82 ^a	3,75±1,26 ^a	4,25±0,50 ^a	4,25±0,96 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Glutensiz keklerin duyu değerlendirmesinde ise yine aynı parametreler kullanılmıştır (Tablo 35). Buğday unu ve göleveze unu karışımlarıyla hazırlanan keklerde olduğu gibi nişastalı karışıma göleveze unu eklenmesinin ürüne duyu olarak değerlendirilen ürünün

renk, gözenek yapısı, tat, koku, çiğnenebilirlik özellikleri ile genel durum değerlendirmelerinde istatistiksel olarak bir etkisi olmamıştır.

Tablo 35. Glutensiz kek örneklerinin duyu analizi skorları

Gölevez unu %	Niştalı karışım %	Renk	Gözenek yapısı	Tat	Koku	Çiğnenebilirlik	Genel durum
0	100	4,00±0,82 ^a	3,75±0,50 ^a	3,50±1,29 ^a	3,25±0,96 ^b	3,50±1,00 ^a	3,50±0,58 ^a
25	75	3,75±0,96 ^a	4,25±0,50 ^a	4,00±0,82 ^a	4,50±0,58 ^a	4,25±0,96 ^a	4,00±0,82 ^a
18,7	81,3	3,50±0,58 ^a	4,50±0,58 ^a	3,75±0,96 ^a	4,00±0,82 ^{ab}	4,25±0,96 ^a	4,00±0,82 ^a
6,3	93,7	4,00±0,82 ^a	3,75±0,50 ^a	3,75±1,50 ^a	4,50±0,58 ^a	4,50±1,00 ^a	4,00±1,15 ^a
3,15	96,85	4,00±0,82 ^a	3,75±0,50 ^a	3,25±1,50 ^a	3,75±1,26 ^{ab}	4,25±0,96 ^a	3,50±0,58 ^a
12,5	87,5	4,00±0,82 ^a	4,00±0,82 ^a	4,25±0,50 ^a	4,25±0,50 ^{ab}	4,50±0,58 ^a	4,25±0,50 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

4.1.21 Gölevezli Ekmek ve Keklerde Bulunan Dirençli Nişasta Miktarı

Analiz süresine kadar kurutulmuş saklanan gölevezli ekmek ve keklerde bulunan dirençli nişasta miktarları belirlenmiştir. Glutensiz ekmeklerde dirençli nişasta miktarları normal ekmeklere oranla fazla bulunmuştur (Tablo 36 - 37). Bunun sebebi glutensiz kekteki un karışımında buğday unu yerine niştalı karışımın bulunmasına bağlanmaktadır. Normal ekmeklerde %Dirençli Nişasta miktarları %0, %12,5 ve %25 oranlarında kullanılan gölevez unlarına karşılık sırasıyla %1,28±0,07, %1,59±0,03, %1,72±0,04 olarak bulunmuştur. Gölevezli ve gölevezsiz olmalarına bağlı olarak önemli fark görülmektedir. Glutensiz ekmeklerde ise %Dirençli Nişasta miktarları %0, 12,5, 25 oranlarında kullanılan gölevez unlarına karşılık sırasıyla %3,10±0,02, %2,87±0,02, %2,67±0,04 şeklinde bulunmuştur.

Tablo 36. Glutenli ekmeklerde bulunan dirençli nişasta miktarı*

% Buğday unu miktarı	% Gölevez unu	%Dirençli Nişasta
100	0	1,28±0,07 ^b
87,5	12,5	1,59±0,03 ^a
75	25	1,72±0,04 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 37. Glutensiz ekmeklerde bulunan dirençli nişasta miktarı*

%Nişastalı Un karışımı	% Gölevez unu	%Dirençli Nişasta
100	0	3,10±0,02 ^a
87,5	12,5	2,87±0,02 ^b
75	25	2,67±0,04 ^c

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Keklerin %Dirençli Nişasta miktarları incelendiğinde ise, reçetelerinden kaynaklanmasına bağlı olarak ekmeklere oranla daha düşük olduğu görülmektedir. Glutenli keklerde bulunan %Dirençli Nişasta 0,56±0,00 ile 0,64±0,03 arasında değişirken, glutensiz keklerde bu sonuç 1,23±0,28 ile 0,71±0,01 arasında değişmiştir (Tablo 38, 39).

Tablo 38. glutenli keklerde bulunan dirençli nişasta miktarı*

% Buğday unu miktarı	% Gölevez unu	%Dirençli Nişasta
100	0	0,56±0,00 ^b
87,5	12,5	0,58±0,01 ^b
75	25	0,64±0,03 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Tablo 39. Glutensiz keklerde bulunan dirençli nişasta miktarı*

% Nişastalı Un karışımı	% Gölevez unu	%Dirençli Nişasta
100	0	1,23±0,28 ^a
87,5	12,5	1,03±0,01 ^{ab}
75	25	0,71±0,01 ^b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

4.1.22 Gölevezli Ekmek ve Keklerde Bulunan Diyet Lif Miktarı

Proje kapsamında, farklı gölevez oranları (0, 12,5,25%) ile üretilen ekmek ve keklerin diyet lif miktarı belirlenmiştir. Genel olarak bakılacak olursa gölevez oranının artması ile son ürünlerdeki diyet lif miktarının da arttığı görülmektedir. Literatür kayıtlarından ve gölevez unundan yapılan diyet lif analiz sonuçlarına göre gölevezin diyet lif içeriğinin yüksek olduğu göz önünde bulundurulduğunda böyle bir sonuçla karşılaşılması beklenilmiştir. Tablo 40 ve 41 incelendiğinde diyet lif içeriklerinin kurutulmuş ekmeklerde 4,40±0,42 ile 8,45±0,43 arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir (p<0,05). Ayrıca farklı oranlarda kullanılan

gölevez unlarına karşılık üretilen ekmeklerdeki diyet lif sonuçlarına bakıldığında sonuçlarda önemli farklılık görülmektedir.

Tablo 40. Glutenli ekmeklerde bulunan diyet lif miktarı*

% Buğday unu miktarı	% Gölevez unu	%Diyet lif miktarı
100	0	5,59±0,01 ^c
87,5	12,5	6,56±0,06 ^b
75	25	7,43±0,25 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Tablo 41. Glutensiz ekmeklerde bulunan diyet lif miktarı*

%Nişastalı Un karışımı	% Gölevez unu	%Diyet lif miktarı
100	0	4,40±0,42 ^c
87,5	12,5	6,66±0,24 ^b
75	25	8,45±0,43 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Kek formülasyonlarında kullanılan gölevez unu oranının artması keklerdeki diyet lif miktarını, ekmeklerde olduğu gibi artırmıştır (Tablo 42, 43). Kurutulmuş keklerde bulunan diyet lif miktarı 2,14±0,11 ile 3,33±0,01 arasında değişmektedir (p<0,05). Farklı oranlarda kullanılan gölevez unlarına karşılık üretilen keklerdeki % diyet lif miktarları arasında yine önemli fark görülmektedir.

Tablo 42. Glutenli keklerde bulunan diyet lif miktarı*

% Buğday unu miktarı	% Gölevez unu	%Diyet lif miktarı
100	0	2,14±0,11 ^b
87,5	12,5	2,79±0,21 ^{ab}
75	25	3,25±0,31 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Tablo 43. Glutensiz keklerde bulunan diyet lif miktarı*

% Nişastalı Un karışımı	% Gölevez unu	%Diyet lif miktarı
100	0	2,52±0,05 ^c
87,5	12,5	2,68±0,02 ^b
75	25	3,33±0,01 ^a

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

4.1.23 Ekmek ve Kek Hamuru Örneklerinin Termal Özellikleri

Gölevez unlarının ekmek ve kek örneklerinde termal değişiminin etkisini görmek amacıyla %100 buğdayunu, %75 buğday unu+ %25 gölevez unu, %100 glutensiz nişastalı karışım, %75 glutensiz nişastalı karışım+%25 gölevez unu karışımlarıyla örnekler hazırlanmış ve hem hamurda hem de son üründe DSC analizi yapılmıştır. Son üründe yapılan DSC analizi örneklerin 1.gün ve 3.gününde yapılarak depolamanın etkisine bakılmıştır. Tüm örneklerde jelatinizasyon prosesinde karakteristik tek endotermik geçiş termogramı görülmüştür (Tablo 44, Şekil 12 ve Şekil 13).

Tablo 44. Ekmek ve kek hamuru örneklerinin termal özellikleri*

Örnek	Un Karışımı	T ₀	T _{pik}	T _{final}	ΔH (J/g)
Ekmek Hamuru	% 100 BU+ %0 GU	97,91 ^a	122,07 ^a	146,52 ^a	301,08 ^b
	% 75 BU+ %25 GU	96,08 ^a	121,57 ^a	149,27 ^a	273,10 ^b
	% 100 Gsiz NK+ %0 GU	90,84 ^a	117,37 ^a	141,73 ^a	837,00 ^a
	% 75 Gsiz NK+ %25 GU	85,12 ^a	118,56 ^a	146,57 ^a	751,08 ^a
Kek Hamuru	% 100 BU+ %0 GU	97,18 ^a	116,43 ^a	135,78 ^a	355,95 ^a
	% 100 Gsiz NK+ %0 GU	91,51 ^a	116,15 ^a	136,31 ^a	324,65 ^b
	% 75 Gsiz NK+ %25 GU	94,39 ^a	115,38 ^a	136,48 ^a	346,10 ^{ab}
	% 100 BU+ %0 GU	95,16 ^a	116,55 ^a	136,34 ^a	345,45 ^{ab}

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

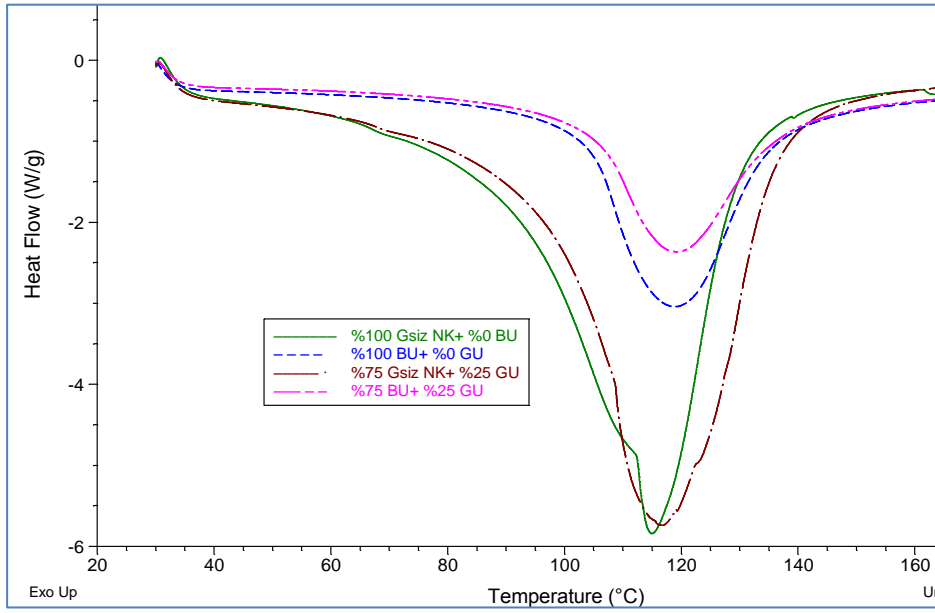
BU: Buğday Unu, GU: Gölevez unu, Gsiz NK: Glutensiz Nişasta Karışımı

T₀: Başlangıç geçiş sıcaklığı, T_{pik}: Pik geçiş sıcaklığı, T_{final}: Final geçiş sıcaklığı

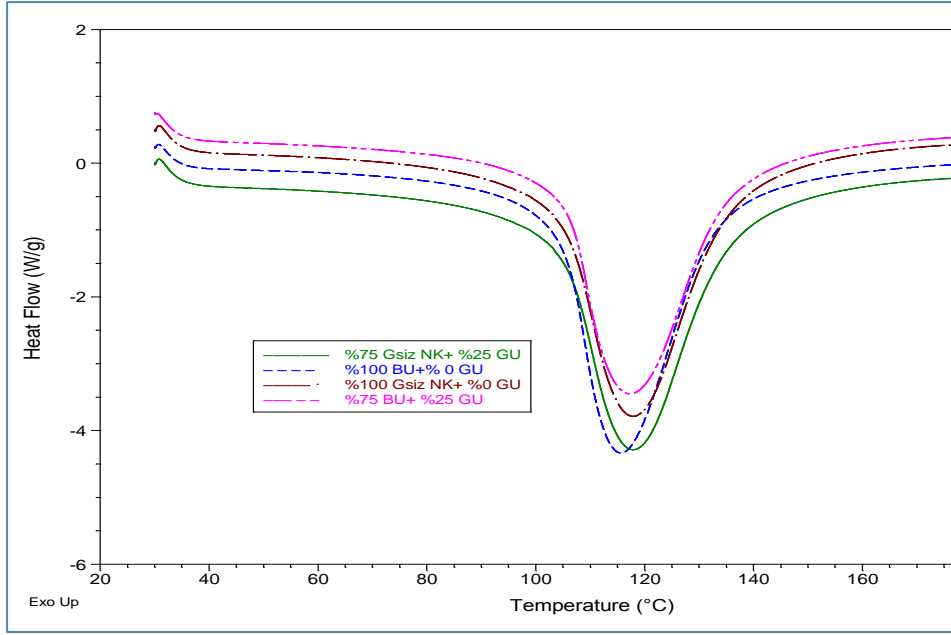
Ekmek ve kek hamuru örneklerinin entalpi değeri (ΔH), başlangıç geçiş sıcaklığı (T₀), pik geçiş sıcaklığı (T_{pik}) ve final geçiş sıcaklığı (T_{final}) değerleri Tablo 43'te belirtilmiştir.

Ekmek hamurlarının T₀, T_{pik} ve T_{final} değerleri sırasıyla 85,12°C -97,91°C, 11,37°C - 122,07°C, 141,73°C -149,27°C arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 43). Kek hamuru örneklerinde ise T₀, T_{pik} ve T_{final} değerleri sırasıyla 91,51°C -97,18°C, 115,38°C -116,55°C, 135,79°C -136,48°C arasındadır. Ekmek ve keklerin hamur örneklerinde yapılan DSC analizinde T₀, T_{pik}, T_{final} değerlerinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Buğday unu ve %25 gölevez unu eklenmiş buğday unuyla yapılan ekmek hamurunun entalpi değerleri glütensiz olan hamurlara göre belirgin ölçüde düşük bulunmuştur. Hamur ΔH değerlerinin yüksek olması retrogradasyonun hızlı olduğunu göstermektedir. Fakat buğday ununa ve nişastalı buğday unu karışımına %25 oranında gölevez eklenmesinin jelatinizasyon sıcaklıklarına ve entalpisine bir etki sağlamadığı belirlenmiştir. Unların jelatinizasyon profili, nişasta bileşenlerinin oranının (amiloz- amilopektin oranı) yanında granüler yapı ve amilopektinin moleküler yapısından da (dallanma boyutu, zincir uzunluğu) etkilenebilmektedir (Gunaratne ve Hoover, 2002).



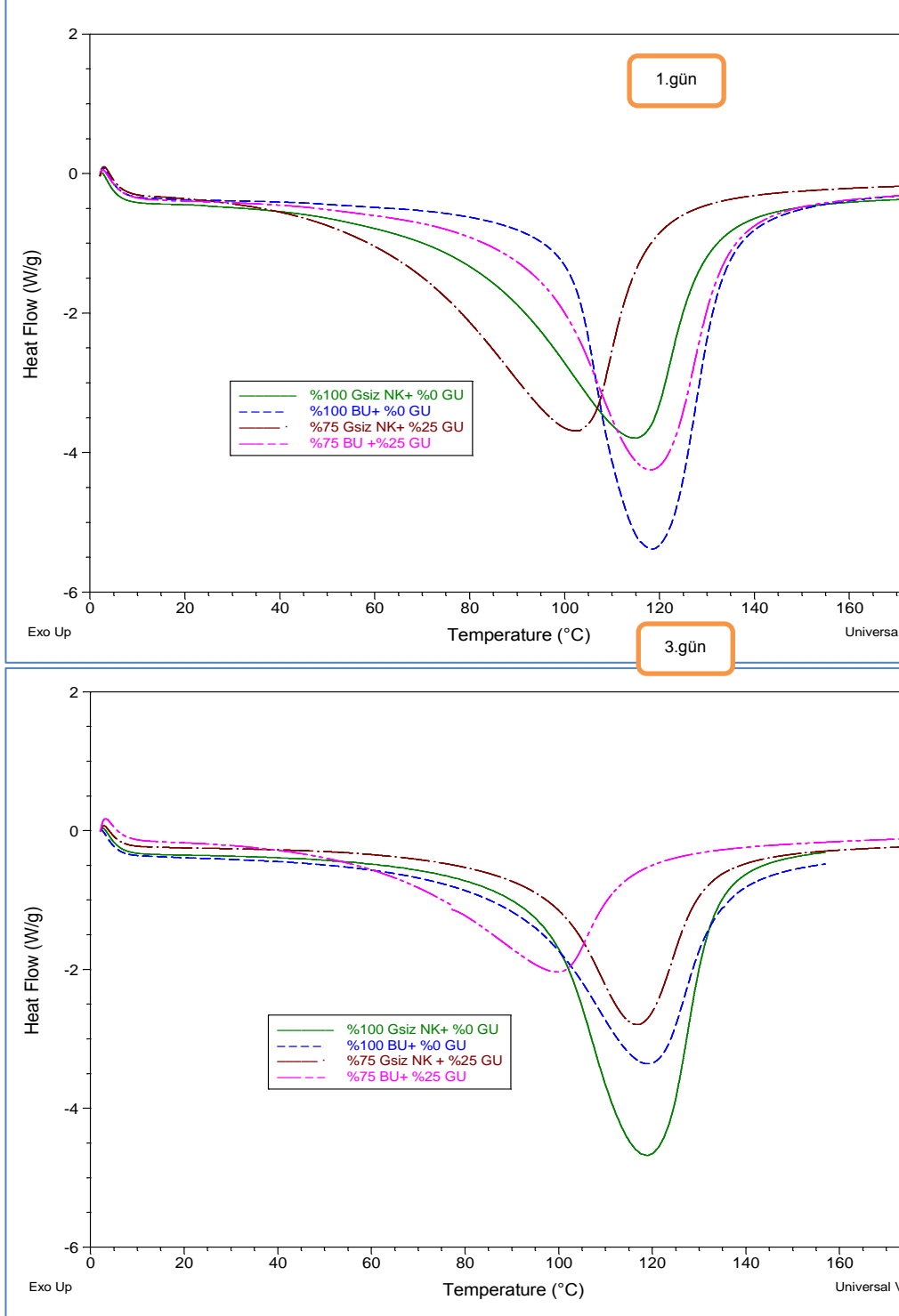
Şekil 12. Ekmek hamuru örneklerinin DSC termogramı (BU: Buğday Unu, GU: Gölevez unu, Gsiz NK: Glütensiz Nişasta Karışımı)



Şekil 13. Kek hamuru örneklerinin DSC termogramı (BU: Buğday Unu, GU: Göleveze unu, Gsiz NK: Glütensiz Nişasta Karışımı)

Ekmek örneklerinin entalpi değeri (ΔH), başlangıç geçiş sıcaklığı (T_0), pik geçiş sıcaklığı (T_{pik}) ve final geçiş sıcaklığı (T_{final}) değerleri Tablo 45'te belirtilmiştir. Bu değerler ekmeklerin jelatinizasyon başlangıç, pik ve final sıcaklıklarını ve jelatinizasyon entalpi değerini göstermektedir. 1. gün jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı $64,33^{\circ}\text{C}$ ile $81,31^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. 1. Gün %100 buğday unuyla yapılan ekmeklerin başlangıç sıcaklığı $76,98$ iken %25 göleveze unu kullanılmasıyla değer $64,33^{\circ}\text{C}$ 'ye düşmüş fakat sonuç istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Aynı şekilde göleveze ununun glütensiz ekmekte de kullanımı 1.gün jelatinizasyon başlangıç değerlerinde önemli bir fark oluşturmamıştır. 3 gün depolanan buğday unuyla yapılan ekmeklerde T_0 değeri 1.güne göre artış gösterirken glütensiz olan ekmeklerde düşüş göstermiştir. %25 göleveze unu eklenen glütensiz ekmeğin T_0 değerindeki düşüş, glutenli ekmeklere göre istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Aynı şekilde %25 göleveze unu eklenen glütensiz nişastalı karışımli ekmeğin 3. Gün T_{pik} sıcaklığı diğerlerine göre anlamlı düzeyde düşüktür. Şekil 14'de de görüldüğü gibi kurvede tek bir endotermik geçiş piki bulunmaktadır. T_{pik} sıcaklıkları 1.günde $105,03$ ile $119,3^{\circ}\text{C}$ arasında değişirken 3. gün $105,44$ ile $119,56^{\circ}\text{C}$ arasında değişkenlik göstermiştir. Jelatinizasyon bitiş sıcaklıklarında ise 1.günde %25 göleveze içeren buğday unlu ve %25 göleveze unu içeren glütensiz nişastalı karışım arasında anlamlı bir fark vardır. 3. Gün sonuçlarında da T_{final} sıcaklığı %25 göleveze unu içeren glütensiz ekmekte diğerlerine göre anlamlı ölçüde düşük bulunmuştur. DSC kurvesinden elde edilen entalpi değeri jelatinizasyon geçişi sırasında ölçülen enerji miktarını göstermektedir. 3.gün ekmeklerinin entalpi değerinde bir artış görülmektedir. Fakat sadece

%25 gölevez unu içeren buğday unlu örneklerde 1. ve 3.gün arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. ΔH değerindeki yükselme amilopektinin rekristalizasyonunun yükseldiğini göstermektedir. Üründeki su miktarının artması daha yüksek amilopektin retrogradasyonuna sebep olmaktadır.



Şekil 14. Ekmek örneklerinin 1. Gün ve 3.gün DSC termogramları (BU: Buğday Unu, GU: Gölevez unu, Gsiz NK: Glutensiz Nişasta Karışımı)

Tablo 45. Ekmek örneklerinin termal özellikleri*

Un Karışımı	Gün	T ₀	T _{pik}	T _{final}	ΔH (J/g)
% 100 BU+ %0 GU	1.gün	76,975Aa	114,615Aa	132,51Aab	417,2Aa
	3.gün	92,275Aa	119,555Aa	143,96Aa	630,15Aa
% 75 BU+ %25 GU	1.gün	64,325Aa	105,035Aa	128,02Ab	315,05Ba
	3.gün	74,15Aab	116,795Aa	141,87Aa	575,3Aa
% 100 Gsiz NK+ %0 GU	1.gün	81,25Aa	117,755Aa	138,245Aab	586,5Aa
	3.gün	76,335Aab	116,495Aa	142,92Aa	697Aa
% 75 Gsiz NK+ %25 GU	1.gün	81,305Aa	119,305Aa	144,475Aa	509Aa
	3.gün	62,325Ab	105,435Ab	130,595Ab	611,8Aa

* Aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar aynı üründe depolamaya bağlı olarak istatistiksel bir farklılık olmadığını, aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar aynı günde ürünler arasında istatistiksel bir farklılığın bulunmadığını gösterir ($p < 0,05$). BU: Buğday Unu, GU: Gölevez unu, Gsiz NK: Glutensiz Nişasta Karışımı

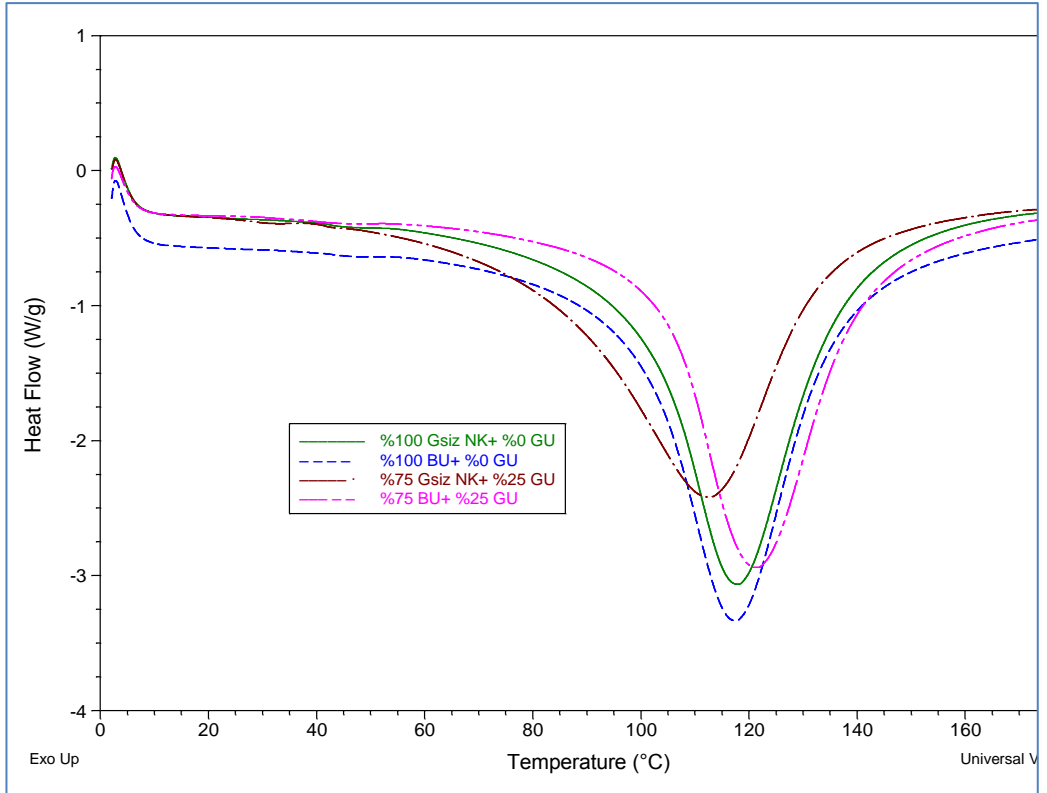
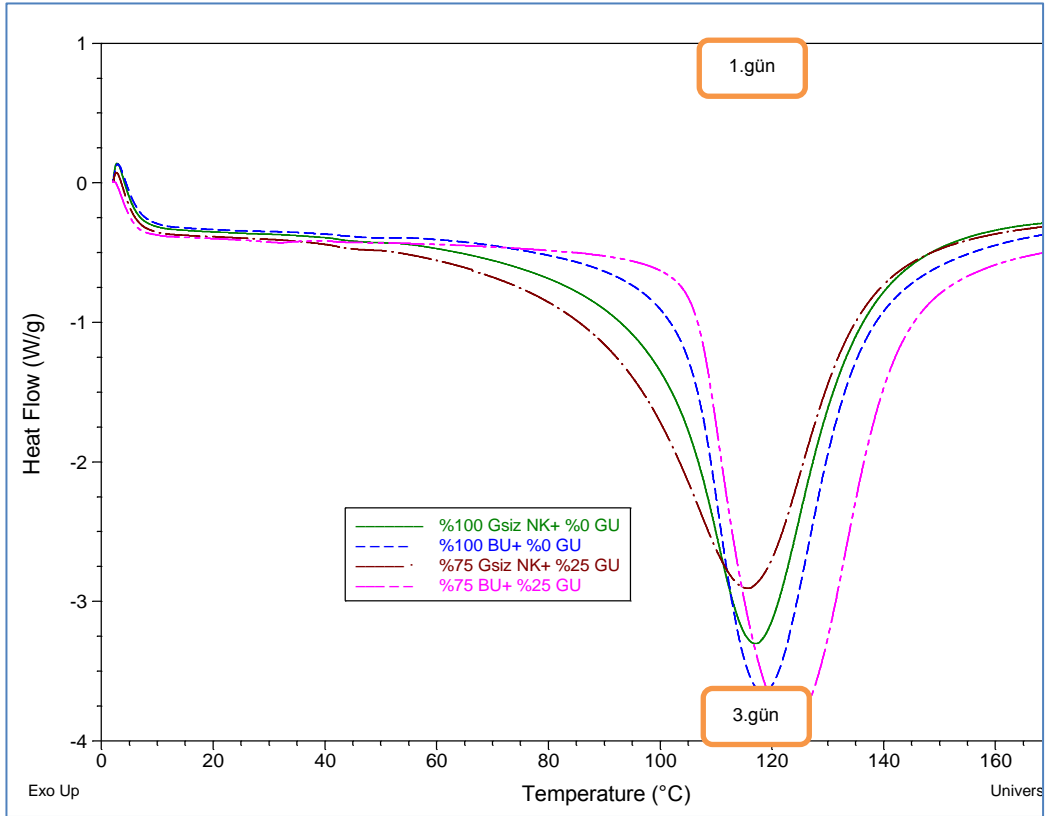
To: Başlangıç geçiş sıcaklığı, T_{pik}: Pik geçiş sıcaklığı, T_{final}: Final geçiş sıcaklığı, ΔH (J/g): Entalpi değeri

Kek örneklerinin entalpi değeri (ΔH), başlangıç geçiş sıcaklığı (T₀), pik geçiş sıcaklığı (T_{pik}) ve final geçiş sıcaklığı (T_{final}) değerleri Tablo 46'da belirtilmiştir. Şekil 15'te kek örneklerinin 1.gün ve 3.gün termogramları görülmektedir. Depolamada 1. ve 3. gün arasında tüm örneklerin T₀, T_{pik}, T_{final} ve Entalpi değerlerinde bir farklılık görülmemektedir. Kek örneklerinde jelatinizasyon başlangıç değeri 56,69°C ile 99,44°C arasında değişmektedir. Aynı şekilde örnekler arasında 1.gün T₀ değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlemlenmemişken %100 glutensiz nişastalı karışımın kullanıldığı kek örneğinde 3.gün T₀ değerinde anlamlı düzeyde bir düşüş belirlenmiştir. Gölevez unu eklenmiş olan kek örneklerinin 3. Gün T₀ değerleri gölevez unu eklenmemiş örneklere göre daha yüksektir. Örneklerin T_{pik} değerlerinde de 1.gün sonuçları arasında farklılık yoktur. Fakat T₀ değerinde olduğu gibi %100 glutensiz nişastalı karışımın kullanıldığı örneğin 3.gün T_{pik} ve T_{final} değeri en düşük düzeyde belirlenmiştir. Kek örneklerinin entalpi değerinde depolamaya bağlı ya da gölevez ununun eklenmesine bağlı olarak bir farklılık, istatistiki olarak belirlenmemiştir.

Tablo 46. Kek Örneklerinin Termal Özellikleri*

Un Karışımı	Gün	T ₀	T _{pik}	T _{final}	ΔH (J/g)
%100 BU+ %0 GU	1.gün	83,69Aa	117,10Aa	147,24Aa	365,05Aa
	3.gün	83,82Aab	118,06Aab	146,86Aab	355,15Aa
%75 BU+ %25 GU	1.gün	84,26Aa	118,82Aa	146,38Aa	350,10Aa
	3.gün	99,44Aa	126,37Aa	155,80Aa	430,10Aa
%100 Gsiz NK+ %0 GU	1.gün	92,36Aa	119,38Aa	148,10Aa	413,15Aa
	3.gün	56,69Ac	105,99Ab	139,46Ab	371,70Aa
%75 Gsiz NK+ %25 GU	1.gün	81,79Aa	118,32Aa	149,05Aa	355,00Aa
	3.gün	74,64Abc	116,92Aab	145,05Ab	415,00Aa

* Aynı büyük harfle işaretlenmiş ortalamalar aynı üründe depolamaya bağlı olarak istatistiksel bir farklılık olmadığını, aynı küçük harfle işaretlenmiş ortalamalar aynı günde ürünler arasında istatistiksel bir farklılığın bulunmadığını gösterir (p<0,05). BU: Buğday Unu, GU: Gölevez unu, Gsiz NK: Glutensiz Nişasta Karışımı



Şekil 15. Kek örneklerinin 1. Gün ve 3.gün DSC termogramları (BU: Buğday Unu, GU: Gölevev unu, Gsiz NK: Glutensiz Nişasta Karışımı)

4.1.24 Gliadin Miktarı

Türk Gıda Kodeksi Glutensiz Gıdalar Tebliği'ne göre "glutensiz gıda maddelerinde gluten miktarı kuru madde üzerinden 20 mg/kg'ı (ppm) geçemez" ifadesi yer almaktadır. Kullanılan yöntem üründeki gluteni 1,5–2,0 ppm hassasiyet ile belirleyebilmektedir. Glutensiz nişastalı karışım ve gölevez unu karışımlarıyla elde edilen ekmek ve kek örneklerinin glutensiz olduğunu doğrulamak amacıyla gliadin analizi yapılmış ve tüm ürünler 20 ppm'in çok altında bulunmuştur. Bulunan değerler belirtilen sınırların altında olup, bu ürünleri çölyak hastalarının güvenle tüketebileceğini göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sunulan projede fırıncılık ürünlerinde fonksiyonel ve besin değerini artırmak amacıyla kullanılabilir gölevez unu üretilmiş ve bu ürün glutenli ve glutensiz ekmek, kek ürünlerinin formülasyonlarında kullanılmıştır.

Gölevez ununun tahıl ürünleri formülasyonunda kullanılması konulu bu proje kapsamında, gölevez yumruları kurutularak un haline getirilmiş, bu unların fizikokimyasal, biyoaktif ve jelatinizasyon özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra bu unlar, glutenli ve glutensiz ekmek ve kek üretiminde kullanılarak elde edilen ürünlerin duyu ve tekstürel analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında gölevezin glutenli ve glutensiz ekmek, kek ürünlerine hangi oranda katılması gerektiğini belirlemek için optimizasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Gölevez ununun ekmekte ve kekte bayatlamaya etkisi ve ekmek üretiminde kullanılan askorbik asit ve α -amilaz katkıları yerine alternatif olup olamayacağı da araştırılmıştır. Ayrıca glutenli ve glutensiz ekmek, kek üretiminde gölevez ununun kullanımının, ürünlerin bayatlama hızına olan etkisi DSC cihazı ile belirlenmiştir.

Neticede, fonksiyonel özellikleri artırılmış, gölevez ununda bulunan diyet lifinden dolayı prebiyotik özelliğe sahip, tekstürel ve duyu açıdan normal ekmek ve kek ürünlerine eşdeğer ürünlerin üretimi sağlanmıştır.

Tüketici istekleri gıda endüstrisini fonksiyonel özelliği olan kaliteli sağlığa faydalı gıda ürünleri üretme noktasında zorlar. Gölevez unu yüksek dirençli nişasta içeriğine sahiptir. Yapılan çalışmalar dirençli nişasta içeriği yüksek gıdaların tüketiminden sonra kandaki glukoz düzeyindeki artışın yavaş olduğunu ve böylece insülin yanıtının azaldığını göstermiştir. Bu sonuç, yalnızca diyabet ve düzensiz glukoz toleransının klinik durumunun yönetiminde etkili olmayıp aynı zamanda obezite ve kilo kontrolünün tedavisinde de etkili olmaktadır. Bu sebeple ülkemizde en çok tüketilen gıdalardan biri olan ekmekte bu unun kullanılabilirliğini

belirlemenin, ürün yapısına getireceği faydaların yanı sıra sağlığa etkileri açısından da tüketicilerin dikkatini çekeceği öngörülmektedir.

Gölevez ununun glutenli ve glutensiz ekmek ve kek üretimine yönelik çalışma sayısı ve bu ürünlerin tekstürel özellikleri üzerindeki etkiyi inceleyen yayın sayısı çok sınırlıdır. Bu anlamda, yapılan çalışma sonuçları literatüre katkı sağlamıştır.

Çölyak hastalarına yönelik ürün geliştirmek bu alandaki eksikliğe katkı sağlamıştır. Bu insanların damak zevkinden ödün vermeden geleneksel tatlardan faydalanabilmeleri en önemli katma değerlerin başında gelmektedir.

6. KAYNAKLAR

- AACC (1990). American Association of Cereal Chemists International. Approved Methods of the AACC, Method: 08-01, Method: 10-11, Method: 10-54, Method: 10-90, Method: 38-11, Method: 44-01, Method: 46-12, Method: 55-10, Method: 54-21, Method: 56-60, Method: 56-81B, The Association: St. Paul, MN, USA.
- AACCI (2000). Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (10th ed.). St Paul: The Association.
- Aboubakar, Njintang, Y.N., Scher, J., Mbofung, C.M.F. (2008). Physicochemical, thermal properties and microstructure of six varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flours and starches. Journal of Food Engineering, 86, 294-305.
- Alozie, Y. E., Chinma, C. E. (2015). Proximate Composition, Physical and Sensory Properties of Cake Prepared from Wheat and Cocoyam Flour Blends. Journal of Food Research, 45, 181-188.
- Ammar, M.S., Hegazy, A.E, Bedeir, S.H. (2009). Using of taro flour as partial substitute of wheat flour in bread making. World Journal of Dairy Food Science, 4, 94–99.
- Anonim (2016). Enzymimmunoassay zur quantitativen Bestimmung von Gliadinen und verwandten Prolaminen. Art. No.: R7001, R-Biopharm AG, Darmstadt, Germany.
- AOAC (1985). Official Methods of Analysis, 14th ed., 1st suppl. Secs. 43, A14-43, A20, p.399.
- AOAC (1986). Changes in methods. Journal of Association of Official and Analytical Chemists, 69, 370.
- AOAC (1987). Changes in methods. Journal of Association of Official and Analytical Chemists, 70, 393.
- AOAC (2010). Official Methods of Analysis. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- Bradbury, J.H., Nixon, R.W. (1998). The Acridity of Raphides form the Edible Aroids. Journal of the Science of Food and Agriculture, 76, 608-616.
- Busch, J., Vanhanen, L.P., Savage, G.P. (2003). Chemical Analysis and Consumer Acceptance of Taro. Proceedings of the Nutrition Society of New Zealand, Vol. 28.
- Darkwa, S., Darkwa, A.A. (2013). TARO "*Colocasia esculenta*": It's Utilization in Food Products in Ghana. Journal of Food Process Technology, 4,5.
- Dülger, D., Şahan, Y. (2011). Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. U.Ü. ZiraatFakültesi Dergisi, 25, 147-157.

- Eerlingen, R. C., Crombez, M., Delcour, J. A. (1993). Enzyme-resistant starch. I. Quantitative and qualitative influence of incubation time and temperature of autoclaved starch on resistant starch formation. *Cereal chemistry*, 70, 339-344.
- Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 15, 143–152.
- Gunaratne, A., Hoover, R. (2002). Effect of heat-moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. *Carbohydrate Polymers*, 49, 425–437.
- Hamed, A., Ragaei, S., & Abdel-Aal, E. S. M. (2014). Effect of β -Glucan-Rich Barley Flour Fraction on Rheology and Quality of Frozen Yeasted Dough. *Journal of Food Science*, 79, E2470-E2479.
- Hong, G.P., Nip, W.K.(1990). Functional properties of precooked taro flour in sorbets. *Food Chemistry*, 36, 261-270.
- Indrani, D., Prabhasankar, P., Rajiv, J., & Rao, G. V. (2003). Scanning Electron Microscopy, Rheological Characteristics, and Bread-Baking Performance of Wheat-Flour Dough as Affected by Enzymes. *Journal of Food Science*, 68, 2804-2809.
- Ikpeme-Emmanuel, C.A, Osuchukwu, N.C., Oshiele, L (2010). Functional and sensory properties of wheat (*Aestium triticum*) and taro flour (*Colocasia esculenta*) composite bread. *African Journal of Food Science*, 4, 248–253.
- Kang, M.Y., Choi, Y.H., Choi, H.C. (1997). Effects of Gums , Fats and Glutens Adding on Processing and Quality of Milled Rice Bread. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 29, 700-704.
- Kaushal, P., Kumar, V., & Sharma, H. K. (2012). Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) flour, pigeonpea (*Cajanus cajan*) flour and their blends. *LWT— Food Science and Technology*, 48, 59–68
- Kaushal, P., Kumar, V., Sharma, H.K. (2015). Utilization of taro (*Colocasia esculenta*): a review. *Journal of Food Science and Technoogy*, 52, 27–40.
- Kazeem, M. I. Adamson, J. O. and Ogunwande I. A. (2013). Modes of Inhibition of α -Amylase and α -Glucosidase by Aqueous Extract of *Morinda lucida* Benth Leaf. *BioMed Research International*, doi: 10.1155/2013/527570
- Kiran, S. K., Padmaja, G. (2003). Inactivation of trypsin inhibitors in sweet potato and taro tubers during processing. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58, 153–163.

- Kumoro, A.C., Putri, R.D.A., Budiayati, C.,S., Retnowati, D.S., Ratnawati (2014). Kinetics of Calcium Oxalate Reduction in Taro (*Colocasia esculenta*) Corm Chips during Treatments Using Baking Soda Solution. *Procedia Chemistry*, 9, 102 – 112.
- Maga, J. A. (1992). Taro: composition and food uses. *Food Research International*, 8, 443–473.
- Massey, L.K. (2007). Food Oxalate: Factors Affecting Measurement, Biological Variation, and Bioavailability. *Journal of the American Dietetic Association*, 107, 1191–1194.
- McEwan, R., Madivha, R.P., Djarova, T., Oyedeji, O.A., Opoku, A.R. (2010). Alpha-amylase inhibitor of amadumbe (*Colocasia esculenta*): Isolation, purification and selectivity toward amylases from various sources. *African Journal of Biochemistry Research*, 4, 220-224.
- Mutungi, C., Onyango, C., Jaros, D., Henle, T., Rohm, H. (2009). Determination of optimum conditions for enzymatic debranching of cassava starch and synthesis of resistant starch type III by using central composite rotatable design. *Starch*, 61, 367–376.
- Nguimbou, M.R., Njintang, Y.N., Himeda, M., Gaiani, C., Scher, J., Mbofung, C.M.F. (2013). Effects of cross section differences and drying temperature on the physicochemical, functional and antioxidant properties of giant taro flours. *Food Bioprocess Technol.* 6, 1809-1819.
- Nip, W.K., Whitaker, C.S., Vargo, D. (1994). Application of taro flour in cookie formulations. *Int. Journal of Food Science and Technology*, 29, 463-468.
- Noonan, S., Savage, G. (1999). Oxalate content of foods and its effect on humans. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 8, 64-74.
- Nugent, A.P. (2005). Health properties of resistant starch. *Nutrition Bulletin*, 30, 27–54
- Njintang, Y. N., Mbofung, C. M. F., Balaam, F., Kitissou, P., & Scher, J. (2008). Effect of taro (*Colocasia esculenta*) flour addition on the functional and rheological properties of wheat flour and dough. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 273-279.
- Nwokocha, L.M., Aviara, N., Senan, C., Williams, P.A. (2009). A comparative study of some properties of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) and cocoyam (*Colocasia esculenta*, Linn) starches. *Carbohydrate Polymers*, 76, 362–367.
- Onwueme, I. C. (1994) Tropical root and tuber crops—production, perspectives and future prospects. *FAO plant production & protection paper 126*. FAO, Rome, 228.
- Onyango, C., Bley, T., Jacob, A., Henle, T., Rohm, H. (2006). Influence of incubation temperature and time on resistant starch type III formation from autoclaved and acid hydrolysed cassava starch. *Carbohydrate Polymers*, 66, 494–499.

- Özkaya, H., Kahveci, B. (1990). Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri, GıdaTeknolojisi Derneği Yayınları, 14, 118-120.
- Pongjanta, J., Utaipattanaceep, A., Naivikul, O., Piyachomkwan, K. (2009). Debranching enzyme concentration effected on physicochemical properties and α -amylase hydrolysis rate of resistant starch type III from amylose rice starch. *Carbohydrate Polymers*, 78, 5–9.
- Prosky, L., Asp, N. G., Schweizer, T. F., DeVries, J. W. & Furda, I. (1988). Determination of insoluble, soluble, and total dietary fibre in foods and food products. *Journal of Association of Official and Analytical Chemists*, 71, 1017.
- Prosky, L., Asp, N. G., Furda, I., DeVries, J. W., Schweizer, T. F. & Harland, B. F. (1985). Determination of total dietary fibre in foods and food products: Collaborative study. *Journal of Association of Official and Analytical Chemists*, 68, 677.
- Rekha, M.R., Padmaja, G. (2003). Alpha amylase inhibitor changes during processing of sweet potato and taro tubers. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52, 285–294.
- Ribotta, P.D., Pérez, G.T., León, A.E., Añón, M.C.(2004). Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough, 18, 305–313.
- Rojas, J.A., Rosell, C.M., Benedito de Barber C. (1999). Pasting properties of different wheat flour–hydrocolloid systems. *Food Hydrocolloids*, 13, 27–33.
- Sajilata, M.G., Singhal, R.S., Kulkarni, P.R. (2006). Resistant starch-a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5, 1–17.
- Sciarini, L.S., Ribotta P.D., León, A.E., Pérez G.T. (2012). Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering* 111, 590–597.
- See, J. and Murray, J. A. (2006). Gluten-Free Diet: The Medical and Nutrition Management of Celiac Disease. *Nutrition in Clinical Practice*, 21, 1-15.
- Singleton, V.L., Rossi, J.J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J. Enol. Vitic.* 16, 144-158.
- Singh, R.P., Murthy. K.N., Jayaprakasha, G.K. (2002). Chidambaram antioxidant activity of pomegranate (*Punica garanatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50, 81–86.
- Silvas-García, M. I., Ramírez-Wong, B., Torres-Chávez, P. I., Carvajal-Millan, E., Barrón-Hoyos, J. M., Bello-Pérez, L. A., & Quintero-Ramos, A. (2014). Effect of freezing rate and

- storage time on gluten protein solubility, and dough and bread properties. *Journal of Food Process Engineering*, 37, 237-247.
- Song, Y., & Zheng, Q. (2007). Dynamic rheological properties of wheat flour dough and proteins. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 132-138.
- Şen, M., Akgul, A., Ozcan, M. (2001). Golevez (*Colocasia esculenta* L. Schott) yumrusunun fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kızartma ve pureye işlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 25, 427–432.
- Şimşek, Ş., El, S. N. (2012). Production of resistant starch from taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) corm and determination of its effects on health by in vitro methods. *Carbohydrate Polymers*, 90, 1204–1209.
- Tattiyakul, J., Pradipasena, P., Asavasaksakul, S. (2007). Taro *Colocasia esculenta* (L.) Schott amylopectin structure and its effect on starch functional properties. *Starch*, 59, 342–347.
- Tester, R.F., Karkalas, J., Qi, X. (2004). Starch—composition, fine structure and architecture. *Journal of Cereal Science*, 39, 151–165.
- Torrieri, E., Pepe, O., Ventorino, V., Masi, P., Cavella S. (2014) Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread *LWT - Food Science and Technology*, 56, 508-516.
- Türksoy, S., Özkaya, B. (2006). Gluten ve Çölyak Hastalığı. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Prof. Dr. MUHAMMET ARICI
Proje No:	114O391
Proje Başlığı:	Fonksiyonel Bir Bileşen Olarak Gölevez (<i>Colocasia esculenta</i> L.Schott) Ununun Fırıncılık Ürünlerinde Kullanımı
Proje Türü:	1001 - Araştırma
Proje Süresi:	24
Araştırmacılar:	ESRA BİLGİN ŞİMŞEK, TALİP KAHYAOĞLU
Danışmanlar:	ORHAN DAĞLIOĞLU
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	YILDIZ TEKNİK Ü. KİMYA METALURJİ F. GIDA MÜHENDİSLİĞİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/11/2014 - 15/11/2016
Onaylanan Bütçe:	284150.0
Harcanan Bütçe:	207174.62
Öz:	<p>Gölevez yumrusu (<i>Colocasia esculenta</i> L. Schott) yaygın olarak ülkemizde Mersin'in Anamur ve Bozyazı ilçelerinde yetiştirilen tek yıllık bir bitkidir. Gölevez yumrusu, karbonhidrat, mineral ve diyet lifi açısından oldukça zengin bir üründür. Fakat yumru yüksek nem içeriğinden dolayı tüketimi genel olarak yetiştirildiği bölge ile sınırlıdır. Fonksiyonel ve besinsel değeri yüksek bir ürün olan gölevezin tüketiminin yaygınlaştırılması insan sağlığı ve yetiştirildiği bölge ekonomisi açısından oldukça önemlidir. Beslenme açısından sağladığı bu önemli özelliklerinden yola çıkılarak, bu projede gölevez yumrusundan un eldesi ve elde edilen unun glutenli ve glutensiz ekmek ve kek formülasyonlarda kullanılması gerçekleştirilmiştir. Böylece, üretilen fırıncılık ürünlerine fonksiyonel bir özellik kazandırmak hedeflenmiştir. Un üretim esnasında uygulanacak kurutma işleminin, ürünün fonksiyonel ve teknolojik özelliklerini önemli derecede etkileyeceğinden dolayı kurutma şartlarının optimize edilmesi, gölevez ununun kullanımının artırılması için oldukça önemlidir. Projede, gölevez yumrusunun kurutma şartları, elde edilecek unun fonksiyonel ve teknolojik özellikleri dikkate alınarak yanıt yüzey metodu kullanılarak optimize edilmiştir. 40, 50, 60°C sıcaklıklarında ve 0,5, 1,25 ve 2 m/s hava akış hızıyla kurutulan farklı unların nem değerleri %9-12 arasında, kül miktarları %1,64-3,11 arasında, gölevez un örneklerinin renk özelliklerinden, L (parlaklık), a (kırmızılık) ve b (sarılık) değerleri ise sırasıyla 68-73, 4,38-5,84 ve 1,89-2,80 arasında değişmiştir. Unlarının su absorpsiyon kapasitesi, santrifüj metoduna göre %150,20 ile 218,82 arasında bulunmuştur. Diyet lif içerikleri % 12,80 ile 13,97 arasında değişen gölevez unlarının dirençli nişasta miktarları ise 33-51 g/100g farasında değişmektedir. Analiz sonuçları incelenerek 50°C sıcaklık ve 2 m/s hava akış hızında kurutulan un örneği ürünlerde kullanılmak üzere seçilmiştir. Projenin ikinci kısmında gölevez ununun farklı oranlarda (%0, %3,15, %6,3, %12,5, %18,7, %25) buğday unu ve nişastalı karışıma ilave edilerek ekmek ve kek üretimleri yapılmıştır. Ekmek ve kek hamurlarının elastik modülleri, viskoz modüllerinden fazla çıkmıştır. Ekmeklerin diyet lif içerikleri 4,40±0,42% ile 8,45±0,43% arasında değişirken, dirençli nişasta içerikleri %1,28±0,07 ile %3,10±0,02 arasında değişmiştir. Keklerin diyet lif içerikleri %2,14±0,11 ile %3,33±0,01 arasında iken, dirençli nişasta içerikleri %1,23±0,28 ile 0,56±0,00 arasında değişmektedir. Üretilen ürünlere yapılan duyusal değerlendirme sonucu, kek örneklerinde gölevez unu ilavesinin istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna varılırken, %3,15 ile %18,7 arasında gölevez unu ilavesi genel beğenilirlik açısından panelistlerce kabul görmüştür.</p>
Anahtar Kelimeler:	Gölevez, <i>Colocasia esculenta</i> L. Schott, ekmek, kek, diyet lif, dirençli nişasta, glutensiz ekmek-kek
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır
Projeden Yapılan Yayınlar:	1- Physicochemical and nutritional properties of taro (<i>Colocasia esculenta</i> L. Schott) flour as affected by drying temperature and air velocity (Makale - İndekli Makale),