



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**DİRENÇLİ NIŞASTA VE YER ELMASI
UNUNUN KEK ÜRETİMİNDE KULLANIMI**

Hacer CEYLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Haziran-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır.**

TEZ KABUL VE ONAYI

Hacer CEYLAN tarafından hazırlanan “Dirençli Nişasta ve Yer Elması Ununun Kek Üretiminde Kullanımı” adlı tez çalışması 27/06/2020 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

.....

Danışman

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

.....

Üye

Doç. Dr. Hacer LEVENT

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Hacer CEYLAN

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİRENÇLİ NİŞASTA VE YER ELMASI UNUNUN KEK ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Hacer CEYLAN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2020, 115 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Doç. Dr. Hacer LEVENT

Bu çalışmada, kek formülasyonunda kullanılan buğday unu % 10, 20, 30 ve 40 oranlarında dirençli nişasta (DN), yer elması unu (YEU) ve DN+YEU kombinasyonu ile yer değiştirilerek guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak kek üretimi gerçekleştirilmiştir. DN ve YEU'nun tek tek ve kombinasyon halinde kek hamuru ve kek özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kek hamurlarında pH ve özgül ağırlık, kek örneklerinde ise bazı fiziksel (hacim indeksi, simetri indeksi, tekdüzellik indeksi, sertlik, kabuk ve iç rengi), kimyasal (nem, kül, yağ, protein, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve mineral madde) ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir. DN ve YEU'nun tek tek yada kombinasyon halinde kek formülasyonunda kullanılması kek hamuru pH ve özgül ağırlığında önemli bir değişikliğe neden olmamıştır. Yüksek oranda DN ve % 10'un üzerinde YEU ve DN+YEU kombinasyonunun kullanımı keklerin hacim ve simetri indekslerinin düşmesine, sertliklerinin ise artmasına neden olmuştur. Guar gam kullanımı ise keklerin hem hacim indeksini hem de sertliğini artırıcı etki göstermiştir. YEU tek başına ya da kombinasyon halinde kullanıldığında kek kabuk ve içinin L* ve b* değerlerini düşürmüştür. Guar gam ilavesi ise DN, YEU ve DN+YEU kullanılan tüm keklerde kabuk L* değerini yükseltmiştir. Kek formülasyonunda artan oranda DN kullanılması kül miktarını artırırken protein ve toplam fenolik madde miktarının azalmasına neden olmuştur. YEU ve DN+YEU kombinasyonunun artan oranları ise kül, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, Ca, K ve Mg miktarlarını artırmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre; DN tek başına yada YEU ile kombinasyon halinde % 10-20 oranlarında, YEU ise tek başına % 10 oranında kullanılması durumunda kontrol örneğine eşdeğer genel beğeni puanları vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Dirençli nişasta, Guar gam, Kek, Yer elması unu.

ABSTRACT

MS THESIS

UTILIZATION OF RESISTANT STARCH AND JERUSALEM ARTICHOKE FLOUR IN CAKE PRODUCTION

Hacer CEYLAN

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2020,115 Pages

Jury

**Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Assoc. Prof. Dr. Nilgün ERTAŞ
Assoc. Prof. Dr. Hacer LEVENT**

In this study, wheat flour in cake formulation was replaced with resistant starch (RS), Jerusalem artichoke flour (JAF) and RS+JAF combination at the rate of 10, 20, 30 and 40 %, and cake production was conducted with and without guar gum. The effects of RS and JAF as individual and in combination on cake dough and cake properties were investigated. pH and specific gravity in cake dough, and some physical (volume index, symmetry index, uniformity index, hardness, crust and crumb color), chemical (moisture, ash, fat, protein, total phenolic content, antioxidant activity and mineral matter) and sensory analysis in cake samples were determined. The use of RS and JAF individually or in combination in the cake formulation were not cause a significant change in the cake dough pH and specific gravity. The use of RS at high ratios, or JAF and RS+JAF combination over 10 % ratios in cake formulation, decreased volume and symmetry index, and increased hardness of the cake samples. Utilization of guar gum increased both volume index and hardness of the cake samples. When JAF was used as an individual or in combination in cake formulation, crust and crumb L* and b* color values of cake reduced. The addition of guar gum increased the crust L* value in all cakes formulated with RS, JAF and RS+JAF. As the RS ratio increased in cake formulation, the amount of ash increased but protein and total phenolic content of cake samples decreased. On the other hand, increasing ratios of JAF and RS+JAF combination increased ash, total phenolic content, antioxidant activity, Ca, K and Mg amount of cake samples. According to sensory analysis results; cake samples containing RS or RS+JAF combination at 10-20 % ratio and JAF at 10 % ratio gave the similar overall acceptability scores to control samples.

Keywords: Cake, Guar gum, Jerusalem artichoke flour, Resistant starch.

ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanması sırasında, yardımlarını, desteğini ve fikirlerini esirgemeyen ve çalışmamın her aşamasında destek olan, anlayış gösteren ve bilgilerini paylaşarak bana yol gösteren tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye

Tez çalışmalarım süresince yanımda olup desteklerini esirgemeyen Elif YAVER'e, Arş. Gör. Tekmile CANKURTARAN'a, Öğr. Gör. Hilal ARSLAN BAYRAKÇI'ya, Mine ASLAN'a ve Keziban YAŞKIRAN'a,

Eğitim öğretim hayatım süresince beni her zaman destekleyen, maddi ve manevi yönden her zaman yanımda olan ve bana varlığıyla güç veren annem Şadıman CEYLAN'a, babam Hüseyin CEYLAN'a, çok kıymetli ablam ve kardeşime tüm içtenliğimle sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hacer CEYLAN
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Kek.....	4
2.2. Dirençli Nişasta (DN)	8
2.3. Yer Elması	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal	25
3.2. Yöntem.....	25
3.2.1. Deneme planı	26
3.2.2. Kek üretimi	27
3.2.3. Hammadde analizleri	29
3.2.3.1. Renk ölçümü	29
3.2.3.2. Kimyasal analizler	30
3.2.3.2.1. Nem tayini.....	30
3.2.3.2.2. Kül tayini	30
3.2.3.2.3. Protein tayini	30
3.2.3.2.4. Yağ tayini.....	31
3.2.3.2.5. Toplam fenolik madde miktarı tayini	31
3.2.3.2.6. Antioksidan aktivite tayini	31
3.2.3.2.7. Mineral madde tayini	32
3.2.4. Kek hamuru analizleri	32
3.2.4.1. pH ölçümü.....	32
3.2.4.2. Özgül ağırlık tayini	32
3.2.5. Kek analizleri	33
3.2.5.1. Hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri	33
3.2.5.2. Sertlik analizi	34
3.2.5.3. Renk ölçümü	34
3.2.5.4. Kimyasal analizler	34
3.2.5.5. Duyusal analiz.....	34
3.2.6. İstatistiki analiz	35

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	36
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	36
4.2. Kek Hamuru Analiz Sonuçları.....	40
4.3. Kek Analiz Sonuçları.....	45
4.3.1. Kek fiziksel analiz sonuçları.....	45
4.3.2. Kek renk ölçümü sonuçları	55
4.3.2.1. Kek kabuk renk ölçümü sonuçları	55
4.3.2.2. Kek iç renk ölçümü sonuçları	61
4.3.3. Kek kimyasal analiz sonuçları	65
4.3.4. Kek duyu analizi sonuçları	74
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	79
5.1. Sonuçlar	79
5.2. Öneriler	81
KAYNAKLAR	82
EKLER	101
ÖZGEÇMİŞ	103

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	: Santigrat derece (Centigrate)
(NH ₄) ₂ SO ₄	: Amonyum sülfat
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre
µmol	: Mikromol
a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	: Kalsiyum
cm	: Santimetre
cm ³	: Santimetre küp
Cu	: Bakır
CO ₂	: Karbondioksit
dk	: Dakika
Fe	: Demir
g	: Gram
H ₂ SO ₄	: Sülfirik asit
HCl	: Hidroklorik asit
HNO ₃	: Nitrik asit
K	: Potasyum
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
kJ	: Kilojoule
km	: Kuru madde
L*	: (0) siyah-(100) beyaz
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Newton
Na ₂ CO ₃	: Sodyum karbonat
NaOH	: Sodyum hidroksit
NH ₄ OH	: Amonyum hidroksit
nm	: Nanometre
P	: Fosfor
POCl ₃	: Fosforil klorür
rpm	: Returns per minute
Zn	: Çinko
α	: Alfa
β	: Beta

Kısaltmalar

AACC	: American Association of Cereal Chemists
ÇSN	: Çabuk sindirilebilen nişasta
DN	: Dirençli nişasta
DN ₁	: Tip 1 Dirençli nişasta
DN ₂	: Tip 2 Dirençli nişasta
DN ₃	: Tip 3 Dirençli nişasta
DN ₄	: Tip 4 Dirençli nişasta
DN ₅	: Tip 5 Dirençli nişasta
DPPH	: 2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl
FAO	: Food and Agriculture Organization
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
HPMC	: Hidroksipropil metilselüloz
Std	: Standart sapma
TE	: Troloks eşdeğeri
TÜİK	: Türkiye istatistik kurumu
YEU	: Yer elması unu
YSN	: Yavaş sindirilebilen nişasta

1. GİRİŞ

Kek; pek çok ülkede üretilen, besleyici değeri yüksek, göz ve damak zevkine hitap eden, farklı formülasyonlarda ve şekillerde üretilen hazır bir gıda ürünüdür (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a; Akbaş, 2009). Kek pek çok farklı formülle üretilebilen ve çok çeşidi bulunan bir gıda olduğu için tanımının yapılması zordur (Yıldız, 2002). Ancak genel olarak kabul edilen tanımına göre kek; yumuşak buğday ununun yüksek oranda şeker, margarin, yumurta, süt ve aroma maddelerince zenginleştirilmesiyle elde edilen, yumuşak, nazik tekstürde ve hoşa giden aromaya sahip bir üründür (Bailey ve Leclere, 1935). Kek, kimyasal ve mekanik olarak kabartılan ve sevilerek tüketilen unlu mamüllerden olup formülasyona giren bileşenlerin miktarının ayarlanmasıyla çeşitliliği sağlanabilir. Bu nedenle formüldeki bileşenlerin fonksiyonlarının bilinmesi, üretimin başlangıcından sonuna kadar olan aşamalarda kalitenin sürekliliğinin sağlanması açısından oldukça önemlidir (Mercan, 1998; Alp, 2006).

Son yıllarda gıda endüstrisi; ürün yelpazelerini genişletmek ve daha sağlıklı ürün üretmek için, araştırma ve yeni ürün geliştirme çalışmalarını hızlandırmıştır. Bunların başında yağı azaltılmış ürünler, yağ yerine yağ ikameleri, şeker yerine yapay tatlandırıcı kullanılmış ürünler ve bitkisel lif eklenmiş ürünler gelmektedir. Burada birinci amaç, yağ ve enerji alımını azaltarak boya uygun vücut ağrılığını korumak, ikinci amaç ise kalın bağırsak hastalıkları, diyabet ve hiperlipidemi gibi kronik hastalıkların denetimine yardımcı olmaktır (Baysal, 1999). Bilindiği gibi kolay sindirilebilir karbonhidratlar, glikoz absorpsiyonunu hızlandırmakta ve kan şekerinin artmasına neden olmaktadır. Lifçe zengin gıdalar, glikozun absorpsiyonunu azaltması nedeniyle karbonhidrat metabolizmasına etki etmekte, bu nedenle kandaki şeker seviyesini dengede tutmaktadır. Gıdadaki lif, hazırlanma ya da çiğnenme sırasında zarar görmemişe, nişastayı midedeki fiziksel aktiviteye ve kalın bağırsaktaki mikrobiyal aktiviteye kadar korumaktadır (Burdurlu ve Karadeniz, 2003). Özellikle β -glukanların kan şekerinin düzenlenmesi üzerine pozitif etkide bulunduğu ve bu etkinin artan viskozite ile doğru orantılı olduğu bildirilmektedir (Causey ve ark., 2000). Çözünür diyet lifinin, viskoz yapıda olması nedeniyle midenin boşalmasını yavaşlattığı, α -amilazın aktivitesini düşürdüğu, nişastanın hidrolizi ile oluşan glikozun absorpsiyonunu azalttığı ve böylece kan şekerinin düşmesini sağladığı düşünölmektedir (Leontowicz ve ark., 2001). Sağlık üzerine bunlar gibi pek çok olumlu etkisi bulunan lif içeriği yüksek bileşenlerden olan dirençli nişasta ve yer elması unu da, gıdalara fonksiyonel özellik kazandırmak için

kullanılabilir. Fonksiyonel gıdalar insan vücudu için besin öğelerini sağlama dışında vücutta bir ya da daha fazla fonksiyona fayda sağlayan, vücut sağlığını geliştiren ve hastalık oluşumunu azaltıcı ya da önleyici etkileri olan gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Mollet ve Rowland, 2002). Teknolojinin gelişmesi, yaşam tarzlarının değişimi, hayat kalitesinin artması ve tüketicilerin bilinçlenmesi, insanların besin ihtiyaçları ile beslenme alışkanlıklarının değişmesine neden olmuş ve fonksiyonel gıdalara olan ilgileri de artmıştır (Olçay, 2019).

Yer elması (*Helianthus tuberosus L.*), insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan ve ülkemizde hemen hemen her bölgede yetiştirilen bir bitkidir. Yer elmasının yumruları % 75-80 oranında inülin formunda karbonhidrat içerir, kalorisi çok düşük olup diyabetik ve diyet gıdalar için çok önemli bir hammaddedir. Yumruları demir, kalsiyum, potasyum, fosfor, selenyum, B kompleks vitaminler, C vitamini, beta karoten, folik asit açısından da zengindir (Baltacıoğlu, 2012). Yer elmasının yüksek inülin ve mineral içeriğinin yanı sıra sağlık üzerinde, emzikli annelerde süt gelişimini artırması, idrar söktürücü özellikte olması, böbreklerin çalışmasını hızlandırması, safra gelişimini artırması ve müshil etkisi gibi olumlu etkileri bulunmaktadır. Yer elması özellikle içerdiği yüksek orandaki inülin nedeniyle gıda endüstrisinin ilgisini çekmiş ve önemli bir inülin kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Yer elması yumruların inülin içeriği, taze ağırlığın % 7-30'u arasında değişmektedir (kuru ağırlığın yaklaşık % 50'si) (Van Loo ve ark., 1995). Yer elması tozu/unu, yer elmasından elde edilen değerli bir üründür. Fırın ürünlerine eklenerek, daha sağlıklı ve lif açısından zengin alternatif ürünler geliştirilebilir (Baltacıoğlu, 2012).

Nişasta, bitkilerin pek çoğunda karbonhidrat deposu formunda bulunan, insan beslenmesindeki en temel karbonhidrat kaynaklarından birisidir (Taggart, 2004). Fakat yapılan çalışmalarla vücuda alınan nişastanın vücudumuzda tamamen sindirilemediği tespit edilmiş ve nişastanın sindirilemeyen bölümleri “enzime dirençli nişasta” ya da “dirençli nişasta” olarak adlandırılmaktadır (Nugent, 2005; Baixauli ve ark., 2008). Dirençli nişata (DN), ince bağırsakta 120 dk içerisinde hidrolize olmayan fraksiyondur. DN, gıdaların yapısında doğal olarak veya ürün elde ederken uygulanan işlemler sırasında meydana gelebilmektedir (Englyst ve ark., 1992; Onyango ve ark., 2006; Mutungi ve ark., 2009; Pongjanta ve ark., 2009). DN; DN₁, DN₂, DN₃, DN₄ ve DN₅ olarak adlandırılan beş genel alt gruba ayrılmıştır. DN fizyolojik özellikleri bakımından incelendiğinde besinsel lif ile oldukça benzediği belirlenmiştir (Kahraman ve Köksel, 2006). Ayrıca DN'nın prebiyotik etki, kolon kanserini önleme, hipo-kolesterolemik etki,

hipo-glisemik etki, mineral absorpsiyonu, safra taşı oluşumunu önleme, yağ birikiminin inhibisyonu gibi sağlık üzerine pek çok faydaları olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Roben ve ark., 1997; Keenan ve ark., 2006; Sajilata ve ark., 2006; Wong ve ark., 2006; Buttriss, Stokes, 2008; Liu ve Xu, 2008; Mikulíková ve ark., 2008; Mikušová ve ark., 2009; Zhou ve ark., 2013). Son yıllarda DN, sağlık üzerine olumlu etkileri ve son ürün özelliklerini iyileştirmesinden dolayı sıklıkla kullanılan bir diyet lifidir (Türker ve Savlak, 2015).

Bu çalışmada beslenme ve sağlık üzerinde olumlu etkileri bulunan DN ve yer elması ununun tek tek ve kombinasyon halinde kek üretiminde kullanım imkanları araştırılmıştır. Kekin teknolojik ve duyuşal özelliklerini bozmadan kullanılabilcek en yüksek DN, yer elması unu ve kombinasyonunun oranları belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda fonksiyonel ve besinsel özellikleri artırılmış bir ürünün geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kek

Son yıllarda gıda sanayinin önemli bir alt sektörü olan unlu mamuller ve pastacılık sektörünün önemi giderek artmıştır. Unlu mamüller içerisinde yer alan önemli tüketim ürünlerinden birisi de kektir. Günümüzde çok farklı şekil ve özelliklerde kek üretimi gerçekleştirilmektedir (Akbaş, 2009). Kek, dünya çapında her yaşta insan tarafından büyük miktarlarda tüketilen pişmiş tatlı bir üründür (Jongsutjarittam ve Charoenrein, 2013). Kek çeşitlerinin ve formülasyonlarının çok olması sebebiyle kekin tanımını yapmak oldukça zordur. Genel olarak kek; orta kuvvette, % 8-9 proteinli ince çekilmiş zayıf buğday unu, şeker, yağ ve yumurta ile hazırlanmış yumuşak hamurdan, usulüne göre pişirilmiş hazır gıda maddesidir (Elgün ve Ertugay, 1995). Kek, lezzetli ve doyurucu olmasının yanı sıra, kolay üretilebilir olması nedeniyle endüstriyel firmalar bu pazara yönelmiştir. Kraker, bisküvi gibi ürünlere kıyasla kek daha yüksek nem içermesi, yumuşak ve gözenekli yapıya sahip olmasıyla bu ürünlerden ayrılır (Tacer-Caba ve ark., 2015).

Kekler formülasyon bileşenlerine, üretim metodlarına, şekillerine bağlı olarak sınıflandırılabilir (Bennion ve Bamford, 1997). Kek çeşitlerinden top, baton, dilim, kalıp, pasta altı ve bar tipi keklerin endüstriyel olarak üretimleri yapılmaktadır (Yavaş, 2012). Ülkemizde kek üretimi ile ilgili TS 13375 Hazır kekler (sade, çeşnili ve dolgulu) standardı mevcuttur. Bu standartta hazır kek, “buğday unu veya tahıl unları ve/veya karışımları, beyaz şeker, yemeklik bitkisel yağ, yumurta, tuz, kabarmayı sağlayıcı maddeler, çeşni maddeleri, dolgu maddeleri ve diğer katkı maddelerinin, su eklenerek karıştırıldıktan sonra tekniğine uygun biçimde işlenerek şekil verilmesi ve pişirilmesi suretiyle hazırlanan, ambalajlı olarak tüketime sunulan mamul” şeklinde tanımlanmaktadır (Anon., 2008).

İstenen yüksek kaliteli bir kekin yüksek hacimli, simetrik ve tekdüze bir yapıda olması beklenmektedir. Kek içi, parlak ve gözenekleri ise düzenli bir şekilde dağılmış, çok sayıda ve küçük olmalıdır. Ayrıca kek; düzgün bir kabuk yapısı ve kabuk rengi, güzel bir tat ve koku, göze hitap eden genel dış görünüme sahip olması gereklidir (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999a). Bu özellikleri taşıyan bir kek üretimi kek bileşimini oluşturan hammaddelere bağlıdır. Kek bileşimini oluşturan hammaddelerin keke sağladıkları ayrı fonksiyonel özellikler mevcuttur. **Un**, kekin temel bileşenidir, kekin

kendine özgü tekstür ve görünümünün oluşmasını sağlar. Kek üretiminde daha çok düşük protein içeren, düşük α -amilaz aktivitesine sahip buğday unları kullanılır. Kek unları parlak ve krem renkli, nispeten düşük kül içerikli unlardır (Hlynka, 1964; Fance, 1966; Matz, 1970; Aurand ve ark., 1987; Lorenz ve Kulp, 1991; Mercan, 1998). Tipik bir kek unu şu özelliklerde olmalıdır; % 8.5 ± 0.5 protein, % 0.36 ± 0.04 kül, pH= 4.7 ± 0.2 , partikül büyüklüğü 100 ± 0.5 μm (Pylar, 1988). Kek üretiminde istenen özelliklere sahip olmayan unlar kullanıldığında keklerde sertleşme ve bayatlama daha hızlı olmaktadır (HadiNezhad ve Butler, 2010). **Şeker**, kek yapısını etkileyen en önemli bileşenlerden birisidir. Şeker öncelikle keke güzel tatlı bir lezzet verirken aynı zamanda ürünün kalori değerini arttırmaktadır (Dizlek, 2002). Şeker kekta hem tat özelliklerini hemde kekin tekstür ve görünüm özelliklerini etkilemektedir. Şeker, hamur viskozitesinin kontrolünde ve nişastanın jelatinizasyon derecesi üzerinde ve proteinlerin denatürasyonunda önemli roller oynar (Alifakı, 2013). Şeker, nişastanın jelatinizasyon sıcaklığını yükseltir (Hoseney, 1986). Jelatinizasyon sıcaklığının yükselmesi kek hamurunun tamamen genişlemesini sağlar. Bunun sonucunda kekler yüksek hacimli ve simetrik olmaktadır (Frye ve Setser, 1991; Kim ve Walker, 1992; Lin ve ark., 1994; Mercan, 1998). Ayrıca şeker karıştırma sırasında gluten gelişimini azaltarak bir yumuşatma ajanı görevi görür (Alifakı, 2013). Şeker hamurun karıştırılması sırasında glutenin gelişimini yavaşlatır. Pişirme esnasında ise proteinlerin denatürasyon sıcaklığını yükseltir. Bu da kek iç yapısındaki gözenek duvarlarının gergin hale geçmesi için gereken süreyi uzatmaktadır (Frye ve Setser, 1991). Kek formülasyonunda şeker oranı fazla ise kek içerisinde hava daha iyi dağılır ve daha viskoz, kararlı bir köpük yapısı oluşur (Paton ve ark., 1981). **Yağ**, keklerde kalitatif özelliklerin kazandırılması, raf ömrü ve muhafaza kalitesinin artırılması, istenen yapı ve arzu edilen aroma elde edilmesi için kullanılmaktadır. İstenen ürün özelliklerine göre shortening denilen katı ve sıvı yağlar keklerde kullanılabilir (Elgün ve Ertugay, 1995). Yağ, kek içi gevrekliğini sağlar, kek hacmini artırır, kek kabuk ve iç yapısının istenen özelliklerde olmasını sağlar, nişastanın şişme oranını düşürür, ürünün nem kaybını önler ve ürünün taze kalmasını sağlayarak ürünün raf ömrünü uzatır (Hlynka, 1964; Birnbaum, 1978; Hoseney, 1986; Aurand ve ark., 1987; Anon., 1992; Kamel, 1992; Mercan, 1998). Ayrıca yağlar kekta pişirme sırasında lipid ve amiloz arasında bir kompleks oluşturarak nişasta granülleri içerisinde suyun taşınmasını ve bu şekilde jelatinizasyon oluşmasını sağlar (Larsson, 1980; Elliasson, 1985; Ghiasi ve ark., 1982). Keklerde kullanılan yağ tipi, miktarı kek özelliklerine göre değişmektedir ve kek kalitesini doğrudan etkiler. Kek

formülünde şeker ve sıvı miktarı düşükse normal yağ kullanılabilirken eğer yüksekse emülgatörlü yağ kullanılmalıdır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b). Yağ miktarı azaldığında kek hamurunun özgül ağırlığı artar ve kek içyapısında tüneller oluşur. Yağ seviyesinde % 50 miktarında bir azalma olduğunda kek iç rengi tam oluşmamaktadır (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b). **Yumurta** kekte, yapıyı, hacmi, gevrekliği ve yeme özelliklerini etkileyen birçok fonksiyona sahiptir (Pylar, 1988). Yumurta proteininin önemli bir özelliği bağlayıcılığı ve köpük halinde çırpılabilmesi olup, uygun bir biçimde karıştırılmış kek hamurunda, yumurta proteini un gluteni ile birlikte yapısal bir destek sağlayan kompleks bir yapı oluşturur ve fırında pişirme süresince kek içi katılığını oluşturmak suretiyle hamurun yumurta protein ağı denatüre olur (Alp, 2006). **Kabartma tozu**, kekte karakteristik iç yapının oluşmasını sağlar. Kabartma tozu, kimyasal faaliyetler göstererek kek hamuru içerisinde küçük karbondioksit kabarcıklarının oluşması ile kekin kabarmasını sağlar. Kabarma kekte karakteristik bir şekilde hafifleme sağlar, kek içinde gözenekli bir yapı oluştururken daha lezzetli ve hazmı kolay bir ürün elde edilir (Anon., 1994; Çelik ve Kotancılar, 1998; Mercan, 1998). **Su**, kek formülünde bulunan temel bileşenlerden biridir, tüm bileşenlerin dağılmasını sağlamaktadır. Ayrıca şekerin kolay çözünmesini ve glutenin gelişmesini sağlar. Su, kek hamurunun yoğunluğunu ve sıcaklığını düzenleyerek kabartma tozunun reaksiyon oluşturmaya ortam hazırlar. Böylece kekin yapısının gelişmesine de yardım etmektedir (Mercan ve Boyacıoğlu, 1999b).

Kek hamuruna katkı maddeleri eklenerek keklerin fiziksel ve kimyasal yapısı düzenlenir. Böylece yüksek hacimli, hazmı kolay, istenen görünümde ve homojen gözenek yapısına sahip ürünler üretilebilmektedir. Kek endüstrisinde katkı maddeleri kullanımı sıkça kullanılan pratik bir uygulamadır (İpek, 2017). Keklere lezzet maddeleri, antimikrobiyaller, emülgatörler, stabilizatörler eklenebilmektedir. **Lezzet maddeleri**, keklerde istenilen tat kokuyu oluşturmak için eklenen bileşenlerdir, çok yoğun oldukları için çok az miktarda kullanılmaktadır. **Antimikrobiyaller**, unlu mamullerde oluşabilen sünme, küflenme gibi olumsuzlukları engellemek için kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan antimikrobiyaller kimyasal koruyuculardır. **Emülgatörler**, yağ ve su tabakasının ara yüzeyindeki gerilimi azaltır böylece homojenizasyon sağlar (McClements ve Demetriades, 1998). Böylece emülgatörler; kek hamuru özgül ağırlığını düşürür, hamur viskozitesini, kekin spesifik hacmini, yenme kalitesini artırır, kekin iç yapısal özelliklerini geliştirir, bayatlamasını geciktirir, istenen yumuşaklıkta ve gevreklikte kekler elde edilmesini sağlar (Birnbaum, 1978; Ebeler ve

Walker, 1984; Baker ve ark., 1990; Anon., 1993; Henry, 1995; Friberg, 1997; Anon., 1998; Mercan, 1998). **Stabilizatörler**, gıdalar da çeşitli fonksiyonları olan maddelerdir. Stabilizatörler, gıdalarda istenen yapıyı oluşturmak, bu yapıyı korumak ve geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Gamlar stabilizatörler içerisinde en yaygın kullanılanlardan biridir. Gamlar fırıncılık endüstrisinde; hamur reolojisini modifiye etmek (Mandala ve ark., 2007), gıdanın dokusunu geliştirmek (Armero ve Collar, 1996), nişastanın retrogradasyonunu yavaşlatmak, nem tutma kapasitesini arttırmak ve raf ömrünü uzatmak (Davidou ve ark., 1996), ürünün kalitesini genel olarak iyileştirmek ve glutensiz ekmeklerde hamurun viskoelastik özelliklerini geliştirebilmek amacıyla gluten ikamesi olarak kullanılmaktadırlar (Rojas ve ark., 1999; Gomez ve ark., 2007).

Bu tez çalışmasında da stabilizatör olarak kullanılan guar gam, guar bitkisinden elde edilen, beyaz veya sarımsı beyaz görünümlü, kokusuz ve yüksek moleküler ağırlıklıdır (Thombare ve ark., 2016). Guar gam, soğuk suda çözünen, iyonik olmayan ve tuza toleranslı doğal bir polisakarittir. Guar gam, *Leguminosae* ailesinin bir üyesi olan kuraklığa toleranslı bitki *Cyamopsis tetragonoloba*'nın tohumlarından elde edilir (Kay, 1979; Whistler ve Hymowitz, 1979; Prem ve ark., 2005). Genellikle Hindistan yarımadalarında, Brezilya, Güney Afrika ve Avustralya'nın yarı kurak bölgelerinde güney yarımkürede veya Teksas ve Arizona gibi ABD'nin güney kesiminde bulunur. Toplam guarın % 90'ı Hindistan ve Pakistan tarafından üretilmektedir (Poorna ve ark., 2016). Guar gam, gıda (soslar, içecekler, eritme türü peynirler, fırıncılık ürünleri, dondurulmuş pastacılık ürünleri vb.) ve gıda dışı (kağıt endüstrisi, madencilik sektörü, petrol sondajı, patlayıcı yapımı, tütün üretimi, kozmetik, eczacılık vb.) uygulamalarda kullanılan düşük maliyetli bir polisakarittir (Berk, 1976; Mahmoud, 2000).

Keklere guar gamın ilavesi, hamur yoğurma işlemi sırasında daha yüksek verim ve daha esnek, kuru, daha az gevşek bir hamur elde edilmesini sağlar. Pişirilmiş ürünler, daha yumuşak bir yapıya ve daha uzun bir raf ömrüne sahip olur. Kek ve bisküvi hamurlarında guar gamın kullanılması, tavalardan daha kolay çıkarılan ve kolay ufalanmadan dilimlenen yumuşak ve daha nemli ürünler verir (Mahmoud, 2000).

Unlu mamuller ve keklerin üretiminde fonksiyonel özelliğe sahip olan bileşenler eklenerek bu gıdaların tüketimiyle birlikte insan sağlığı için faydalı olan bileşenler de vücuda alınmış olur. Fonksiyonel bileşen olarak gıdalarda en yaygın kullanılan besinsel liflerdir (Meral ve Doğan, 2009). Kekler de fonksiyonel olarak geliştirmeye uygun ürünlerdir. Bu amaçla yaptığımız çalışmada yer elması unu ve dirençli nişasta ile

fonksiyonel olarak geliştirilmiş kekler üretilmiş ve kekler fiziksel, kimyasal ve duyuşsal olarak değerlendirilmiştir.

2.2. Dirençli Nişasta (DN)

Nişasta, α -D-(1→4) ve/veya α -D-(1→6) glikozidik bağları ile birbirine bağlı glikoz moleküllerinden oluşan bir polisakkarittir. Nişasta, 14.yüzyıl itibariyle ticari ürün olarak kullanılmaya başlanmış ve yıllar geçtikçe endüstride kullanımı artmıştır (Uluöz ve ark., 1974). Nişasta granülleri, bitkilerin tüm bölümlerinde bulunan enerji depolarıdır. Nişastanın yalnızca besin değeri değil gıdaların fiziksel özelliklerine etkisi de oldukça önemlidir (Saldamlı, 1998). Nişasta, bitkilerde fotosentezin temel ürünü olarak açığa çıkmaktadır. İnsan beslenmesindeki en önemli karbonhidrat kaynağı nişastadır (Ratnayake ve Jackson, 2008) ve endüstride çok farklı alanlarda kullanılmaktadır (Ölçer ve Akın, 2008).

Nişasta bitki kaynağına bağlı olarak birçok bitki dokusunda granül şeklinde, genellikle çapı 1 ila 100 μ m arasında bulunur (Fuentes-Zaragoza ve ark., 2010). Nişasta granüllerinin, şekil ve büyüklükleri kaynağına göre değişmektedir. Bazı bitkiler basit nişasta granüllerine sahipken bazıları bileşik nişasta granüllerine sahiptir. Basit nişasta granüllerine sahip olan bitkilerde her amiloplast bir granül içerirken, bileşik granüle sahip bitkilerde her amiloplast içerisinde birçok granül mevcuttur (Saldamlı, 1998). Her nişasta tipi birbirinden farklıdır. Esas olarak botanik kaynağına bağlı olarak nişasta granülleri yuvarlak, oval, merceksi ve köşeli gibi çeşitli şekillerde bulunur (Raigond ve ark., 2015).

Nişastanın yapısında amiloz ve amilopektin olmak üzere iki temel polimer bulunmaktadır (Hoseney, 1994; Buleon ve ark., 1998; Parker ve Ring, 2001; Liu ve ark., 2010; Perez ve Bertoft, 2010; Witt ve ark., 2010). Nişastanın elde edildiğı kaynağına bağlı olarak amiloz ve amilopektin miktarı değişebilmektedir (Garcia-Alonso ve ark., 1999; Tharanathan ve Tharanathan, 2001). Amiloz, α -(1→4) bağlarıyla birbirine bağlanmış α -D-glikopiranoz halkalarından oluşan esasen doğrusal bir moleküldür. Amilopektin, amilozda bulunan α -(1→4) bağlarının yanı sıra α -(1→6) bağlarıyla dallanmalar göstermektedir (Tester ve ark., 2004).

Farklı bitkilerin nişasta yapısındaki amiloz miktarı, % 17'den (pirinç) % 38'e (mercimek) kadar değişmektedir. Bazı tahıl nişastalarında amiloz oranı oldukça

yüksektir, bu tip nişastalara “*amilotip nişasta*” adı verilmektedir. Buna karşın, çeşitli hububat mutantlarının nişastalarında ise tamamen amilopektin (*mumu: waxy*) grubu içerdikleri belirlenmiştir (Shi ve ark., 1998; Garcia-Alonso ve ark., 1999; Haralampu, 2000; Yoshimoto ve ark., 2000; Matveev ve ark., 2001; Chung ve ark., 2003; Juhasz ve Salgo, 2008; Öztürk, 2008; Tan ve ark., 2008; Buckow ve ark., 2009; Liu ve ark., 2010).

İnsanların vücuduna alması gereken günlük karbonhidrat miktarı 350-450 g'dır. Bunun büyük bir kısmı nişasta olarak vücudumuza alınmakta ve sindirim enzimleriyle parçalanmaktadır. Nişasta sindirimi ilk olarak ağızda yer alan tükürük amilazı ile başlar. Kısa bir süre içerisinde ağızda çiğnenen gıda yemek borusunun peristaltik hareketleri ile mideye taşınır. Gastrik (mide) sıvının ~2.6 değerindeki pH'sı α -amilazın etkisini geciktirirken nişastanın asitle hidrolizini sağlar. Aynı zamanda gastrointestinal sistemin üst kısmında salgılanan lipaz enzimleri ile nişastaya bağlı olan yağlar hidrolize olur. Mideden kısmen sindirilmiş olarak çıkan gıda duodenuma geçerek pankreatik sıvı ile karşılaşır (Dona ve ark., 2010). Pankreatik sıvı, ince bağırsak membran enzimleri sayesinde nişasta glikoz ünitelerine parçalanır. Oluşan glikoz, membranlardaki hücreler vasıtasıyla absorbe edilerek kan dolaşımına geçer (Şimşek, 2011).

20 yıl öncesine kadar, nişastanın bileşiminde bulunan α -glikozidik bağların vücudumuzdaki enzimler tarafından parçalandığı ve tamamen hidroliz edildiği düşünülmekteyken, son yıllarda yapılan çalışmalar nişastanın insan metabolizmasında tamamen sindirilmediğini ve bir kısmının ince bağırsaklarda sindirime direnç gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu noktada karbonhidratların sağlık üzerine etkilerinin araştırılmasındaki en önemli gelişme dirençli nişastanın keşfi olmuştur. Bu nedenle nişasta, enzimler ile parçalanmasında farklı hız ve parçalanma derecelerine göre beslenme açısından yeniden sınıflandırılmıştır. Buna göre nişasta; Çabuk Sindirilen Nişasta (ÇSN), Yavaş Sindirilen Nişasta (YSN) ve Dirençli Nişasta (DN) olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır (Englyst ve ark., 1992; 1999).

Çabuk Sindirilen Nişasta (ÇSN)

ÇSN, “enzimatik sindirim yoluyla glikoz moleküllerine hızlı bir şekilde (20 dakika içinde) dönüştürülen nişasta tipi” olarak tanımlanır (Englyst ve ark., 1992; Raigond ve ark., 2015). Çabuk sindirilebilen nişasta amorf yapıda ve disperse olmuş nişastadır (Şimşek, 2011). Eğer ÇSN gıdada yüksek oranlarda mevcutsa, kana hızlı bir şekilde glikoz geçer. Böylece sağlığa zararlı olan kan şekerini yükseltir ve insülin salınımını artırır (Englyst ve ark., 1996; Raigond ve ark., 2015). Bu tip nişasta ekmek ve

haşlanmış patates gibi nemli ortamda ısısal işlem görmüş ve sıcak olarak tüketilen gıdalarda bulunmaktadır (Şimşek, 2011). Bu tip ürünlerde, nişasta granülleri jelatinize olmakta ve enzimatik sindirime daha açık hale gelmektedir (Sharma ve ark. 2008; Hickman ve ark., 2009).

Yavaş Sindirilen Nişasta (YSN)

YSN, sindirimi için uzun zaman alan ancak ince bağırsakta tamamen sindirilen nişastadır. YSN, “120 dakikalık enzimatik sindirimden sonra glikoza dönüştürülen bir nişasta tipi” olarak tanımlanmaktadır (Englyst ve ark., 1992). YSN hububat nişastaları gibi pişmiş gıdalardaki granüler ya da retrograde halde bulunan, temel olarak fiziksel olarak erişilemeyen bir amorf nişastadır (Sharma ve ark., 2008; Hickman ve ark., 2009). Yavaş sindirilebilen nişasta kan plazmasındaki glikoz ve insülin artışı üzerinde olumsuz bir etki yaratmamaktadır (Şimşek, 2011). Obezite ve diyabet kontrolünde, kardiyovasküler hastalıkların oluşum riskinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Htoon ve ark., 2010).

Dirençli Nişasta (DN)

Sağlıklı insanların ince bağırsağındaki sindirim enzimlerine direnç göstererek sindirilmeden doğrudan kalın bağırsağa geçen nişasta “*Enzime Dirençli Nişasta*” ya da “*Dirençli Nişasta*” olarak tanımlanmaktadır. DN, ince bağırsakta 120 dk içerisinde hidrolize olmayan fraksiyondur. Böylece, kalın bağırsağa ulaşmakta ve bağırsak mikroflorası tarafından fermente olmaktadır (Englyst ve ark., 1996; Topping ve Clifton, 2001; Sharma ve ark., 2008; Hickman ve ark., 2009). Vücudumuzdaki sindirim enzimleri ile parçalanamayan DN, kalın bağırsak mikroflorası için anaerobik fermentasyon substratı olarak kullanılabilir (Henningsson ve ark., 2002; Hu ve ark., 2015). DN, AACC (2000) tarafından verilen diyet lifi tanımları temelinde bir lif bileşeni olarak sınıflandırılabilir. DN fizyolojik olarak lif gibi davrandığına dair çok fazla gerekçe vardır. DN, çözünmeyen lif olarak deneylere tabi tutulur, fakat çözünür lifin fizyolojik faydalarına sahiptir. Bu nedenle DN; bağırsakta yararlı bakterilerin gelişimini destekleyen yüksek oranda fermente olabilir bir diyet lifi olarak da tanımlanabilmektedir (Sajilata ve ark., 2006; Morita ve ark., 2007). DN miktarı toplam nişasta miktarından, hızlı ve yavaş sindirilebilen nişasta miktarları çıkarılarak, belirlenebilmektedir (Englyst ve ark., 1996; Topping ve Clifton, 2001; Sajilata ve ark., 2006; Sharma ve ark., 2008). DN formu, gıdaların yapısında doğal olarak bulunabildiği gibi evde ve/veya fabrikada üretim sırasında da oluşabilmektedir (Englyst ve ark., 1992; Onyango ve ark., 2006; Mutungi ve ark., 2009; Pongjanta ve ark., 2009).

DN kendi içerisinde fiziksel ve kimyasal özelliklerine de bağlı olarak 5 tip olarak sınıflandırılmıştır.

Tip 1 Dirençli Nişasta (DN₁) : Tamamen veya kısmen öğütülmüş taneler veya tohumlar içinde tutulan fiziksel olarak erişilemeyen nişastadır. Vücuttaki enzimler bu nişasta tipini parçalayamamaktadır.

Tip 2 Dirençli Nişasta (DN₂) : Bazı ham nişasta granülleri (olgunlaşmamış muz ve çiğ patates gibi) ve yüksek amilozlu (yüksek amilozlu mısır) nişasta türleridir. α -amilaz enzimiyle yavaşça parçalanabilmektedir, bu nişasta tipi jelatinize olmamıştır.

Tip 3 Dirençli Nişasta (DN₃) : Retrograde olmuş nişasta tipidir. Sindirim enzimlerine oldukça dirençlidir. Termal olarak kararlı olması, önemli bir nişasta grubu haline getirmekte ve çok çeşitli geleneksel gıdalarda bir bileşen olarak kullanılabilir (Hernandez, 2008). Bu nişasta çeşidi, granül nişastasından daha yüksek bir su tutma kapasitesine sahiptir (Raigond ve ark., 2015). DN₃, pişirilip soğutulmuş patates, ekmek, kahvaltılık gevrekler ve nemli sıcaklık uygulamasıyla üretilen gıdalarda bulunabilmektedir.

Tip 4 Dirençli Nişasta (DN₄) : DN₄, oligosakkaritler ve polidekstrozlar ile benzerlik gösteren kimyasal olarak modifiye edilmiş bir nişasta grubudur (Wepner ve ark., 1999). Sindirilebilirliklerini azaltmak için kimyasallarla eterlenmiş, esterlenmiş veya çapraz bağlanmış nişastalar bu kategoriye girer. Kimyasal modifikasyon, nişasta granüllerinin yapısını, bileşimini değiştirir ve böylece amilolitik enzimlere karşı dirençlerini artırır. Nişastanın normal zincir düzenlemesi, ikame ile bozulur ve nişasta amilolitik enzimler tarafından erişilemez hale gelir (Raigond ve ark., 2015).

Tip 5 Dirençli Nişasta (DN₅) : DN₅, amiloz-lipit kompleks oluşumundan kaynaklanan bir DN türüdür. Bu kompleksler gıda işleme sırasında oluşturulabilir veya kontrollü koşullar altında da hazırlanabilir. Amiloz-lipit kompleksleri genellikle yüksek amiloz nişastalarından oluşur. DN₅'in yapısı ve oluşumu botanik kaynağına bağlıdır. DN₅, suda çözünmeyen doğrusal poly- α -1 \rightarrow 4-glukanın polisakkaritlerini içerir ve α -amilaz ile bozunmaya karşı dirençlidir (Fuentes-Zaragoza ve ark., 2011). Bu polisakkaritler, kısa zincirli yağ asitlerinin, özellikle en önemli olan bütirik asit oluşumunu teşvik eder (Raigond ve ark., 2015). DN₅, DN₂ göre ısıya karşı daha dayanıklıdır. DN₃ ve DN₄ oluşumu için kapsamlı (fiziksel ve/veya kimyasal) proses gerekiyken, DN₅ elde etmek için daha az işlem gereklidir. DN₅ nişasta tipinde nişasta çözünme sıcaklığının üzerinde bir ısıya çıkarıldıktan sonra soğutulduğunda kompleks yapısını korumaktadır (Haşjim ve ark., 2013).

DN, tahıllarda, sebze/meyvelerde ve işlenmiş ürünlerde farklı miktarlarda mevcuttur. Gıdalara uygulanan işlemler DN miktarını değiştirmektedir. Genel olarak DN, ısıt işlemler, kısmi asit hidrolizi, enzim modifikasyonu, asit ya da enzim modifikasyonu ile birlikte ısıt işlem uygulaması, ekstrüzyon ya da kimyasal yöntemlerle oluşturulmaktadır. Gıdalardaki DN oluşumu ve miktarı üzerine etki eden faktörler; nişastaya uygulanan ısıt işlemler (ısıtma, soğutma, kurutma, vs.), nişastanın amiloz: amilopektin oranı, moleküllerin zincir uzunluğu, amiloz-lipid kompleksinin varlığı şeklinde sıralanabilir (Charalampopoulos ve ark., 2002; Sajilata ve ark., 2006; Öztürk, 2008).

Bu tez çalışmasında kimyasal olarak modifiye edilmiş nişastalardan olan DN₄ çapraz bağlı nişasta kullanılmıştır. Çapraz bağlama genellikle, granüler nişastanın, nişasta moleküllerinin hidroksil grupları arasında eter veya ester moleküller arası bağlantılar oluşturabilen çok fonksiyonlu reaktifler ile işlenmesi suretiyle gerçekleştirilmektedir (Majzoobi ve ark., 2009). Çapraz bağlama için kullanılan ana reaktifler; sodyum trimetafosfat, mono-sodyum fosfat, sodyum tripolifosfat, fosforil klorür (POCl₃), adipik asit karışımı, asetik anhidrit ve vinil klorürdür (Singh ve ark., 2007; Ratnayake ve Jackson, 2008). Çapraz bağlamada kullanılan ajana bağlı olarak, nişastanın fonksiyonel özellikleri değişmektedir. Çünkü farklı çapraz bağlama maddeleri tarafından üretilen nişasta sistemlerinin moleküler yapıları birbirinden farklıdır (Şeker ve ark., 2006; Ratnayake ve Jackson, 2008). Bu nedenle, çapraz bağlama için kullanılan reaktife dayanarak, nihai ürün genellikle üç türe ayrılır: Birinci tip, nişastanın orto-fosforik asit, sodyum ya da potasyum orto-fosfat veya sodyum tripolifosfat ile esterleştirilmesiyle üretilen mono-nişasta fosfattır. İkinci tip, sodyum trimetafosfat veya fosfor oksiklorit ile üretilen di-nişasta fosfattır. Üçüncü tip çapraz bağlı nişasta, mono-nişasta fosfat ve di-nişasta fosfatın kombine işlemleri ile üretilen di-nişasta fosfattır (Jyothi ve ark., 2006; Şeker ve ark., 2006).

DN ince bağırsaklardan sindirilmeden kalın bağırsağa geçmektedir. Yararlı mikroorganizmaların özellikle *Bifidobakteriler* için substrat görevi görmektedir. Bu özelliğinden dolayı DN prebiyotiktir. Yararlı mikroorganizmaların gelişimlerini artırmaktadır, probiyotik özellik göstermektedir. DN ve fruktooligosakkaritler birlikte tüketildiğinde fekal bakteri sayısındaki artışın, bu iki bileşenin ayrı ayrı kullanıldığında olandan çok daha fazla olduğu belirlenmiştir. DN'nın mikroorganizmalar için besleyici etkisinin dışında bu bakterilerin üst gastrointestinal bölgede korunmasını sağladığı düşünülmektedir. Bu koruyucu etkiden dolayı da DN "kültür destekleyici" olarak da

tanımlanmaktadır (Crittenden ve ark., 2001; Tharanathan ve Mahadevamma, 2003). DN'nin kalın bağırsakta fermentasyonu sonucunda karbondioksit, metan, hidrojen, organik asitler ve kısa zincirli yağ asitleri, bütirat, asetat ve propiyonat oluşur. DN'nin olumlu fizyolojik etkisinin bu özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Lopez ve ark., 2001; Boyacıoğlu ve Nilüfer, 2003). Kolon sağlığının gelişmesine de yardımcı olmaktadır. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda DN miktarının artışıyla, dışkıdaki kısa zincirli yağ asidi seviyesinin arttığı bildirilmiştir. Bir besin maddesi olarak DN, tamamen sindirilebilir nişasta (15 kJ/g) ile karşılaştırıldığında daha düşük bir enerji (8 kJ/g) değerine sahiptir. Nişasta vücutta sindirildiği zaman, vücuttaki glikoz konsantrasyonu artmaktadır. Buna bağlı olarak kanda insülin hormonu miktarı da artmaktadır. Ve bunların sonucunda vücutta depo edilmiş olan yağların kullanımı durur. DN tüketildiğinde ise kandaki glikoz seviyesi yavaş artar ve vücutta depo edilmiş yağların kullanılması sağlanır. DN açlık hissini de baskılamaktadır, bu nedenle obezite hastalarının kullanımı için de oldukça uygundur. DN'nin bu yararlarının dışında yağ metabolizmasında ve minerallerin yararlılığını artırdığı yönünde de farklı yorumlar mevcuttur. Yapılan bazı çalışmalarda kandaki kolesterol ve trigliserit seviyesini azaltmada etkili olduğu belirlenirken (Younes ve ark., 1995), yapılan pek çok çalışmada yağ metabolizmasını etkilemediği görülmüştür (Nugent, 2005). Yine yapılan bazı çalışmalarda DN miktarının artırılması ile mineral absorpsiyonunun arttığı sonucu elde edilirken (Younes ve ark., 1995; Lopez ve ark., 2001), yapılan farklı bir çalışmada herhangi bir etki belirlenmemiştir (Kishida ve ark., 2001).

DN'nin fiziksel özellikleri, özellikle düşük su tutma kapasitesi, onu son üründe kolay kullanım sağlayan ve dokuyu iyileştiren fonksiyonel bir bileşen yapmaktadır (Baixauli ve ark., 2008). Kullanılan işleme koşullarının, örneğin nem içeriği, pH, sıcaklık, ısıtma süresi, tekrarlanan ısıtma-soğutma döngüleri vb. gibi dikkatli bir şekilde kontrol edilmesi durumunda, DN içeriği % 30'a kadar ulaşabilir. DN derin yağda kızartılmış gıdalarda, sert bir doku ve güçlü bir tat veren geleneksel diyet lifinin aksine; daha canlı ve hacimli, daha az yağ çekmiş ürünler elde edilmesini sağlaması nedeniyle yeme kalitesini arttırmaktadır (Tharanathan, 2002). Kepekli tahıllar, kepek veya meyve lifleri gibi geleneksel liflere kıyasla (Pérez-Alvarez, 2008), DN nihai ürünlerin duyu özelliklerini daha az etkileme avantajına sahiptir, bu da tüketicinin ürün kabul edilebilirliği için çok olumlu bir özelliktir. DN ürünlerde kullandığında, geleneksel liflerden daha iyi görünüm, doku ve ağız hissi gibi üstün teknolojik özellikler sağlar (Charalampopoulos ve ark., 2002).

Modifiye nişastalar ve DN farklı amaçlarla ve farklı şekillerde kek, bisküvi, ekmek, makarna, erişte, cips gibi ürünlerin üretiminde kullanıldığı literatürde bildirilmiştir. Bunun ile ilgili bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Karaoğlu ve ark., (2001) dört farklı modifiye buğday ve mısır nişastasının (prejelatinize, asit ile seyreltilmiş, çapraz bağlanmış, dekstine edilmiş ve sağlam form) kek kalitesine etkilerini araştırmıştır. Nişasta, kek formülasyonlarına una ikame olarak % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında eklenmiştir. Buğday nişastasının eklenmesi mısır nişastasından daha yüksek bir kek hacmi sağlamıştır. Ayrıca, modifiye edilmiş nişastalar, keklerin penetrasyon değerlerini ve raf ömrünü artırmıştır. Sonuç olarak, % 10 prejelatinize nişastanın eklenmesi keklerin kalitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmuştur.

Pongjanta ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada buğday unu yerine farklı oranlarda (% 0, 5, 10, 15 ve 20) DN₃ tereyağlı kek yapımında kullanılmıştır. Geliştirilen tereyağlı kekin fiziko-kimyasal ve duyuşal özellikleri ile in vitro nişasta hidroliz oranı incelenmiştir. Bu çalışma, tereyağlı kekdeki DN içeriğinin, DN₃ ikamesi ile % 2.1'den % 4.4'e yükseldiği (p<0.05) belirlenmiştir. DN içeren tereyağlı keklerde, kontrol kekine kıyasla, in vitro nişasta hidroliz oranı önemli ölçüde düşük bulunmuştur. Tereyağlı keklerde % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında DN ikamesi ile 0-180 dakika sindirim süresi arasındaki nişasta hidroliz oranları sırasıyla % 3.70 ila 67.65, % 2.97 ila 64.86, % 2.86 ila 59.99, % 2.79 ila 55.96 ve % 2.78 ila 53.04 arasında belirlenmiştir. % 5 ve 10 oranında DN₃ ilave edilen keklerin fiziko-kimyasal özellikleri kontrol kek örneği ile oldukça benzer bulunmuş ve duyuşal değerlendirme testinde panelistler tarafından orta derecede kabul görmüştür.

Baxiulli ve ark. (2008a) yaptıkları çalışmada, muffin üretiminde buğday unu ile DN'yı yer değiştirerek (% 5, 10, 15 ve 20) muffinlerdeki etkisi incelenmiştir. DN seviyesi % 15'e ulaştığında muffinlerdeki gaz hücrelerinin sayısı önemli ölçüde azalarak muffinlerin hacim ve yüksekliğinin düşmesine neden olmuştur. Ayrıca ilave edilen DN miktarındaki artışa paralel olarak, viskozite değeri ve muffin hamurunun elastikiyeti, belirgin olarak azalmıştır.

Baxiulli ve ark. (2008b) yaptıkları bir diğer çalışmada, muffin üretiminde buğday unu ile DN'yı yer değiştirerek (26/0, 21/5, 16/10, 11/15 ve 6/20), taze ve depolanmış muffinlerin tekstürel özelliklerini incelenmişlerdir. Bu çalışmada, DN'nin taze ve depolanmış muffinlerin dokusal özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek için (0 ila 16 gün arası) tekstür profili analizi ve elastik geri kazanım testi kullanılmıştır.

Tekstürel parametre değerleri DN artışıyla azalmıştır. Tekstürel parametre değerlerinde depolama süresinde olan değişiklikler, daha yüksek DN seviyelerinde daha az olmuştur.

Yapılan bir çalışmada, ruşeym (% 0, 10 ve 20) ve DN (% 0, 5, 10 ve 15) farklı oranlarında ayrı ayrı ve kombinasyon halinde kek formülasyonunda buğday unu ile yer değiştirilerek keklerdeki besinsel, fiziksel ve duyuşal özellikler üzerindeki etkileri incelenmiştir. DN'nın en yüksek oranı (% 15) keklerin protein, fitik asit, magnezyum ve fosfor içeriğinde belirgin bir ($p < 0.05$) düşüşe neden olmuştur. Keklerin DN içerikleri 7.2 g/kg ile 49.0 g/kg arasında değişmiştir. Ruşeym ve DN'nın yüksek oranlardaki kombinasyonu, keklerin hacim indeksini ve sertliklerini olumsuz yönde etkilemiştir. Yalnızca % 20 ruşeym ve % 5 DN kombinasyonu ile yapılan kekler kontrol ile karşılaştırıldığında benzer gözenek yapısı, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik göstermiştir (Bilgiçli ve Levent, 2013).

DN₄'ün, Kore geleneksel pirinç keklerinin (Jeolpyeon) hamur özellikleri ve kalitesi üzerindeki etkisi Ren ve Shin (2013) tarafından incelenmiştir. Sonuçlar, nihai ürünlerde diyet lifi fraksiyonundaki artışı doğrulamıştır. DN₄ içeriğindeki artışla birlikte, şişme gücünün, çözünürlüğün ve su bağlama kapasitesinin azaldığı gözlenmiştir. Duyusal testlerde DN₄ ilavesiyle renk ve genel kalitenin arttığını, DN₄'ün % 10 oranında eklendiğinde genel kalitenin en yüksek düzeyde olduğunu göstermiştir.

Keklerdeki diyet lif içeriğinin artırılması amacıyla yapılan bir çalışmada; buğday unu, % 0, 10, 20 ve 30 oranında DN ile yer değiştirilerek kek üretiminde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, DN seviyesindeki artışla hamur kıvamının arttığının fakat hamur yoğunluğunun azaldığını göstermiştir. DN seviyesindeki artışla kek hacimde bir azalma meydana gelmiştir. Keklere eklenen DN keklerin yapılarının daha yumuşak hale gelmesini sağlarken, yapışkanlık, elastikiyet ve çignenebilirlik değerlerini azaltmıştır. % 30'dan az DN ilavesinin keklerin duyuşal özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır (Majzoobi ve ark., 2014).

Tsatsaragkou ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, DN ilavesinin pirinç unu ve tapyoka nişastası ile elde edilen glütensiz kekler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kek hamurlarında DN artışı ile birlikte viskozitede bir azalma olmuştur. Kek spesifik hacmi, DN konsantrasyonu arttıkça artarken en yüksek değer 15 g/100 g DN içeren keklerde belirlenmiştir. DN miktarı arttıkça gözenek sayısında bir azalma, gözenek çapında ise bir artış belirlenmiştir. Depolama süresince, DN miktarının artması ile kek içi yumuşaklığı artmıştır. Keklerin duyuşal olarak değerlendirilmesi, tüm kek formülasyonlarının kabul edilebilir olduğunu göstermiştir. En çok % 20 DN içeren kek

tercih edilmiştir. DN kullanılarak gelişmiş kalite özelliklerine ve yüksek besin değerine sahip glutensiz keklerin üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

Yapılan bir diğer çalışmada çeşitli düzeylerde DN içeriğine sahip kurabiyelerin fizikokimyasal ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. % 30 DN içeren örneklerin hamur pH'sının diğerlerinden daha yüksek bir değere sahip olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Kurabiye hazırlamada hamurun su içeriği, DN seviyesi arttıkça azalmıştır. DN miktarı arttıkça, yayılabilirliği azalmıştır. Kurabiyelerin duyuşsal özellikleri incelendiğinde % 30 oranında DN eklenen kurabiyelerin sertlik değeri diğerlerine göre anlamlı derecede ($p<0.05$) düşük olduğu belirlenmiştir. % 10 ile % 20 DN içeren kurabiyeler lezzet ve genel kabul edilebilirlik açısından diğerlerine göre daha yüksek değerler sergilemiştir (Kang ve Lee, 2007).

Šeremešić ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, DN₃ ve DN₄'ün kurabiye hamurunun reolojik özellikleri üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Unun DN ile kısmi olarak yer değiştirilmesinin (% 0, 5, 10 ve 15), hamurun reolojik özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve özellikle % 15 DN₃ ilavesinin kek elastikiyetini arttırdığı gözlemlenmiştir.

Bae ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, DN₄ tipi dirençli mısır nişastasının kurabiye kalite özellikleri üzerindeki etkileri fizikokimyasal, enstrümantal ve duyuşsal değerlendirme ile araştırılmıştır. DN'nın diyet lifi içeriğinin % 73.8 olduğu belirlenmiştir. DN miktarı arttıkça hamurların pH'sı azalmış ve yayılma faktörü % 20 DN içeren kurabiyelerde bir miktar düşmüştür. Kurabiyelerin nem içeriği ve L* değeri, DN içeriğinin artmasıyla artmıştır. Bununla birlikte, sertlik ve kırılma DN içeriğinin artmasıyla azalmıştır. Duyusal değerlendirmede, DN'lı veya DN'sız iki kurabiye arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, DN₄ tipi dirençli mısır nişastasının kurabiyelerin kalitelerinde değişiklik olmadan diyet lifi içeriğini artırmak için kullanılabilir iyi bir bileşen olabileceğini göstermektedir.

Şeker ve ark. (2006), çalışmalarında DN'yı % 10, 20, 30, 40 oranında yağa ikame olarak bisküvi üretiminde kullanmışlardır. Bisküvilerde çap, kalınlık ve yayılma oranını incelediklerinde; artan DN miktarına bağlı olarak bisküvilerin çap ve yayılma oranı azalırken bisküvi kalınlıkları artmıştır. Bisküvilerin duyuşsal analizlerinde farklılık belirlenemezken, sertlik değeri ve besinsel lif içeriği artan DN miktarına bağlı olarak artmaktadır. Yapılan bu çalışma sonucunda, % 30 oranında DN ilave edilen bisküvilerin hem yağı azaltılmış hemde DN içeriği yükseltilmiş kabul edilebilir nitelikte bisküvi üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir.

2.3. Yer Elması

Yer elması (*Helianthus tuberosus L.*) Asteraceae familyasına ait olup, *Jerusalem Artichoke* olarak bilinen çok yıllık bir bitkidir. Yer elması Amerika Birleşik Devletlerindeki Ohio ve Mississippi Nehri vadilerinden elde edilen ve ılıman bir iklimde ekonomik ürün olarak doğallaştırılmış bir ayçiçeği türüdür (Pan ve ark., 2009). Yer elması, Kudüs enginarı (*Jerusalem Artichoke*), sunroot, sunchoke, topinambur olarak da adlandırılan, yumuşak bir sebze olarak kullanılan yumrusu için dünyada ılıman bölgelerde geniş çapta ekilmektedir (Baltacıoğlu, 2012). Yer elmasına, Kudüs enginarı denilmesine rağmen Kudüs ile ilgisi yoktur ve aynı ailede olmasına rağmen bir tür enginar da değildir. Yer elması, bahçe ayçiçeği *Helianthus annuus* ile aynı cins bir ayçiçeği türüdür.

Ayçiçeği cinsi *Helianthus*, Amerika'ya özgü yaklaşık 50 türü kapsamaktadır. Doğada *Helianthus tomentosus Michx.*, *Helianthus tuberosus albus cockerell*, *Helianthus tuberosus purpurellus cockerell* gibi varyeteleri vardır (Anon., 2006). Yer elması (*Helianthus tuberosus L.*) ve Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) olarak iki tür önemlidir. Ayçiçeği, yağlı tohumluk olarak yetiştirilirken, yer elması bir sebze, yem bitkisi, gıda ve endüstriyel amaçlı inulin kaynağı olarak yetiştirilmektedir (Heiser, 1978; Baltacıoğlu, 2012).

Yer elması, Kuzey Amerika kökenlidir ve çeşitli sıcaklık ve yağış rejimleri altında ABD genelinde başarılı bir şekilde yetiştirilmektedir. Champlain, 1605'te yer elmasını Kuzey Amerika'dan Fransa'ya götürmüştür. 1600'lü yılların ortalarında, oradaki insanlar tüketmeye başlamışlardır. Daha sonra hayvan yemi olarak da yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Cosgrove, 1991).

Yer elması her iki yarıkürenin ılıman bölgelerinde, 40° ila 55° enlemlerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Özellikle tropikal bölgelerde, nemli ve alçak yerlerde yetiştiriciliği iyi değilken, Kuzey Amerika, Kuzey Avrupa, Çin, Kore, Mısır, Avustralya, Yeni Zelanda ve hatta dona dayanıklı olduğu için Alaska'ya kadar yetiştirilebilmektedir (Anon., 2006; Kays ve ark., 2008). Yer elması yıllık yağışların 310 mm ile 2820 mm arasında değiştiği ve yıllık sıcaklıkların 6.3°C ile 26.6°C arasında olduğu yerlerde yetiştirilebilmektedir (Anon., 2006; Kays ve ark., 2008). Sıcaklıklar 18.3 ila 26.6°C arasında değiştiği zaman optimum verim elde edilir. Kurak alanlarda çimlenmeye başlaması için sulama gerekli olabilir. Bitki geniş bir aralıktaki toprak tipine ve pH düzeyine çok iyi adapte olsa da, üretimi için hafif alkali topraklar tercih

edilir (Cosgrove, 1991). Bununla birlikte, gevşek, tınlı topraklarda daha iyi gelişmektedir. Bitki rüzgârlara karşı toleranslı olsa da, tuzlu suların zararlı etkileri vardır. Fazla gübre gerektirmez. Ancak, toprakları tüketme eğilimi gösterir ve bu üründen sonra gübre uygulaması tavsiye edilir (Anon., 2006; Kays ve ark., 2008). Bitkinin yaprakları ve gövdeleri çok soğuk iklim şartlarına duyarlı olmasına karşın kök kısımları soğuğa ve kış şartlarına dayanıklıdır. Bu nedenle kışın toprak altında kalan yer elması yumrularından ilkbaharla birlikte tekrar yeni filizler çıkar (Anon., 2014). Yumrular ekimden yaklaşık 10 ila 17 gün sonra filizlenir (Cosgrove, 1991). Yer elması yumruları, bitki yapraklarının kurumaya başladığı yaz mevsiminin sonu ya da sonbaharın başında (Eylül ya da Ekim ayı) hasat edilebilir (Anon., 2014). Dikim derinlikleri patates gibidir. Hasat sırasında yumruların tümünü çıkarmak zordur, ikinci yılda ilave dikim gerekli olmayabilir. Yumrular sonbaharda hasat edilebilir veya kış depolaması ve ilkbahar hasadı için toprağa bırakılabilir. Bozulma hastalıklı, morarmış veya kabuklu yumrulara daha sık görülür. Tohum için saklanan yumrular, depolamada dondurulmamalıdır (Cosgrove, 1991). Yer elmasının çoğu ülkede üretimi az olduğundan FAO üretim istatistikleri bulunmamaktadır (Kays ve ark., 2008).

Türkiye’de yer elmasının başta Orta Anadolu ve Ege bölgeleri olmak üzere, birçok yöreye yayıldığı, ancak taze tüketime yönelik olarak çok küçük alanlarda yetiştirildiği ifade edilmektedir. Bitkinin sanayide değerlendirilmesiyle ilgili yeterli çalışma bulunmadığı ifade edilmektedir (Atlıhan, 2011). Ülkemizde, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre yer elması oldukça küçük ekim alanlarına sahip olmakla birlikte; 2016 yılında 428 dekar, 2017 yılında 524 dekar ve 2018 yılında ise 525 dekar alana ekim yapılmıştır. Yine TÜİK verilerine göre ekilen bu alanlardan 2016 yılında 636 ton, 2017 yılında 1031 ton ve 2018 yılında 1029 ton yer elması elde edilmiştir. Ekilen bu alanların verimi ise 2016, 2017 ve 2018 yılları için sırasıyla 1486, 1968 ve 1960 dekar/kg olarak belirlenmiştir.

Yer elması, yumrulu köke sahip ve çok yıllık bir bitkidir. Dünyada birçok varyetesi bulunmakta olup, genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak bu varyetelerin bitki uzunluğu, yumru rengi (yeşil ya da mor-menekşe), dallanma ve gövde sayıları birbirinden farklıdır (Anon., 2014). Yer elması bitkisinin yumruları çeşitli şekil ve boyuttadır. Genel olarak patatese benzer ve patatesin kullanıldığı tüm alanlarda insanlar tarafından kullanılabilir (Anon., 2006).

Yer elması yumruları genel olarak yaklaşık % 80 su, % 15 karbonhidrat ve % 1-2 arasında protein içerir. Yer elması kompozisyonu ile ilgili veriler, diğer sebzelere göre

nispeten azdır. Bazı parametreler için de önemli farklılıklar kaydedilmiştir. Farklılıklar, hasat zamanı, üretim koşulları, hasat sonrası işleme ve hazırlama yöntemlerinden kaynaklanmaktadır. Yer elması yumruları çok az nişasta içerir, yağ miktarı da az olduğu için düşük kalori değerine sahiptir (Baltacıoğlu, 2012). Yer elmasının içerdiği yağın bileşiminde tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri bulunmaktadır (Whitney ve Rolfes, 1999).

Jilu ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada, yer elması yumrusunun % 79.8 su, % 16.6 karbonhidrat, % 1 protein, % 16.6 ham lif ve % 2.8 kül içerdiğini belirtmiştir. Yer elması oluşum sürecinde sapsar geçici olarak depo görevinde kullanılır. Bitki çiçeklenme öncesinde, şekerin % 70-80'lik kısmını sapsa; % 20-30'luk bölümünü ise yumrularda depolamaktadır. Çiçeklenme sonrasında ise rezervlerini yumruya taşınmaktadır. Yer elması yumruları, patatese benzemektedir. Yumrular, karbonhidratların % 75 ila 80'ini inülin şeklinde depolarken, patatese ise nişasta şeklinde depolanır (Cie'slik, 1998).

Yumrular, inülin varlığı sebebiyle diyet lifi için iyi bir kaynaktır. Yer elması ana depolama karbonhidratı inülin dir ve bu nedenle yumru köklerdeki karbon (Somda ve ark., 1999) ağırlıklı olarak inülin formundadır. Yumruların inülin içeriğinin, taze ağırlığın % 7-30'u arasında değiştiği belirlenmiştir (kuru ağırlığın yaklaşık % 50'si) (Van Loo ve ark., 1995). İnülinin polimerizasyon derecesi incelendiğinde; yalnızca % 20'sinin polimerizasyon derecesinin 10'dan yüksek olduğu, % 6'sının ise 40'dan yüksek olduğu belirtilmiştir (Roberfroid, 2005). Günümüzde, hindiba, inulin üretiminde kullanılan en önemli ürün olmasına rağmen, % 14-19 inulin içeren yer elması yumruları da değerli bir inulin kaynağıdır. Yamazaki ve ark. (1989), inülinin, % 80 fruktoz ve % 20 glikozdan oluşan bir polisakarit olduğunu bildirmiştir. Yer elması yumrularındaki taze ağırlıkta protein miktarı 1.6 ila 2.4 g/100g arasında bulunmaktadır. Protein ve azot seviyeleri yumrular içerisinde gelişme döneminde nispeten sabit kalmaktadır (Kosaric ve ark., 1984). Yumrulardaki protein, gerekli amino asitlerin tümünü uygun oranlarda içerir. Diğer kök ve yumru bitkilerin proteinlerine kıyasla lizin ve metionin bakımından zengindir ve treonin ve triptofan gibi hemen hemen bütün gerekli amino asitleri içerir. Bu nedenle diğer kök ve yumru bitkilerine göre yer elması gıda ve yem uygulamaları için yüksek kaliteli olarak kabul edilmektedir (Stauffer ve ark, 1981; Cie'slik, 1998; Rakhimov ve ark., 2003). Yer elması yumruları yüksek bir mineral içeriğine sahiptir. Yumrular özellikle demir bakımından zengindir. Yumrularda demir (0.4-3.7 mg/100 g), kalsiyum (14-37 mg/100 g) ve potasyum (420-657 mg/100 g), sodyum (1.8-4.0 mg/100

g), selenyum (50 µg/100 g) içerdiği belirlenmiştir (Cie'slik, 1998; Bärwald, 1999; Antanaitis ve ark., 2004). Nihai hasat zamanı gelince, olgun yumrularda yüksek düzeyde potasyum, fosfor ve kalsiyum bulunmuştur (Baltacıoğlu, 2012). Yumrular iyi bir vitamin kaynağıdır, özellikle B kompleks vitaminler, C vitamini (askorbik asit) ve β-karoten içeriği yüksektir (Van Loo ve ark., 1995). B kompleksindeki diğer vitaminler (tiyamin, riboflavin, niasin, B₆, pantotenik asit, biyotin ve kobalamin) mevcutken nispeten yüksek folik asit (13 ila 22 µg/100 g) seviyelerine sahiptirler. Yumrulardaki C vitamini konsantrasyonu 2 ila 6 mg/100 g dır. Yumruların C vitamini konsantrasyonu yerüstü bitki parçalarına göre daha düşük olmasına rağmen, diğer kök ve yumru bitkilerden daha yüksektir (Eihe, 1976). Karotenoidlerin konsantrasyonları da 9 ila 29 µg/100 g arasındadır. D vitamini ve yumruluktaki nitrat seviyeleri arasında bir korelasyon kaydedilmiştir (Cie'slik ve ark., 1999). Aslında vitamin konsantrasyonları, gelişme evresi, iklim koşulları, tarımsal uygulamalar ve diğer faktörlere bağlı olduğu için, literatürde vitamin içeriği açısından önemli farklılıklar bildirilmiştir (Baltacıoğlu, 2012).

Yer elması karbonhidratlarının insan enzim sistemi tarafından sindirilemeyen inulin olması nedeniyle, yumrular aynı zamanda diyet liflerinin iyi bir kaynağı olarak kabul edilir (Facciola, 1990). Diyet lifi yani inülinler, dışkılama sıklığını artıran, hacim arttırıcı ajan olarak ideal bileşenlerdir (Denltond ve ark., 2000). İnulin ve oligofruktoz, fruktan olarak bilinen karbonhidrat sınıfına aittir. İnülin, sığanlarda ve insanlardaki fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri etkiler ve daha sağlıklı olmasını sağlar ve birçok hastalık riskinde de azalmaya neden olur. Düşük kan kolesterolü ve kan şekeri, düşük yoğunluklu lipoproteinler ve trigliseridler ile bazı kalp hastalıklarına da faydalı olduğu bildirilmiştir (Varlamova ve ark., 1996; Michael ve ark., 1999; Kaur ve Gupta, 2002; Letexier ve ark., 2003; Nadir ve ark., 2011). Sindirilemeyen bir oligosakkarit olan inulin, kolondaki sınırlı bakteri sayısının büyümesini ve aktivitesini öncelikli olarak stimule edebilir ve böylece konakçı sağlığını geliştirir (Gibson ve Roberfroid, 1995). Bu bileşiminden dolayı, Jilu ve ark. (2003), gıda endüstrisinde yer elması ürünlerini (toz, meyve suları, inülin, fruktoz ve frukto-oligosakkaritler vb.) kullanmayı önermiştir. Yer elması, yüksek bir prebiyotik kaynağıdır. Prebiyotikler ince bağırsakta sindirilemezler ve düşük enerji değerine sahiptirler (<9 kJ/g). Pek çok dış kaynaklı hastalıkları azaltmada, iltihapları inhibe etmede, patojen bakterilerin (*Clostridium* ve *Bacteroides*) gelişimini engellemede, diyabetik hastalarda antioksidan savunmayı düzeltmede, kan şekerini düzenlemede, kandaki yağ seviyesini dengelemede ve özellikle kilo kontrolü

sağlamada etkili olabileceği birçok çalışma ile belirtilmiştir (Holzapfel ve ark., 1998; Sağdıç ve ark., 2003; Altun ve Yıldız, 2017).

Yer elması yumruları, insan tüketiminde yaygın olarak kullanılır. Turpa benzer bir dokusu ve tatlımsı bir tadı vardır (Cosgrove ve ark., 1991). Yer elması çiğ olarak veya patetes ile aynı şekilde pişirilerek tüketilebilmektedir. Eskiden temel bir gıda (örneğin, II. Dünya Savaşı sırasında Batı Avrupa'da) iken, günümüzde daha az tüketilen bir sebzedir (Kays ve ark., 2008).

Yer elması literatürde farklı amaçlarla ve farklı şekillerde kek, bisküvi, ekmek, makarna, erişte, cips gibi ürünlerin üretiminde kullanılmıştır. Bunun ile ilgili bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Yer elması yumrularından elde edilen yer elması tozu, sağlıklı bir ürün gelişimi için kullanılabilir, değerli bir üründür. Yapılan bir çalışmada yer elması tozu ilaveli keklerin kalite özellikleri ve duyu özellikleri incelenmiştir. Keklerde sertlik analizi ve renk ölçümü yapılmıştır. Çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada % 10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında yer elması tozu ilaveli kekler üretilmiştir, ikinci aşamada kabul edilebilir oran olan % 30 yer elması tozu ilave edilen keklere farklı aromalar (vanilya, kakao, muz, mocha, limon, rom) eklenerek kek üretimi yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları; keklerde, yer elması tozu ve aroma arttırıcıların kekin duyu kalitesini önemli ölçüde etkilemediğini ($p>0.05$), ancak kek dokusu ve renk bileşenleri üzerinde yüksek etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Keklerdeki yer elması tozu konsantrasyonlarının artmasıyla birlikte kek kalitesinde lezzetin kötüleştiği, kek renginin karardığı ve hacminin düştüğü gözlemlenmiştir. Keklere eklenen yer elması tozu miktarı % 30 oranını geçmediği sürece yüksek kalitede kekler elde edilmiştir (Gedrovica ve ark., 2010).

Gedrovica ve ark. (2011)'de yaptıkları çalışmada yer elması tozunu % 0, 30 ve 50 oranlarında kek, tereyağlı ve ballı bisküvi üretiminde kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan yer elması tozunda bulunan nişasta olmayan polisakkaritlerin türleri; glukoz (% 4.1), arabinoz (% 2.0), galaktoz (% 1.4), mannoz (% 0.8), ksiloz (% 0.4), ramnoz (% 0.4) ve fukoz (% 0.1) olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kek ve bisküvilerde artan yer elması tozu oranına bağlı olarak, nişasta olmayan polisakkarit miktarı önemli ölçüde artmaktadır.

Yapılan bir çalışmada buğday unu, yer elması tozu ile % 10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında yer değiştirilerek hamurların termo-mekanik özellikleri mixolab cihazı ile belirlenmiştir. Yer elması tozu hamurun kalitatif ve kantitatif termo-mekanik

özelliklerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Eklenen yer elması tozu, unun su absorpsiyonunu azaltmıştır. % 20 den fazla yer elması tozu eklenmesi hamur gelişme süresinin uzamasına yol açmıştır. Yapılan bu çalışmada yer elması tozunun una eklenmesi hamurun reolojik özelliklerine olumlu yönde etkilemiş ve % 10 oranına kadar hamur yapısını güçlendirdiği belirlenmiştir. % 50 ve % 100 oranlarında yer elması tozu ilave edilen hamurlarda, protein zincirinin (sırasıyla, 30 dakika ve 13 dakika sonra) dağıldığı gözlemlenmiştir (Gedrovica ve Karklina, 2011).

Gedrovica ve Karklina (2012) yaptığı çalışmada, yer elması tozunu % 10, 30 ve 50 oranlarında buğday unu ile yer değiştirerek kek, tereyağlı bisküvi ve ballı bisküvi üretiminde kullanmıştır. Yer elması tozu eklenerek hazırlanan pastacılık ürünlerinde, protein ve yağ içeriği, kontrol numunesine kıyasla önemli ölçüde değişmiştir ($p<0.05$). Protein içeriği, yer elması tozunun konsantrasyonu arttıkça azalmakta ve bu durum, yer elması tozunun yüksek kaliteli buğday unundan 2.5 kat daha az protein içermesinden kaynaklanmaktadır. Pastacılık ürünlerine yer elması tozunun eklenmesi, kimyasal parametrelerini değiştirmiş, diyet lifi, vitamin ve mineral madde miktarını arttırmış ve yağ içeriğini dolayısıyla enerji değerini düşürmüştür.

Yapılan bir çalışmada, keklerde doğal inulin kaynağı olarak yer elması tozu kullanılmıştır. Yer elması tozu ilavesinin (% 5 ve 10) keklerin fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve reolojik özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Yer elması yumrularının inülin içeriği 162.4 mg/g (km) iken, % 5 ve 10 yer elması tozu içeren kekler sırasıyla 10.4 ve 23.7 mg inulin/g (km) içermektedir. Yer elması tozu ilavesi, kek kabuğu rengi üzerinde belirgin bir etkiye neden olmuştur. Yer elması tozu formülasyonlara dâhil edildiğinde kek yumuşaklığında bir azalma gözlenmiştir. Panelistler, yer elması tozu ile kek gözenek yapısını, lezzetini, yumuşaklığını ve tatlılığını eşit derecede beğenmişlerdir. Sonuç olarak, bu çalışma yer elması tozunun keklerde doğal bir inulin kaynağı olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir (Çelik ve ark., 2012).

Volpini-Rapina ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada yer elmasından elde edilen önemli bir prebiyotik kaynak olan inülini portakallı kek üretiminde inülin ve oligofruktoz/inülin şeklinde kullanmışlardır. Keklerde prebiyotik niteliğini taşıması için 60 g kek servisinde minimum 3 g fruktan içerecek şekilde inülin ve oligofruktoz/inülin eklemesi yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada keklere inülin ve oligofruktoz ilavesi kek kabuk renklerinde, hamurun yapışkanlığı ve sertliğinde değişikliklere sebep olmuştur. Bu çalışmada portakallı keklere prebiyotik eklenmesinin mümkün olduğu sonucu elde edilmiştir.

Gularte ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada, çözünebilir ve çözünemez diyet liflerinin glutensiz kek üretiminde kullanımı araştırılmıştır. Bu amaçla inülin, yulaf lifi, guar gam ayrı ve kombinasyonları (yulaf+guar gam, yulaf+inülin) halinde % 20 oranına kadar pirinç unu ile yer değiştirilmiştir. Yulaf lifi ile inülin karışımı kek spesifik hacimde iyileşme sağlamıştır. Yulaf lifi ve guar gam eklenen kekler hariç genellikle iç ve kabuk renginde parlaklık artmıştır. Lif eklenmesi keklerdeki sertliği artırmıştır. İnülin, yulaf lifi ve guar gam ilavesi ile zenginleştirilmiş keklerin diyet lifi içerikleri önemli ölçüde artmıştır. Genel olarak yulaf lifi-inülin kombinasyonu daha iyi kalitede glutensiz keklerin elde edilmesini sağlamıştır. Diyet liflerinin (yulaf lifi, inülin, guar gam ve kombinasyonları) 20 g/100g'a kadar pirinç ununa ikamesi, hamurun özelliklerini, teknolojik kalitatif parametrelerini (hacim ve doku) ve keklerin besinsel bileşimini değiştirmektedir.

Yer elması şurubu ve yer elması tozu, inülin, vitamin ve mineraller yönünden zengin değerli ürünlerdir. Marmelat ve keklerin takviyesi için kullanılabilir. Kronberga ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, şekerleme ve hamur işlerinin bileşenlerinden birinin kısmen yer elmasından yapılmış bir ürünle yer değiştirmesi durumunda depolama süresindeki değişiklikler araştırılmıştır. Çalışma sonuçları, marmelattaki şekerin % 40'ına kadar yer elması şurubu ile sağlanabileceğini ve marmelatların besin değerini arttırdığını göstermektedir. Yer elması tozunun keklerin zenginleştirilmesinde ve depolama süresinin uzatılmasında kullanılabileceği belirlenmiştir. Çalışmanın bulguları yer elması şurubu ve yer elması tozunun mikroorganizma gelişimini teşvik etmediğini doğrulamıştır.

Yapılan bir çalışmada, % 0, 20, 30, 40 ve 50 yer elması tozu içeren pirinç unlu sünger keklerinin kalite özellikleri ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Sünger kekinin yer elması tozu içeriği arttıkça, hamurunun pH'sı önemli ölçüde azalırken, özgül ağırlık önemli derecede artmıştır ($p<0.05$). Sünger kekin hacim ve simetri indeksleri, yer elması tozu miktarıyla ters orantılı bulunmuştur. Ayrıca, sünger kekte yüksek yer elması tozu içeriği ile L^* ve b^* değerleri önemli ölçüde azalırken ($p<0.05$), a^* değeri artmıştır ($p<0.05$). Doku özellikleri açısından incelendiğinde artan yer elması tozu miktarıyla birlikte, sünger kekin sertliği, yapışkanlığı ve çiğneme özelliği önemli derecede artmıştır ($p<0.05$). Duyusal değerlendirme testinde, % 10'luk yer elması tozu ile hazırlanan kek, renk, lezzet, tat, yumuşaklık özellikleri ve genel beğeni açısından en yüksek duyusal puanlar elde etmiştir. Keklerin toplam polifenol miktarı ve DPPH radikal süpürme aktiviteleri yüksek yer elması tozu içeriği ile anlamlı olarak artmıştır

($p<0.05$). Elde edilen çalışma sonuçları, keklerin kalite özellikleri ve duyuşal değerlendirmelerine göre % 10 yer elması tozu kullanımının en uygun oran olduğunu göstermektedir (Kim ve ark., 2014).

Yapılan bir diğer çalışmada yer elması unu, buğday unu, amaranth unu bisküvi üretiminde kullanılmıştır. % 8 amaranth unu, % 17 yer elması unu ve % 75 buğday unu içeren formülasyon, geleneksel buğday unu bazlı bisküvilere kıyasla daha düşük enerji içeriğine sahip daha sağlıklı bir alternatif ortaya çıkaran daha yüksek kabul oranını sergilemiştir (Díaz ve ark., 2019).

Radovanovic ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, karabuğday unu ve yer elması ununu üç farklı formülasyon ile ekstrüde ürün üretiminde kullanmışlardır. Elde edilen ürünlerde toplam diyet lifi, protein, inulin, toplam karbonhidrat ve lipid seviyelerini içeren beslenme özellikleri analiz edilmiştir. Glisemik indeks ve glisemik yük seviyesini belirlemek için on sağlıklı gönüllüde (21 ve 56 yaşları arasındaki) klinik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, ekstrüde üründe yer elması unu konsantrasyonu arttıça toplam diyet lifi ve inülin seviyelerini arttırırken, karbonhidrat, lipid ve proteinleri düşürdüğünü ortaya koymuştur. Elde edilen ürünler, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında glisemik indeks ve glisemik yük üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). % 80 yer elması unu içeren örnekler düşük glisemik indeksli gıda olarak kabul edilirken, % 30 ve % 60 yer elması unu içeren örnekler orta glisemik indeksli gıda olarak kabul edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Kek üretiminde kullanılan un, yer elması, şeker, yumurta, margarin (% 79 yağlı), yağsız süttozu, mısır nişastası, kabartma tozu, vanilya ve tuz Konya piyasasından temin edilmiştir. Kekte kullanılacak olan dirençli nişasta (Tip 4 dirençli nişasta - DN₄) Ticari bir firmadan (Konya), guar gum (Alfasol) Kimbiotek Kimyevi Maddeler San. Tic. ve AŞ. 'den (İstanbul) temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

Yer elması yumruları yıkanmış, kabukları soyulmuş ve yaklaşık 1 mm kalınlıkta dilimlenmiştir (Arzum Proset 444, Türkiye). Yer elması dilimleri limon suyu ilave edilmiş sıcak su (85°C, 1 litre su/25 ml limon suyu) içinde 30 dk bekletilmiştir. Daha sonra kurutucuda (Nüve KD 200, Türkiye) 65°C'de yaklaşık 12 saat kurutulmuştur. Kurutulan örnekler laboratuvar tipi öğütücüde (Sinbo SCM 2934, Türkiye) öğütülerek 212 µm gözenek çaplı elekten elenerek un haline getirilmiştir. Yer elması unu (YEU) üretimi Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Yer elması unu üretim aşamaları

3.2.1. Deneme planı

Yapılan bu çalışmada 4 farklı oranda (% 0, 10, 20, 30 ve 40) DN, 4 farklı oranda (% 0, 10, 20, 30 ve 40) YEU ve bunların kombinasyonları (% 0, 10, 20, 30 ve 40), guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak kek üretiminde kullanılmıştır. Kombinasyonlarda DN ve YEU eşit oranlarda (DN:YEU) kullanılmıştır. Denemeler 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

3.2.2. Kek üretimi

Kek üretiminde Levent ve Bilgiçli (2011)'nin kek üretim metodu modifiye edilerek kullanılmıştır, formülasyon Çizelge 3.1'de verildiği gibidir. Kek üretimi için öncelikle karıştırıcı (Hobart N50, ABD) içerisine yumurta ve şeker koyularak krema görüntüsü alana kadar karıştırılmıştır. Krema görüntüsü alan karışım, margarin eklenerek homojen bir yapı oluşana kadar karıştırmış ve kalan bileşenler eklenerek homojen bir kek hamuru elde edilmiştir. 130 g kek hamuru 7.5 x 6.6 x 12 cm ebatlarında kalıplara dökülerek, mini fırında (Bosch HBT 112, Almanya) 160°C sıcaklıkta 50 dakika pişirilmiştir. Zenginleştirilmiş kek formülasyonlarında DN, YEU ve kombinasyonları Çizelge 3.1'de belirtilen oranlarda (% 0, 10, 20, 30 ve 40) buğday ununa ikame olarak eklenmiştir. Aynı işlem guar gam (1 g) ilaveli ve ilavesiz olarak gerçekleştirilmiştir. Pişirme işleminden sonra, kekler tavadan çıkartılarak soğutulmuş daha sonra polietilen torbalarda paketlenerek analizlere kadar oda sıcaklığında (22°C) saklanmıştır.

Çizelge 3.1. Kek formülasyonları (g)

	Buğday Unu	Dirençli Nişasta	Yer Elması Unu	Guar Gam	Şeker	Yumurta	Margarin	Mısır Nişastası	Yağsız Süttozu	Kabartma Tozu	Vanilya	Tuz	
Guar gam ilavesiz	DN (%)												
	0	100	0	-	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	10	90	10	-	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	20	80	20	-	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	30	70	30	-	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	40	60	40	-	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	YEU (%)												
	0	100	-	0	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	10	90	-	10	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	20	80	-	20	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	30	70	-	30	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	40	60	-	40	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	DN+YEU (%)												
	0	100	0	0	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	10	90	5	5	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
20	80	10	10	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5	
30	70	15	15	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5	
40	60	20	20	0	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5	
Guar gam ilaveli	DN (%)												
	0	100	0	-	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	10	90	10	-	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	20	80	20	-	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	30	70	30	-	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	40	60	40	-	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	YEU (%)												
	0	100	-	0	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	10	90	-	10	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	20	80	-	20	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	30	70	-	30	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	40	60	-	40	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	DN+YEU (%)												
	0	100	0	0	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
	10	90	5	5	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5
20	80	10	10	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5	
30	70	15	15	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5	
40	60	20	20	1	75	75	75	10	5	4.5	1	0.5	

3.2.3. Hammadde analizleri

Hammaddelerden buğday unu, DN ve YEU'nda renk ölçümü, nem, kül, protein, yağ, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite ve mineral madde miktarı analizleri yapılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Analizlerde kullanılan hammaddeler

3.2.3.1. Renk ölçümü

Hammaddelerde renk değerleri Minolta CR-400 (Konica Minolta, Japonya) cihazı ile örneklerin 5 farklı noktasından belirlenmiş ve bunların ortalaması alınmıştır. L^* , a^* ve b^* değerleri tespit edilmiştir. L^* değeri; siyahtan (=0), beyaza (=100) kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, a^* değeri; yeşil-kırmızı, b^* değeri; sarı-mavi rengini göstermektedir.

3.2.3.2. Kimyasal analizler

3.2.3.2.1. Nem tayini

Hammaddelerde nem tayini AACC'nin Standart Metotlarından Metod 44-19'a göre yapılmıştır. Etüvde (Nüve KD 200, Türkiye) sabit tartıma getirilmiş olan kurutma kaplarına, hammadde ve kek örneklerinden yaklaşık 2 g ± 1 mg örnek tartılmıştır. 135°C'de 2.5 saat kurutma işlemi yapılmıştır (AACC, 1990). Kurutma işlemi sonrasında desikatöre alınan örnekler oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru madde üzerinden % nem miktarları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Nem} = [\text{nem kaybı (g)} / \text{örnek ağırlığı (g)}] \times 100$$

3.2.3.2.2. Kül tayini

Hammaddelerde kül tayini AACC'nin Standart Metotlarından Metod 08-01'e göre yapılmıştır. Kül fırınında (Daihan WiseTherm, Kore) sabit tartıma getirilmiş olan kül krozelerine, hammadde ve kek örneklerinden yaklaşık 3 g ± 0.01 mg örnek tartılmıştır. 550 °C'de örneklerde hiçbir siyah leke içermeyecek hale gelene kadar kül fırınında yakılmıştır (AACC, 1990). Yakma işlemi sonrasında desikatöre alınan örnekler oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru madde üzerinden % kül miktarları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül} = [\text{kalan kül ağırlığı (g)} / \text{örnek ağırlığı (g)}] \times 100$$

3.2.3.2.3. Protein tayini

Hammaddelerde protein tayini AACC'nin Standart Metotlarından Kjeldahl metodu 46-12'e göre yapılmıştır. Kjeldahl metodu ile örnekteki azotlu madde miktarı yakma, destilasyon ve titrasyon olmak üzere üç aşamada belirlenmektedir. Bu metodun esası; hammadde ve kek örneklerinde sülfürik asitle tahrip edilerek içindeki azotun (NH₄)₂SO₄ halinde tespit edilmesinin ardından, bunu NaOH ile muamele ederek çıkan NH₄OH miktarından titrasyonla azotlu madde miktarının hesaplanmasına dayanmaktadır. Buğday ununda 5.70 ve diğer tüm örneklerde 6.25 çarpım faktörü

kullanılarak protein miktarları hesaplanmıştır ve kuru madde esasına göre sonuçlar belirlenmiştir (AACC, 1990).

3.2.3.2.4. Yağ tayini

Hammaddelerde yağ tayini AACC'nin Standart Metotlarından metod 36-25'e göre yapılmıştır. Otomatik yağ ekstraksiyon cihazında (Velp SER 148/6, İtalya) hekzan ile ekstrakte edilen örneklerden, solventin uçurulması ile yağ miktarı tespit edilmiştir (AACC, 1990). Sonuçlar % olarak belirlenip kuru madde esasına göre verilmiştir.

3.2.3.2.5. Toplam fenolik madde miktarı tayini

Hammaddelerde toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocaltaeu Metodu kullanılarak kolorimetrik olarak tayin edilmiştir. Tüm örnekler (4 g), asitlendirilmiş metanol (HCl/metanol/su, 1:80:10, v/v/v) içerisinde (20 ml), 2 saat süre ile çalkalamalı su banyosunda çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Daha sonra bu karışım, 3000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiş ve sonrasında elde edilen supernatant kullanılarak toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiştir (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005). Analizde 0.1 ml supernatant örnek, 7.9 ml saf su, 0.5 ml folin-ciocaltaeu reaktifi (% 10'luk, h/h, suda) ve 1.5 ml Na₂CO₃ çözeltisi (% 20'lik, a/h, suda) ile deney tüpünde karıştırılarak 10 ml çözelti, 2 saat oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda da çözeltilerin absorpsiyon değerleri 725 nm de spektrofotometrede (Hitachi-U1800, Japonya) okunmuş ve gallik asit standardı kullanılarak hazırlanan kalibrasyon eğrisi aracılığıyla örneklerin toplam fenolik madde miktarı hesaplanmış, sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri/kg (mg GAE/kg) olarak verilmiştir (Slinkard ve Singelton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999).

3.2.3.2.6. Antioksidan aktivite tayini

Hammaddelerde antioksidan aktivite tayini DPPH (2,2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) metoduna göre yapılmıştır (Gyamfi ve ark., 1999; Beta ve ark., 2005). Bu metodun temelinde, bir serbest radikal olan DPPH (2,2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl)'in örnekte bulunan antioksidan maddeler tarafından yok edilmesi esasına dayanmaktadır. Bu analiz için örnekler fenolik madde analizinde olduğu gibi

ekstrakte edilmiştir ve daha sonra DPPH ile işlem görmüştür. Spektrofotometrede 517 nm’de absorban ölçümleri yapılmış ve analizin değerlendirilmesi aşağıdaki formüle göre gerçekleştirilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(Abs_{\text{kontrol}} - Abs_{\text{örnek}}) / Abs_{\text{kontrol}}] \times 100$$

3.2.3.2.7. Mineral madde tayini

Hammaddelerde Ca, Fe, K, Mg ve Zn elementlerinin miktarları belirlenmiştir. Mineral madde miktarını belirlemek için örneklerden, 0.3 g kuru örnek 10 ml HNO₃ + H₂SO₄ kullanılarak mikrodalgada (Mars 5, CEM Corporation, ABD) yakılmıştır. Elde edilen süzüntülerde mineral madde içerikleri ICP-AES (İndüktif eşleşmiş plazma-atomik emisyon spektrometresi) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) belirlenmiştir (Skujins, 1998).

3.2.4. Kek hamuru analizleri

Kek hamurlarında pH ölçümü ve özgül ağırlık tayini yapılmıştır.

3.2.4.1. pH ölçümü

Kek hamuru örneklerinden 10 g tartılarak üzerine 100 ml distile su eklenerek iyice karıştırılmış ve pH’sı digital pHmetre (WTW pH315i/set, ABD) kullanılarak ölçülmüştür (Levent ve Bilgiçli, 2011).

3.2.4.2. Özgül ağırlık tayini

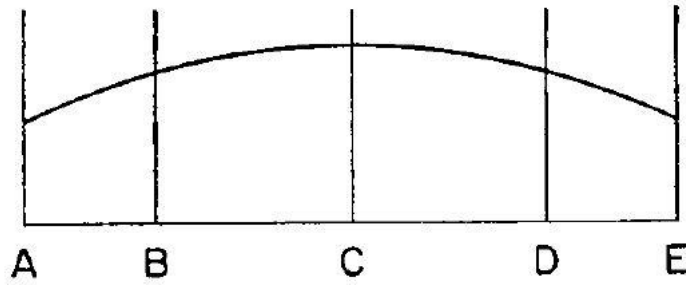
Kek hamurlarının özgül ağırlığı; hacmi bilinen bir kaptaki hamurun ağırlığının, aynı kaptaki suyun ağırlığına bölünerek belirlenmiştir (Khalil, 1998; Masoodi ve ark., 2002).

3.2.5. Kek analizleri

Keklerde fiziksel (hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri), renk ölçümü (kabuk ve iç), kimyasal (nem, kül, protein, yağ, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite ve mineral madde miktarı) ve duyusal analizler yapılmıştır.

3.2.5.1. Hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri

Üretimi gerçekleştirilen keklerde hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri değerleri AACC Metot 10-91.01'e göre belirlenmiştir. Bu metoda göre; kekler soğutulduktan sonra merkezlerinden dikey olarak dikkatlice kesilip, milimetrik kâğıt üzerine yerleştirilerek şekilleri çizilmiştir. Metotta verilen şablonda belirtilmiş olan A, B, C, D, E yükseklikleri milimetrik kağıt üzerinden okunmuştur (Şekil 3.4). Elde edilen bu değerlere bağlı olarak hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. AACC Metot 10-91.01'de verilen şablon

Hacim İndeksi: Hacim indeksi değeri, Şekil 3.4 de verilen şablon kullanılarak elde edilen değerlerle $B+C+D$ işleminin yapılması ile belirlenmiştir. Hacim indeksi değeri keklerin gerçek hacim değerini vermese de keklerin hacimleri hakkında bilgi vermektedir (Guy ve Vettel, 1973).

Simetri İndeksi: Simetri indeksi değeri, Şekil 3.4 de verilen şablon kullanılarak elde edilen değerlerle $2C-B-D$ işleminin yapılması ile belirlenmiştir. Simetri indeksi kek endüstrisinde, kek üst kısımlarının yüzey profillerini belirlemede kullanılan bir değerdir. Simetri indeksi değeri pozitif bir değere sahipken kek yüzeyinde bir bombe olurken, eğer negatif bir değere sahipken kek yüzeyinde bir çökme mevcuttur (Cloke ve ark.,1984).

Tekdüzelik İndeksi: Tekdüzelik indeksi değeri, Şekil 3.4 de verilen şablon kullanılarak elde edilen değerlerle $B-D$ işleminin yapılması ile belirlenmiştir.

Tekdüzelik indeksi, kekin yanal olarak simetrisini gösterir (Ebeler ve Walker, 1984). Çizilen bu B ve D yüksekliklerinin birbirine eşit olması yani tekdüzelik indeksi değerinin 0 olması istenir (Bath ve ark., 1992; Shelke ve ark., 1992).

3.2.5.2. Sertlik analizi

Kek örnekleri 24 saat oda sıcaklığında muhafaza edildikten sonra sertlik değeri, Stable Micro Systems Tekstür analiz cihazı (TA.XT Plus, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Analiz için cihazın alüminyum silindir probu (P36/R) kullanılmıştır. Sertlik, örneğe uygulanan baskı sırasında pik yaptığı noktadaki maksimum kuvvet değeri (g) olarak ölçülmüştür. Sertlik değeri örnekler için üç paralel olarak belirlenmiş ve 2 tekerrürlü olarak çalışılmıştır.

3.2.5.3. Renk ölçümü

Kek örneklerinde renk ölçümü kabukta ve kek içinde olmak üzere başlık 3.2.3.1'de verilen metot kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.4. Kimyasal analizler

Kek örneklerinin nem tayini başlık 3.2.3.2.1'de, kül tayini başlık 3.2.3.2.2'de, protein tayini başlık 3.2.3.2.3'te, yağ tayini başlık 3.2.3.2.4'te, toplam fenolik madde tayini başlık 3.2.3.2.5'te, antioksidan aktivite tayini başlık 3.2.3.2.6'da ve mineral madde tayini başlık 3.2.3.2.7'de verilen metotlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.5. Duyusal analiz

Kek örneklerinde teknolojik olarak üstün özellik gösteren örnekler duyusal analize tabi tutulmuştur. Kek örneklerinin duyusal özellikleri, Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden, 12 panelist (25-55 yaş) tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistlere bu amaçla 7 puanlı hedonik skala testi uygulanmıştır. Duyusal analize katılan panelistlerden kek örneklerinin renk, koku, görünüş, tat ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal özellikler panelistler

tarafından 1-7 arasında puanlama (1-Kesinlikle beğenmedim, 7- Kesinlikle beğendim) kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.2.6. İstatistikî analiz

Guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak DN, YEU ve bunların kombinasyonlarının farklı oranlar kullanılarak üretilen kekler arasındaki farklılıkları belirlemek için istatistikî analiz uygulanmıştır. Bu analiz için JMP istatistik programı, 5.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. İstatistikî analiz sonuçları tablolar halinde özetlenerek, önemli ve anlamlı bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde gösterilmiştir.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Kek üretiminde kullanılan hammaddeler buğday unu, yer elması unu (YEU) ve dirençli nişastaya (DN) ait renk değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Hammaddelerin L^* , a^* ve b^* değerleri buğday unu, YEU ve DN örneklerinde sırasıyla 93.40, -0.48 ve 10.38; 91.82, 0.28 ve 7.94; 97.29, -0.23 ve 2.93 olarak belirlenmiştir. Buğday ununun diğer hammaddelere göre daha yüksek sarılık değerine sahip olduğu bulunmuştur. Buğday ununun rengi öğütme randımanından yüksek oranda etkilenmektedir. Literatürde buğday ununun renk değerleri ile ilgili farklılıklar olabilmekte ve bu durum yaygın olarak un randımanına atfedilmektedir. DN diğer hammaddelerden daha yüksek parlaklık ve daha düşük sarılık değerleri ile dikkat çekmektedir. DN’nın çeşidi (DN_3 , DN_4 ve DN_5), DN üretilirken kullanılan hammadde ve üretim metodu son ürün DN’nın renk değerlerini değiştirebilmektedir. DN ile ilgili elde ettiğimiz renk sonuçları genel olarak literatürle uyumlu olmakta birlikte farklılıklar yukarıda bahsedilen sebeplerle gerçekleşmektedir. YEU’nun rengindeki farklılıklar ise, üretim metodu, partikül boyutu ve özellikle kurutma yöntemlerinden kaynaklanabilmektedir.

Bilgiçli ve Levent (2013) buğday unu ve DN’nın L^* , a^* ve b^* renk değerlerini sırasıyla 78.15, 1.32 ve 28.36; 97.93, 0.01 ve 1.47 olarak belirlemiştir.

Bayrakçı ve Bilgiçli (2014) yaptıkları çalışmada iki farklı DN_3 ’e ait L^* , a^* ve b^* renk değerlerini sırasıyla 98.30, 0.05 ve 1.37; 89.44, 0.62 ve 10.16 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Hammaddelerin renk ölçüm değerlerine ait sonuçlar¹

	L^*	a^*	b^*
Buğday Unu	93.40	-0.48	10.38
DN	97.29	-0.23	2.93
YEU	91.82	0.28	7.94

¹ L^* : Parlaklık renk değeri, a^* : Kırmızı-yeşil renk değeri, b^* : Sarı-mavi renk değeri, DN: Dirençli nişasta YEU: Yer elması unu.

Ashwar ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada dört farklı pirinç nişastasından asetillendirerek elde ettikleri DN_4 ’lerin L^* , a^* ve b^* renk değerlerini sırasıyla 98.51-99.56, 1.43-3.17 ve 2.18-2.69 aralığında belirlenmişlerdir.

Gedrovica (2012) yaptığı bir çalışmada YEU için L*, a* ve b* renk değerleri sırasıyla 72.39, 0.42 ve 14.58 olarak, buğday unu için aynı renk değerlerini sırasıyla 95.13, -2.36 ve 13.13 şeklinde belirlemişlerdir.

Catană ve ark. (2018) yer elması yumrularının beyaz ve kırmızı çeşitlerinden üçer farklı örneği un haline getirerek elde ettikleri numunelerde L*, a* ve b* renk değerlerini maksimum olarak sırasıyla 82.71, 3.14 ve 20.62 olarak rapor etmişlerdir.

Ozgoren ve ark. (2019) buğday unu ve YEU'nun L*, a* ve b* renk değerlerini sırasıyla 94.43, 0.44 ve 9.20; 84.57, -0.72 ve 9.74 olarak belirlemişlerdir.

Kek üretiminde kullanılan hammaddelerden buğday unu, YEU ve DN ait nem, kül, yağ, protein, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Hammaddelerde en yüksek nem miktarı buğday ununda (% 12.34), daha sonra DN da (% 9.61) ve en düşük YEU'nda (% 5.50) belirlenmiştir. Buğday ununda bulunan su miktarı hasat ve öğütme işlemlerine bağlıdır. Buğday unu ve DN'nin nem miktarı depolama koşullarına bağlı olarak da değişebilmektedir. YEU'nun nem miktarı ise kurutma prosesi ve depolamaya bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Bu nedenlerden dolayı literatürde farklı nem değerleri rapor edilebilmektedir. Kül miktarları buğday unu, YEU ve DN'da sırasıyla % 0.53, 4.49 ve 2.26 olarak belirlenmiştir. Buğday ununda kül miktarı randımana bağlıdır. Buğday ununda randıman artışına bağlı olarak unun kül içeriği artmaktadır. DN elde edilme yöntemleri kül içeriğini değiştirmektedir. DN₄ bazı mineraller ile çapraz bağ oluşturularak elde edildiği için kül içeriğini de artırmaktadır. Çapraz bağlanmada kullanılan en önemli kimyasal reaktif fosfor oksikloritdir.

Çizelge 4.2. Hammaddelerin kimyasal analiz değerlerine ait sonuçlar¹

	Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Toplam fenolik madde (mg GAE/kg)	Antioksidan aktivite (%)
Buğday Unu	12.34	0.53	0.87	11.96	923.45	15.30
DN	9.61	2.26	0.07	2.95	212.21	6.70
YEU	5.50	4.49	1.18	4.75	7780.67	59.18

¹Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. DN: Dirençli nişasta, YEU: Yer elması unu.

Hammaddelerde yağ miktarı en yüksek YEU'nda (% 1.18), daha sonra buğday ununda (% 0.87) ve en düşük DN'da (% 0.07) bulunmuştur. Hammaddelerin protein miktarları incelendiğinde YEU ve DN'nin protein açısından zengin kaynaklar olmadığı görülmektedir. Protein miktarlarının en yüksek buğday ununda, daha sonra YEU'nda

ve en düşük DN'da olduğu belirlenmiştir. YEU zengin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeriyle dikkat çekici bulunmuştur. Buğday ununda YEU'dan daha düşük toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri bulunmuştur. DN ise en düşük toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri sergilemiştir.

Pongjanta ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada buğday unu ve DN₃'ün nem, kül, yağ ve protein miktarlarını sırasıyla % 13.5, 1.4, 2.5 ve 7.96; % 9.45, 0.9, 1.0 ve 1.16 olarak belirlemişlerdir.

Bilgiçli ve Levent (2013) buğday ununun kül, yağ ve protein miktarlarını sırasıyla % 5.2, 8.7 ve 104.2 olarak belirlemişlerdir. DN kimyasal bileşiminde yağ tespit edilemezken, kül ve protein miktarları sırasıyla % 3.7 ve 2.0 olarak rapor edilmiştir.

Bae ve ark. (2013) DN₄'ün kimyasal bileşiminde bulunan nem, kül ve protein miktarlarını sırasıyla % 11.45, 1.17 ve 0.28 olarak rapor etmişlerdir.

Lee ve Puligundla (2016) yaptıkları çalışmada iki farklı şekilde modifiye ederek elde ettikleri DN örneklerinin kimyasal bileşimini incelemişlerdir. Asetilendirilmiş ve hidroksipropilendirilmiş DN'nin kül, yağ ve protein miktarlarını sırasıyla % 0.20, 0.48 ve 0.16; % 0.37, 0.72 ve 0.09 olarak belirlemişlerdir.

Nadir ve ark. (2011) ise buğday unu ve YEU'nun kül, yağ ve protein, değerlerini sırasıyla % 1.79, 1.90 ve 13.59; % 6.64, 0.52 ve 5.47 olarak bulmuşlardır.

Kim ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada YEU'nun nem, kül, yağ ve protein miktarlarını sırasıyla % 3.62, 6.61, 0.60 ve 10.83 olarak belirlemişlerdir.

Gedrovica (2012) buğday unu ve YEU'nun kuru madde miktarı, yağ ve protein miktarlarını sırasıyla % 88.0, 1.1 ve 10.3; % 96.00, 0.33 ve 6.26 olarak rapor etmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada yer elması yumrularının 'Albik', 'Rubik', 'Sauliai' varyetelerinin kimyasal kompozisyonu belirlenmiştir. Kuru madde, kül ve protein miktarları sırasıyla % 19.26-23.21, % 4.58-6.75 ve % 5.12-7.79 aralıklarında belirlenmiştir (Žaldarienė ve ark., 2012).

Sharoba ve ark. (2014) yer elmasının kül, yağ ve protein miktarını sırasıyla % 7.11, 0.67 ve 7.22 olarak belirlemişlerdir.

Afoakwah ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada kurutma fırınında kurutularak elde edilen YEU'nun kimyasal bileşiminde nem, kül, protein ve toplam fenolik madde miktarı değerlerini sırasıyla % 94.23, 7.39, 10.88 ve 4259.89 (mg/kg) olarak rapor etmişlerdir.

Khuenpet ve ark. (2016) YEU'nun nem, kül, yağ ve protein miktarını sırasıyla % 3.98, 3.58, 0 ve 11.63 olarak bulmuşlardır.

Catană ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada yer elması yumrularının beyaz ve kırmızı çeşitlerinden üçer farklı örneği un haline getirerek elde ettikleri numunelerde nem, kül, yağ, protein miktarlarını sırasıyla % 6.85-7.43, % 3.94-4.48, % 1.12-1.55 ve % 8.75-9.26 aralıklarında belirlenmiştir. Yine bu çalışmada YEU'larında toplam polifenol içeriği 18.51-44.03 mg GAE/g aralığında, antioksidan kapasitesi ise 1.78-6.04 mg Trolox Eşdeğeri aralığında belirlenmiştir.

Ozgoren ve ark. (2019) buğday unu ve YEU'nun nem, kül, yağ, protein, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerini sırasıyla % 10.46, % 0.43, % 1.48, % 9.73, 93.23 (mg GAE/100 g) ve 2.12 ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$); % 9.31, % 4.61, % 0.64, % 4.98, 624.18 (mg GAE/100 g) ve 89.44 ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$) olarak belirlemişlerdir.

Diaz ve ark. (2019) YEU'nun kimyasal bileşimini incelediklerinde; nem, kül, yağ ve protein miktarını sırasıyla % 7.82, 5.27, 0.53 ve 4.27 olarak bulmuşlardır.

Kek üretiminde kullanılan hammaddeler buğday unu, YEU ve DN'ya ait mineral madde analiz sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir. Buğday unu, DN ve YEU'nun Ca miktarları sırasıyla 22.1, 22.0 ve 76.6 mg/100g olarak belirlenmiştir. YEU'nun diğer hammaddelerden yaklaşık 3.5 kat daha fazla Ca içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Hammaddelerin Fe içerikleri 2.0 ile 4.8 mg/100 g arasında değişmekte olup en yüksek değer YEU'nda en düşük değer ise buğday ununda belirlenmiştir. YEU'nun K içeriği oldukça dikkat çekici bulunmuş olup DN'dan 52 kat, buğday unundan 6 kat daha fazla K içeriğine sahiptir. YEU Mg açısından da en zengin hammadde olup, bunu buğday unu takip etmiştir. Her üç hammadde de Zn açısından zengin kaynaklar olmayıp, içlerinden en yüksek Zn miktarı YEU'nda belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Hammaddelerin mineral madde analiz değerlerine ait sonuçlar (mg/100 g)¹

	Ca	Fe	K	Mg	Zn
Buğday Unu	22.1	2.0	168.8	35.1	0.8
DN	22.0	2.9	19.7	4.1	0.2
YEU	76.6	4.8	1017.0	78.4	1.3

¹Sonuçlar kurumadde üzerinden verilmiştir. DN: Dirençli nişasta, YEU: Yer elması unu.

Nadir ve ark. (2011) buğday unu ve YEU'nun Ca, Cu, Fe, K, Mg ve Zn miktarlarını sırasıyla 41.76, 0.36, 2.66, 101.38, 87.92 ve 2.15 mg/100 g; 82.74, 0.30, 5.89, 249.36, 34.25 ve 1.12 mg/100 g olarak bulmuşlardır.

Gedrovica (2012) buğday unu ve YEU'nun Ca, Fe, K, Mg ve P miktarlarını sırasıyla 21.0, 1.65, 149, 30.00 ve 100.5 mg/100 g; 120.0, 6.83, 1890, 70.00 ve 280.00 mg/100 g olarak rapor etmişlerdir.

Sharoba ve ark. (2014) yer elmasının kimyasal bileşimini incelediklerinde Ca, Fe, Mg miktarını sırasıyla 70.00, 16.22 ve 82.0 mg/g olarak belirlemişlerdir.

Afoakwah ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada kurutma fırınında kurutulmuş elde edilen YEU'nun Ca, Fe, K, P, Zn ve P miktarlarını sırasıyla 1.93, 0.07, 10.56, 4.17 ve 0.03 mg/g olarak bulmuşlardır.

Catană ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada YEU çeşitlerinde Ca, Fe, K, Mg ve P miktarlarını sırasıyla 51.12-57.45 mg/100 g, 12.78-13.88 mg/100 g, 1905.44-2100.35 mg/100 g, 84.55-89.95 mg/100 g ve 300.12-345.35 mg/100 g aralıklarında belirlemişlerdir.

Diaz ve ark. (2019) YEU'nun Ca, Fe, K ve Mg miktarlarını sırasıyla 25.7, 2.0, 280.5 ve 11.0 mg/100 g olarak rapor etmişlerdir.

Ozgoren ve ark. (2019) buğday unu ve YEU'nun kimyasal bileşimindeki Ca, K, Mg ve P miktarlarını sırasıyla 340.6, 1746.4, 356.6 ve 1256.4 mg/100 g; 881.9, 30,628.1, 646.2 ve 2762.7 mg/100 g olarak bulmuşlardır.

4.2. Kek Hamuru Analiz Sonuçları

Farklı oranlarda DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonu ile guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanmış kek hamuru örneklerinin analizlerine ait sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

DN, YEU ve DN+YEU ilave edilen kek hamurlarının özgül ağırlık değerleri sırasıyla 0.93-0.96, 0.93-0.99 ve 0.93-0.98 g/cm³ arasında değişim göstermiştir. Kek formülasyonunda DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonu kullanımı kek hamuru özgül ağırlığında istatistiki olarak bir değişikliğe neden olmamıştır. Özgül ağırlık değeri; % 0, 10, 20 ve 30 oranında guar gam ilaveli/ilavesiz DN eklenen kek hamurlarında birbirine çok yakın değerler verirken, yalnızca % 40 oranında DN ilave edilen guar gam ilaveli ve ilavesiz kek hamurlarında diğer oranlardan sayısal olarak yüksek bulunmuştur. YEU kullanılan keklerde artan YEU miktarıyla birlikte guar gam ilaveli ve ilavesiz keklerin özgül ağırlık değerinde sayısal bir artış meydana gelmiştir. DN+YEU eklenen keklerde ise kontrol kek örneğine göre yüksek oranlarda (% 30-40) DN+YEU eklenen guar gam ilaveli ve ilavesiz keklerde özgül ağırlık değerlerinde artış gözlemlenmektedir. Ancak

yüksek DN, YEU ve DN+YEU ilavesinde kek hamuru özgül ağırlığında meydana gelen bu sayısal artışlar daha önce ifade edildiği gibi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Sonuçlar guar gam kullanımını açısından değerlendirildiğinde; DN, YEU ve DN+YEU ilaveli keklerde, guar gam kullanımını ile özgül ağırlık değerinin sayısal olarak arttığı ancak bu artışın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Kek hamuru analiz değerlerine ait sonuçlar¹

	Özgül ağırlık (g/cm ³)		pH	
	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli
DN (%)				
0	0.93±0.01 ^{Aa}	0.95±0.04 ^{Aa}	6.62±0.12 ^{Aa}	6.58±0.09 ^{Aa}
10	0.93±0.01 ^{Aa}	0.95±0.01 ^{Aa}	6.58±0.02 ^{Aa}	6.53±0.08 ^{Aa}
20	0.93±0.03 ^{Aa}	0.94±0.00 ^{Aa}	6.50±0.08 ^{Aa}	6.50±0.11 ^{Aa}
30	0.93±0.02 ^{Aa}	0.95±0.00 ^{Aa}	6.40±0.07 ^{Aa}	6.42±0.09 ^{Aa}
40	0.94±0.05 ^{Aa}	0.96±0.01 ^{Aa}	6.39±0.10 ^{Aa}	6.47±0.10 ^{Aa}
YEU (%)				
0	0.93±0.01 ^{Aa}	0.95±0.04 ^{Aa}	6.62±0.09 ^{Aa}	6.70±0.04 ^{Aa}
10	0.94±0.03 ^{Aa}	0.95±0.03 ^{Aa}	6.52±0.09 ^{Aa}	6.54±0.12 ^{Aa}
20	0.96±0.01 ^{Aa}	0.98±0.02 ^{Aa}	6.48±0.08 ^{Aa}	6.50±0.15 ^{Aa}
30	0.98±0.02 ^{Aa}	0.98±0.01 ^{Aa}	6.43±0.11 ^{Aa}	6.46±0.02 ^{Aa}
40	0.98±0.02 ^{Aa}	0.99±0.02 ^{Aa}	6.44±0.07 ^{Aa}	6.51±0.21 ^{Aa}
DN+YEU (%) kombinasyonu				
0	0.93±0.03 ^{Aa}	0.96±0.02 ^{Aa}	6.63±0.08 ^{Aa}	6.60±0.20 ^{Aa}
10	0.95±0.02 ^{Aa}	0.96±0.04 ^{Aa}	6.58±0.17 ^{Aa}	6.59±0.02 ^{Aa}
20	0.95±0.01 ^{Aa}	0.96±0.03 ^{Aa}	6.53±0.01 ^{Aa}	6.58±0.16 ^{Aa}
30	0.95±0.01 ^{Aa}	0.98±0.01 ^{Aa}	6.50±0.13 ^{Aa}	6.50±0.09 ^{Aa}
40	0.96±0.02 ^{Aa}	0.97±0.03 ^{Aa}	6.49±0.18 ^{Aa}	6.50±0.21 ^{Aa}

¹DN: Dirençli nişasta, YEU: Yer elması unu, DN+YEU: Dirençli nişasta+Yer elması unu kombinasyonu. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. İstatistiki değerlendirme DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonları için ayrı ayrı yapılmıştır. Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar ve aynı satırda farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Majzoobi ve ark. (2014) keklere DN eklenmesinin kek hamurlarının yoğunluğunu azalttığını belirlemişlerdir. % 0, 10, 20, 30 ve 40 oranında DN eklenen keklerde yoğunluk sırasıyla 1.017; 0.937; 0.847 ve 0.773 g/cm³ olarak bulunmuştur. Genel olarak, hamur yoğunluğundaki değişiklikler daha yüksek ikame oranlarında daha belirgin olmuştur. Aynı sonuçlar Sanz ve ark. (2008), Baixauli ve ark. (2008b) tarafından da bildirilmiştir.

DN'nin hamurlardaki kabarcık stabilitesi üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılması için, Baixauli ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada kek hamurlarında özgül ağırlık değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar, özgül ağırlık değerlerinin hamurda DN içeriği arttıkça hafifçe azaldığını göstermiştir.

Pongjanta ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada tereyağlı keklerle buğday unu yerine % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında DN ilavesi yapılmıştır. Kek hamurlarının özgül ağırlıkları incelendiğinde, % 15 ve 20 oranında DN eklenen keklerin % 0, 5 ve 10 oranlarında DN eklenen keklerle göre anlamlı bir şekilde ($p<0.05$) daha yüksek özgül ağırlık değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Bu sonuçlar, düşük nişasta oranının kek karıştırma sırasında havayı kek içerisinde daha iyi tutma yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir (Baixauli ve ark., 2008).

Kim ve ark. (2014) kek hamurlarına eklenen yer elması tozu miktarı arttıkça özgül ağırlığının önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir. Kontrol kek örneğinde hamur özgül ağırlığı 0.30 g/cm^3 , % 20 oranında yer elması tozu eklenen kek örneğinde hamur özgül ağırlığı 0.38 g/cm^3 ve % 50 oranında yer elması tozu eklendiğinde hamur özgül ağırlığı 0.43 g/cm^3 olarak belirlenmiştir. Genel olarak, yapılan sünger kekler için uygun özgül ağırlık değerinin $0.5 \pm 0.05 \text{ g/cm}^3$ olduğu bilinmektedir (Lee, 2010).

Çelik ve ark. (2012) yer elması tozu içeren veya içermeyen kek hamurlarında fiziksel ve reolojik analizler yapılmışlardır. Yer elması tozu ilavesinin kek hamurlarının özgül ağırlığı üzerinde önemli ($p>0.05$) bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Kontrol kek örneğinde 0.96 g/cm^3 olarak belirlenen hamur özgül ağırlığı, % 5 oranında yer elması tozu eklendiğinde 0.96 g/cm^3 , % 10 oranında yer elması tozu eklendiğinde ise 0.97 g/cm^3 olarak belirlenmiştir. Kek hamurunun özgül ağırlığı, hamurun içindeki nihai kek hacmiyle doğrudan ilişkili olan havalandırma derecesini gösterir ve bu aynı zamanda simetri ve doku yapısı gibi keklerin fiziksel ve tekstürel özelliklerini de etkilemektedir (Stauffer, 1990).

Zambrano ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, kek hamurundaki yağ guar gam veya ksantan gamla değiştirerek az yağlı ve hafif kekler geliştirmişlerdir. Kontrol kek örneği % 43 oranında yağ içerirken, diğer keklerde yağ yerine % 25, 50, 75 ve 100 oranlarında guar gam, ksantan gam ve N-Flate kullanılmıştır. Kek hamur yoğunluklarına guar gamın etkisi belirlenmemiş ve istatistiki olarak tüm oranlar benzer bulunmuştur.

Çınar (2018) yaptığı çalışmada, farklı hidrokolloidlerin (guar ve ksantan gam) % 0, 0.15, 0.30, 0.45, 0.60 ve 0.75 oranlarında kullanılmasının suffle kek üzerine etkilerini belirlemiştir. Guar ve ksantan gamı farklı düzeylerde içeren kek hamur örneklerinin yoğunlukları dar bir aralıkta değişmiştir. % 0, 0.15, 0.30, 0.45, 0.60 ve 0.75 oranlarında guar gam ilave edilen suffle keklerinin hamur yoğunlukları 0.993 ile 1.043 g/cm^3 arasında değişmiştir. Artan guar gam miktarıyla birlikte hamur yoğunluğu artmaktadır.

Bu artış istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Sonuç olarak, gamların gerek tek başına gerekse birlikte kullanılması kek hamurlarının kıvamını arttırmıştır. Bu artış literatür bulgularıyla uyumlu bulunmuştur (Guarda ve ark., 2004; Lazaridou ve ark., 2007; Turabi ve ark., 2008; Sungur ve Ercan, 2011).

Gomez ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, farklı köken ve kimyasal yapıdaki hidrokolloidlerin (sodyum aljinat, karagenan, pektin, hidroksi propil metil selüloz, keçiyoynuzu gamı, guar gam ve ksantan gam) kek kalitesi üzerindeki işlevselliği ve raf ömrünü artırmada potansiyel kullanımları incelenmiştir. Tüm keklere hidrokolloidler eklendiğinde keklerin yoğunluğu artmıştır. Kontrol kek örneğinde 1.020 g/cm^3 olarak belirlenen kek yoğunluğu, guar gam ilave edildiğinde 1.127 g/cm^3 olarak belirlenmiştir. Ksantan gamı, kontrole göre % 43'lük bir artışla hamur yoğunluğu üzerinde en önemli etkiyi göstermiştir.

Özgül ağırlık, kek hamuruna dâhil edilen hava kabarcıklarının sayısı ile ilişkilidir (Baxiualli, 2008). Hamurda karıştırılan havanın miktarına bağlı olarak özgül ağırlıkları değişir; bu da gözeneklerin, dokuların hacmi ve iç özellikleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir (Lee ve ark. 2011). Hamurun özgül ağırlığı yüksek ise, hamur içine hava karışımı azdır, bu nedenle hamur ağırdır, kek hacmi düşüktür, gözenekler küçük ve yoğundur, kek içi serttir (Lee ve ark., 2011). Keklere eklenen bileşenlerin (DN ve YEU) yapısı ve suyla etkileşime girme kabiliyeti hamur yoğunluğunu etkileyebilmektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlikler ve farklılıklar gözlemlenmiştir. Aradaki farklılık literatürde verilen kek formülasyonlarının ingredientlerinin çeşit ve oranlarının farklı olmasından ve üretim metotlarındaki değişikliklerden kaynaklanıyor olabilir. Pylar (1988) kekte hacim, gevreklik, tekstür ve kek içi dokusal özellikleri ile kek hamurunun yoğunluğu arasında ilişki olduğunu ve istenen kalitede kek elde edebilmek için hamur yoğununun optimum olması gerektiğini bildirmiştir (Malek, 2013). Ayrıca, yapılan bir çalışmada guar gamın % 0.6 ve daha yüksek düzeylerde kullanılmasının kontrol örneğine göre hamur örneklerinin yoğunluk değerlerinde çok belirgin artışa yol açtığı tespit edilmiştir ve sufle kek formülüne benzer bir reçete ile hamur yapımında guar gam kullanım limitine dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Çınar, 2018).

Keklere DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonu ilave edilmesi kek hamurlarının pH değerinde küçük değişikliklere sebep olmuştur. Guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak DN eklenen keklerde pH değerleri 6.62 ile 6.39 arasında değişmiştir. Keklere DN ilave edildiğinde (guar gam ilaveli ve ilavesiz) kek hamurlarının pH değerleri sayısal olarak

azalmaktadır. Guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak YEU eklenen keklerde pH değerleri 6.70 ile 6.43 arasında değişmektedir. YEU ilave edilen kek hamurlarında pH değeri incelendiğinde DN eklenen keklerle benzer sonuçlar gözlemlenmiş ve artan YEU ilavesine bağlı sayısal olarak azalan pH değerleri elde edilmiştir. DN+YEU kombinasyonu ile yapılan keklerde ise pH değerleri 6.63 ile 6.49 arasında değişirken, DN ve YEU'nun ayrı kullanımında elde edilen sonuçlara benzer olarak kombinasyon halinde kullanıldığında da pH değerinde azalma belirlenmiştir. Keklere eklenen DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonu kek hamurlarının (Guar gam ilaveli ve ilavesiz) pH'sının sayısal olarak azalmasına neden olmuştur, fakat bu azalma istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Sonuçlar guar gam ilavesi faktörü açısından karşılaştırıldığında; tüm DN, YEU ve DN+YEU kullanım oranlarında hazırlanan keklerin pH değerinin guar gam kullanımından etkilenmediği ve guar gam ilaveli ve ilavesiz grup arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir. Bu guar gamın nötr bir gam olmasından kaynaklanabilmektedir (Mahmoud, 2000).

Kang ve Lee (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa ikame olarak % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında DN eklenerek kurabiye üretimi gerçekleştirilmiştir. Kurabiye hamurlarında artan DN oranına bağlı olarak pH değerinin de arttığı belirlenmiştir. Kontrol kurabiye hamurunda pH 7.46 belirlenirken, % 30 oranında DN eklendiğinde bu değer 7.76 olarak bulunmuştur.

Bae ve ark. (2013) farklı oranlarda DN ilave ederek hazırladıkları kurabiye hamurlarının pH değerlerinin DN ilavesiyle azaldığını, % 0, 5, 10 ve 20 oranında DN kullanım oranlarında sırasıyla 7.32, 7.28, 6.85 ve 6.81 pH değerlerinin elde edildiğini belirlemişlerdir. Bu durumun bileşenlerin veya yardımcı maddelerin pH'sına bağlı değiştiğini ve önceki çalışmalarla tutarlı olduğu bildirilmiştir.

Kronberga ve ark. (2013) YEU kullanılarak hazırlanan kek hamuru örneklerinde, formülasyonda artan YEU oranına bağlı olarak pH değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir.

Kim ve ark. (2014) pandispanya hamurunda farklı oranlarda YEU kullanmışlar ve artan oranda YEU kullanımında pH değerinin anlamlı bir şekilde düştüğünü belirlemişlerdir. Bu çalışmada % 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 YEU ilave edilen kek hamurlarının pH değerleri sırasıyla 7.53, 7.32, 7.13, 6.89, 6.74 ve 6.64 olarak belirlenmiştir. Pandispanya hamuru için optimum pH 7.3-7.6'dır (Lee ve ark., 2011).

Çelik ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada yer elması tozu içeren veya içermeyen kek hamurlarında fiziksel ve reolojik analizler yapılmışlardır. Yapılan bu çalışmada, yer elması tozunun kek formülasyonuna dâhil edilmesi, kek hamurlarının pH'sını hafifçe azaltmış, ancak bu azalma istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Kontrol kek örneğinde 6.93 olarak belirlenen pH, % 5 oranında yer elması tozu eklendiğinde 6.82, % 10 oranında yer elması tozu eklendiğinde ise 6.74 olarak belirlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada keklere DN, YEU ve bunların kombinasyonlarının eklenmesi kek hamurlarının pH değerlerinin sayısal olarak hafif azalmasına sebep olmuş ancak bu azalış istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde benzer ve farklı sonuçlar bildirilmiştir. Hamur ana malzemelerinin pH üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca keklere eklenen guar gamın da kek pH'sı üzerinde etkisi görülmemiştir. Guar gamın gamların fizikokimyasal özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada, guar gam gibi nötr gamların genellikle pH'a bağlı olmayan çözeltiler oluşturduğu bildirilmiştir (Mahmoud, 2000).

4.3. Kek Analiz Sonuçları

4.3.1. Kek fiziksel analiz sonuçları

Farklı oranlarda DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonları ile guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanmış kek örneklerinin fiziksel analizlerine ait değerler Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Farklı DN oranlarında guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanmış kek örneklerinde hacim indeksi değerlerinin 154.50-169.50 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Guar gam ilavesiz olarak hazırlanan kek örneklerinde % 0, 20 ve 30 oranlarında DN içeren keklerin hacim indeksi değerleri istatistiki olarak aynı grupta yer alarak yüksek değerler vermiştir. % 40 oranında DN içeren kek örneği en düşük hacim indeksi değerini vermiştir. Guar gam ilaveli kek örneklerinde ise en yüksek hacim indeksi değeri DN ilave edilmeyen kek örneğinde belirlenmiş olup, % 10, 20 ve 30 DN ilave oranlarında hazırlanan keklerin hacim indeksi değerleri aynı grupta yer almıştır ve DN ilavesiz kek örneklerine göre hacim indeksi değerlerinde düşüş belirlenmiştir. En düşük hacim indeksi değeri yine % 40 DN ilave edilen kek örneğinde bulunmuştur. Sonuç olarak guar gam ilaveli ve ilavesiz % 40 DN ilave oranı en düşük kek hacim indeksi değerlerinin elde edilmesine sebep olmuştur.

Çizelge 4.5. Kek örneklerinin fiziksel analiz değerlerine ait sonuçlar¹

	Hacim indeksi (mm)		Simetri indeksi (mm)		Tekdüzelik indeksi (mm)		Sertlik (g)	
	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli
DN (%)								
0	164.00±0.86 ^{Ab}	169.50±0.71 ^{Aa}	15.50±0.14 ^{Aa}	16.00±0.85 ^{Aa}	-0.50±0.85 ^{Ba}	0.50±0.57 ^{ABa}	416.80±0.93 ^{Cb}	465.81±1.72 ^{Ea}
10	160.50±0.68 ^{Bb}	164.50±0.54 ^{Ba}	13.50±0.28 ^{Ba}	14.00±0.71 ^{Aa}	0.00±0.42 ^{ABa}	0.50±0.28 ^{ABa}	476.11±1.12 ^{Bb}	542.07±0.27 ^{Da}
20	162.50±0.71 ^{ABa}	164.00±0.03 ^{Ba}	13.00±0.71 ^{Ba}	11.00±0.28 ^{Ba}	0.50±0.42 ^{ABa}	1.00±0.57 ^{Aa}	478.36±0.38 ^{Bb}	551.60±0.62 ^{Ca}
30	163.00±0.69 ^{ABa}	165.50±0.70 ^{Ba}	10.50±0.42 ^{Ca}	8.00±0.85 ^{Ca}	1.00±0.14 ^{ABa}	1.50±0.42 ^{Aa}	480.24±1.58 ^{Bb}	565.37±1.37 ^{Ba}
40	154.50±0.91 ^{Cb}	160.00±0.11 ^{Ca}	10.50±0.14 ^{Ca}	11.00±0.42 ^{Ba}	1.50±0.28 ^{Aa}	-1.00±0.57 ^{Bb}	501.26±0.69 ^{Ab}	588.67±0.32 ^{Aa}
YEU (%)								
0	162.00±0.09 ^{Ab}	169.50±0.25 ^{Aa}	15.50±0.71 ^{Aa}	16.50±0.42 ^{Aa}	0.00±0.42 ^{ABa}	0.50±0.14 ^{ABa}	419.63±1.28 ^{Eb}	461.76±0.33 ^{Da}
10	143.00±1.37 ^{Bb}	151.50±0.68 ^{Ba}	7.00±0.57 ^{Bb}	11.00±0.99 ^{Ba}	-0.50±0.28 ^{ABa}	1.00±0.71 ^{Aa}	441.92±0.98 ^{Da}	431.40±1.27 ^{Eb}
20	133.00±0.03 ^{Cb}	145.00±0.06 ^{Ca}	2.50±0.57 ^{Cb}	5.00±0.28 ^{Ca}	-1.50±0.42 ^{Ba}	-1.00±0.14 ^{BCa}	458.96±0.97 ^{Cb}	544.40±1.30 ^{Ca}
30	112.00±0.55 ^{Db}	124.00±0.80 ^{Da}	-9.50±0.42 ^{Db}	1.00±0.42 ^{Da}	1.00±0.85 ^{Aa}	0.00±0.42 ^{ABCa}	522.99±1.92 ^{Bb}	651.54±1.09 ^{Ba}
40	98.50±0.14 ^{Eb}	112.00±0.45 ^{Ea}	-14.50±0.28 ^{Eb}	-9.50±0.57 ^{Ea}	-1.00±0.57 ^{ABa}	-1.50±0.00 ^{Ca}	662.20±0.23 ^{Ab}	797.46±1.46 ^{Aa}
DN+YEU (%) kombinasyonu								
0	163.00±0.11 ^{Ab}	167.00±1.08 ^{Aa}	15.00±0.28 ^{Aa}	16.00±0.71 ^{Aa}	0.50±0.14 ^{ABa}	-0.50±0.14 ^{Ab}	418.83±0.83 ^{Eb}	471.91±0.26 ^{Ea}
10	149.00±0.33 ^{Bb}	155.00±0.92 ^{Ba}	12.00±0.42 ^{Bb}	14.50±0.42 ^{Aa}	1.00±0.57 ^{Aa}	1.00±0.99 ^{Aa}	463.52±1.40 ^{Cb}	514.77±1.53 ^{Da}
20	144.00±1.04 ^{Cb}	153.00±0.69 ^{Ba}	4.50±0.42 ^{Ca}	8.00±1.13 ^{Ba}	0.50±0.28 ^{ABa}	0.00±0.28 ^{Aa}	457.34±1.25 ^{Db}	559.75±0.35 ^{Ca}
30	138.00±0.38 ^{Db}	149.00±0.77 ^{Ca}	0.50±0.71 ^{Da}	2.00±0.14 ^{Ca}	0.50±0.42 ^{ABa}	1.00±0.85 ^{Aa}	507.57±1.23 ^{Bb}	578.85±1.22 ^{Ba}
40	132.00±0.64 ^{Eb}	140.50±0.70 ^{Da}	-9.00±0.85 ^{Eb}	-1.00±0.57 ^{Da}	-1.00±0.57 ^{Ba}	1.00±0.42 ^{Aa}	518.01±0.13 ^{Ab}	640.48±0.74 ^{Aa}

¹DN: Dirençli nişasta, YEU: Yer elması unu, DN+YEU: Dirençli nişasta+Yer elması unu kombinasyonu. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. İstatistiki değerlendirme DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonları için ayrı ayrı yapılmıştır. Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar ve aynı satırda farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Guar gam ilaveli ve ilavesiz YEU kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin hacim indeksi değerleri 98.50-169.50 mm arasında değişmiştir. Hem guar gam ilaveli hem de ilavesiz örneklerde, kek formülasyonunda YEU kullanımını hacim indeksi değerini azaltmıştır. En düşük hacim indeksi değerleri 98.50 mm olarak guar gam ilavesiz olan % 40 oranında YEU kullanılan kek örneğinde belirlenmiştir.

Guar gam ilaveli/ilavesiz DN+YEU kombinasyonu kullanılarak hazırlanan keklerin hacim indeksi değerleri 132.00-167.00 mm arasında değişmiştir. Hem guar gum ilaveli hem de ilavesiz örneklerde, kek formülasyonunda artan DN+YEU kombinasyonuna bağlı olarak kek hacim indeksi değerleri düşmektedir. Keklerde DN ve YEU nun kombinasyon halinde kullanılması, yalnızca YEU kullanılan keklerden daha yüksek hacim indeksine sahip kekler elde edilmesini sağlamıştır. Guar gam ilaveli ve ilavesiz DN+YEU ilave edilen bu keklerde de en düşük hacim indeksi değerleri % 40 DN+YEU ilave oranında tespit edilmiştir.

Sonuçlar guar gam ilavesi açısından değerlendirildiğinde ise; DN, YEU ve DN+YEU eklenen tüm keklerde guar gam ilavesi genel olarak keklerin hacim indeksi değerlerini artırmıştır. Guar gam ilavesi tüm keklerde sayısal olarak hacim artışına neden olurken, bu artış bazı keklerde istatistiki olarak önemli bulunmuş, bazı keklerde önemsiz bulunmuştur. % 20 ve % 30 oranlarında DN eklenen guar gam ilaveli ve ilavesiz keklerde hacim indeksi değerleri guar gam ilavesi ile sayısal olarak artmış fakat bu artış çok belirgin olmayıp, bu oranlarda hacim indeksi değerleri istatistiki olarak aynı grupta bulunmuştur. YEU ve DN+YEU eklenen tüm keklerde guar gam ilave edilen kekler ilavesiz keklere göre daha hacimli bulunmuştur. İstatistiki açıdan incelendiğinde de artış önemli bulunmuştur.

DN kullanılarak hazırlanan guar gam ilaveli ve ilavesiz olan kek örneklerinin simetri indeksi değerleri 8.00-16.00 mm arasında değişim göstermiştir. Simetri indeksi değeri kek yüzeylerindeki simetriklik hakkında bilgi verirken pozitif değerler aldığında kek yüzeylerinde bombe oluşumunu göstermektedir (Cloke ve ark.,1984). Guar gam ilavesiz ve ilaveli olarak hazırlanmış örneklerde, kek formülasyonunda DN kullanımını hacim indeksi değerine paralel olarak, simetri indeksi değerini de azaltmıştır. Guar gam ilavesiz, DN eklenmiş keklerde, % 10-20 ve % 30-40 oranlarında istatistiki açıdan farklılık belirlenmezken, bu kek örnekleri kontrol örneğinden daha düşük simetri indeksi değeri vermiştir. Guar gam ilaveli DN eklenen kek grubunda ise DN içermeyen kek örneği ile % 10 oranında DN ilaveli kek örneği benzer sonuçlar gösterirken, bu grupta en düşük simetri indeksi değeri % 30 DN ilaveli kek örneğinde belirlenmiştir.

Farklı YEU oranlarında guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanmış kek örneklerinde simetri indeksi değerleri -14.50 mm ile 16.50 mm arasında değişmiştir. Guar gam ilaveli ve ilavesiz farklı oranlarda YEU eklenen tüm keklerde artan YEU miktarına bağlı olarak simetri indeksi değeri önemli ($p < 0.05$) düzeyde azalmaktadır. Guar gam ilavesiz YEU eklenen keklerde, kontrol kek örneği ve düşük oranlarda (% 10-20) YEU ilave edilen keklerde simetri indeksi değeri pozitif değerler alırken, yüksek oranlarda (% 30-40) YEU ilave edilen keklerde simetri indeksi değeri negatif değerler almaktadır. Guar gam ilaveli kek grubunda ise yalnızca % 40 oranında YEU ilave edildiğinde simetri indeksi değeri negatif değer almıştır. Simetri indeksi değerinin negatif değerler alması keklerde çökme meydana geldiğini göstermektedir (Cloke ve ark.,1984).

DN+YEU kombinasyonunun kullanıldığı keklerde simetri indeksi değerleri -9.00 mm ile 16.00 mm arasında değişmiştir. DN+YEU kombinasyonu eklenen guar gam ilaveli ve ilavesiz olan keklerde artan DN+YEU oranına bağlı olarak yalnızca DN ve YEU eklenen keklerde olduğu gibi simetri indeksi değeri azalmaktadır. Guar gam ilavesiz olan DN+YEU eklenmiş keklerdeki bütün oranlarda elde edilen simetri indeksi değerleri istatistiki olarak birbirinden farklıdır. Guar gam ilaveli kek örneklerinde ise kontrol kek örneği ile % 10 oranında DN+YEU ilave edilen kek örneğinde oldukça yakın sonuçlar elde edilmiş ve bu kekler istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Guar gam ilaveli keklerde en düşük simetri indeksi değeri % 40 oranında DN+YEU ilave edilen kek örneğinde -1.00 mm olarak belirlenmiştir.

Sonuçlar guar gam ilavesi faktörü açısından karşılaştırıldığında; DN, YEU ve DN+YEU eklenen keklerde guar gam ilavesi keklerin simetri indeksi değerlerini genellikle sayısal olarak artırmıştır. Bu artış bazı keklerde istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. DN ilave edilen kek örneklerinde, simetri indeksi değerleri guar gam kullanımından istatistiki olarak etkilenmediği ve guar gam ilaveli ve ilavesiz grup arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir. YEU ilave edilen keklerde ise kontrol kek örneği haricinde tüm oranlarda guar gam eklenmesi keklerin simetri indeksi değerini istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) düzeyde artırmıştır. Özellikle guar gum ilave edilmediğinde keklerde çökme meydana gelen % 30 ve % 40 YEU eklenen keklerde simetri değeri -9.50 mm ve -14.50 mm olarak belirlenirken, guar gam ilave edildiğinde bu değerler sırasıyla 1.00 mm ve -9.50 mm olarak belirlenmişlerdir. DN+YEU ilave edilen keklerde ise guar gum eklenmesi tüm kek örneklerinde simetri indeksi değerini

sayısal olarak artırmasına rağmen bu artış yalnızca % 10 ve % 40 oranında DN+YEU ilave edilen keklerde istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

DN eklenen guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanan keklerde tekdüzelik indeksi değerleri -1.00 mm ile 1.50 mm aralığında değişmektedir. Guar gam ilavesiz ve ilaveli olarak üretilen keklerde eklenen DN miktarına bağlı olarak tekdüzelik indeksi değerlerinde düzenli bir artış veya azalış mevcut değildir. Guar gam ilavesiz olarak üretilen keklerde % 40 DN katkısı hiç DN ilave edilmeyen kontrol kek örneğine göre tekdüzelik indeksini artırmıştır. Guar gam ilaveli olarak üretilen kek grubunda ise % 20 ve 30 oranında DN ilavesinde benzer tekdüzelik indeksi sonuçları elde edilirken, % 40 oranında DN ilavesinde en düşük tekdüzelik indeksi değeri elde edilmiştir.

Guar gam ilaveli/ilavesiz olan YEU eklenen keklerde tekdüzelik indeksi değerleri, -1.50 mm ile 1.00 mm arasında değişim göstermiştir. Artan YEU miktarına bağlı olarak DN eklenen keklerde olduğu gibi tekdüzelik indeksi değerinde düzenli bir artış veya azalış mevcut değildir. Guar gam ilavesiz YEU eklenen keklerde yalnızca % 20 ve 30 oranlarındaki tekdüzelik indeksi değerleri istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur.

Farklı DN+YEU oranlarında guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanmış kek örneklerinin tekdüzelik indeksi değerleri -1.00 mm ile 1.00 mm arasında değişim göstermiştir. Guar gam ilavesiz olan DN+YEU eklenen keklerde % 10 ve % 40 oranında DN+YEU kullanılan kekler istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Guar gam ilaveli DN+YEU eklenen keklerde ise tekdüzelik indeksi değerleri tüm oranlarda istatistiki olarak farksız bulunmuştur.

Sonuçlar guar gam ilavesi açısından değerlendirildiğinde ise; DN, YEU ve DN+YEU ilave edilen keklerde bazı kullanım oranlarında guar gam ilave edilmiş olan örneklerin tekdüzelik indeksi değerleri guar gam ilavesiz keklerden sayısal olarak daha yüksek, bazı kullanım oranlarında ise daha düşük bulunmuştur. Tekdüzelik indeksi sonuçları istatistiki olarak incelendiğinde ise yalnızca % 40 DN ve % 0 DN+YEU ilaveli kekler guar gam kullanımını açısından birbirinden farklı olarak belirlenmiştir.

DN eklenen guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak üretilen keklerde sertlik değerleri 416.80-588.67 g arasında değişmektedir. DN ilave edilen tüm keklerde DN ilavesiyle birlikte sertlik değerinde artış meydana gelmektedir. Guar gam ilavesiz DN eklenen kekler istatistiki açıdan incelendiğinde % 10, 20 ve 30 oranında DN ilaveli kekler istatistiki olarak benzer bulunmuştur. En yüksek sertlik değeri tahmin edildiği gibi % 40 DN kullanımında belirlenmiştir. Guar gam ilaveli olarak üretilen ve DN eklenen

keklerde sertlik değerinde artan DN miktarına bağlı istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bir artış elde edilmiştir.

Farklı oranlarda YEU eklenen guar gam ilaveli ve ilavesiz olan keklerde sertlik değeri 419.63-797.46 g arasında değişmektedir. Keklerde YEU miktarı arttıkça genel olarak sertlik değeri artmaktadır. YEU eklenen guar gam ilaveli ve ilavesiz olan iki kek grubunda da en yüksek sertlik değerleri % 40 YEU kullanımında elde edilmiştir.

Guar gam ilaveli/ilavesiz olan farklı oranlarda DN+YEU kombinasyonları kullanılan keklerde sertlik değerleri 457.34-640.48 g arasında değişmektedir. DN+YEU kombinasyonları eklenen keklerin sertlik değerleri de DN ve YEU eklenen keklerde olduğu gibi eklenen DN+YEU oranı arttıkça artmaktadır. DN+YEU kombinasyonu eklenen keklerde elde edilen değerler DN eklenen keklerin sertlik değerlerinden daha yüksek, YEU eklenen keklerin sertlik değerlerinden daha düşük olarak belirlenmiştir. DN+YEU eklenen guar gam ilaveli ve ilavesiz olan iki kek grubunda tüm DN+YEU eklenme oranlarında sertlik değerleri istatistiki olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur.

Sonuçlar guar gam açısından incelendiğinde; DN, YEU ve DN+YEU eklenerek üretilen keklerde guar gam ilavesi kek sertliklerini artırmaktadır. İstatistiki olarak değerlendirildiğinde ise % 10 oranında YEU ilave edilen kek haricinde tüm oranlarda guar gam sertlik değerini önemli ($p<0.05$) bir şekilde artırdığı tespit edilmiştir.

Majzoobi ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında DN ikame edilmesiyle kek hacminde 552.70'den 512.10 cm³'e bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada nişastanın erken jelatinleşmesinin anahtar faktör olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, DN'nın kek formülasyonuna dâhil edilmesi kek hacminde bir azalmaya neden olmaktadır. Kek hacmindeki düşüş, hamur yoğunluğundaki azalma ile de ilişkilendirilmiştir.

Karaoğlu ve ark. (2001) buğday ve mısırdan elde edilen doğal ve modifiye nişastaları (önceden jelatinize edilmiş, asit ile inceltilmiş, çapraz bağlanmış, dekstine edilmiş), kek formülasyonunda % 30 seviyesine kadar kullanılmıştır. % 20'ye varan nişasta seviyelerinde keklerin hacim indeksi değerlerinin önemli ölçüde değişmediğini ($p>0.05$) göstermiştir. Önceden jelatinleştirilmiş nişastanın % 10 oranında eklenmesinin keklerin kalitesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu da bildirilmiştir.

Baixauli ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında DN ilave edilen muffinlerin yükseklikleri belirlenmiştir. Artan DN miktarına bağlı olarak kek yükseklikleri düşmektedir. Kontrol kek örneğinde 4.70 cm olarak belirlenen yükseklik, % 20 DN eklendiğinde 3.84 cm olarak bildirilmiştir.

Pongjanta ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa ikame edilen % 5, 10, 15, ve 20 oranlarında DN'nin eklenme miktarı arttıkça tereyağlı keklerin spesifik hacminin düştüğü gözlemlenmiştir. Sonuçlar, buğday unu yerine % 20 DN içeren tereyağlı kekin % 0, 5, 10 ve 15 oranında DN içeren tereyağlı keklerden daha düşük bir spesifik hacme sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bunun sebebinin buğday ununun içerisindeki glutenin kabartma tozundan salınan CO₂ gazı tutma kabiliyetinin keklere DN ilavesi ile düşmesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Bilgiçli ve Levent (2013) yaptıkları çalışmada, kek hacim indeksi değerlerini 116.8 mm ile 142.5 mm arasında belirlemişlerdir. Keklere yüksek oranda DN eklenmesi keklerin hacim indeksi değerlerini anlamlı şekilde düşürmüştür ($p < 0.05$). Ancak % 5 oranında DN eklenen kekte en yüksek hacim indeksi değeri belirlenmiştir. Bu çalışmada, yüksek DN seviyelerindeki hacim indeksindeki düşüşün, glutenin seyreltilmesi ve kek hamurundaki gluten ağının bozulmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Aynı çalışmada DN ilavesinin tüm oranlarında simetri indeksini düşürdüğü belirlenmiştir. % 0, 5, 10 ve 15 oranında DN eklenen keklerde simetri indeksi sırasıyla 5.6, 5.2, 4.4 ve 3.7 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kek numunelerinin tekdüzelik indeksi değerlerinin eklenen DN'dan etkilenmediği bildirilmiştir. Yine bu çalışmada, % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında DN eklenen keklerin sertlik değerleri sırasıyla 1860, 1902, 1985 ve 2059 g olarak bulunmuştur. Keklerin sıklığının, artan DN seviyesinden olumsuz etkilendiği bildirilmiştir.

Kim ve ark. (2014) yer elması tozu eklenerek yapılan sünger keklerin hacim indeksi değerini en yüksek kontrol grubunda (16.02) belirlemişlerdir. Yer elması tozu % 10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında kullanıldığında bu değer sırasıyla 15.04, 13.72, 13.30, 11.81 ve 10.98 olarak bulunmuştur. Artan yer elması tozuna bağlı olarak keklerin hacim indeksi değeri önemli ($p < 0.05$) seviyede azalmaktadır. Kekin dengesini gösteren bir değer olan simetri indeksi değeri bu çalışmada en yüksek kontrol kek grubunda 0.9 olarak belirlenmiştir ve yer elması tozu oranı % 10 (0.77), % 20 (0.58), % 30 (0.62), % 40 (0.35) ve % 50 (0.22) oranında eklendiğinde bu değer düşmüştür. Bu nedenle, artan yer elması tozu miktarına bağlı olarak simetri indeksi değeri yavaş yavaş azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Yapılan keklerin sertlik değerleri incelendiğinde kontrol grubunda en düşük bulunmuş, yer elması tozu ilavesiyle sertlik yükselmiştir. Yapılan çalışmada bu sonucun elde edilmesinin sebebi yer elması tozunun nem tutma kapasitesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Çelik ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, keklere yer elması tozu ilave edilmesi keklerin spesifik hacminin önemli ölçüde azalmasına sebep olmuştur ($p < 0.05$). Kontrol kek örneğinde spesifik hacim değeri 2.89 olarak belirlenirken, % 5 yer elması tozu ilave edildiğinde 2.60, % 10 yer elması tozu ilave edildiğinde 2.25 olarak belirlenmiştir. Keklerin simetri indeksi değerlerinde ciddi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Kontrol örneğinde 1.00 olarak belirlenen simetri indeksi değeri, % 5 yer elması tozu ilave edildiğinde 0.25, % 10 yer elması tozu ilave edildiğinde 1.00 olarak belirlenmiştir. Keklerin tekdüzelik indeksi değerleri artan yer elması tozu miktarına bağlı olarak sayısal olarak azalmaktadır. Kontrol örneğinde 1.50 olarak belirlenen tekdüzelik indeksi değeri, % 5 yer elması tozu ilave edildiğinde 0.75, % 10 yer elması tozu ilave edildiğinde 0.00 olarak belirlenmiştir.

Gomez ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, farklı köken ve kimyasal yapıdaki hidrokolloidlerin (sodyum aljinat, karagenan, pektin, hidroksi propil metil selüloz, keçiyoynuzu gamı, guar gam ve ksantan gam) kek kalitesi üzerindeki işlevselliği ve raf ömrünü artırmada potansiyel kullanımlarını incelenmiştir. Keklerin hacim özellikleri incelendiğinde, kontrol kek örneğinin hacmi 460 cm^3 olarak belirlenmiştir. En düşük hacim aljinat eklendiğinde 446 cm^3 , en yüksek ise ksantan gam eklendiğinde 525 cm^3 olarak belirlenmiştir. Guar gam ilave edilen keklerin hacmi ise 470 cm^3 olarak tespit edilmiştir. Keklerin simetri değerleri incelendiğinde ise en düşük simetri değeri guar gam ilave edilen keklerde 3.3 mm olarak belirlenmiştir. Kontrol kek örneğinde 11.6 mm olarak belirlenen bu değer, keçiyoynuzu gamı ilave edilen keklerde 34.4 mm olarak tespit edilmiştir. Yapılan keklerin sertlik değerleri incelendiğinde, en yüksek sertlik değeri guar gam ilave edilen kek örneğinde belirlenmiştir. Kontrol kek örneğinde 216 g olarak belirlenen sertlik değeri guar gam ilave edildiğinde kontrol kek örneğinden % 140 daha yüksek bulunmuştur.

Yücel (2009) tarafından yapılan çalışmada glutensiz kek üretiminde, bazı bitkisel gamların tek başlarına ve kombinasyonlar halinde kullanılmasının, ürün kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Ksantan gam, guar gam ve hidroksi propil metil selüloz (HPMC)'u tek tek ve kombinasyon halinde % 0.5, 1.0 ve 1.5 oranlarında kek üretiminde kullanılmıştır. Kek hacim indeksleri incelendiğinde kontrol kek örneğinde 130.3 mm olarak belirlenmiştir. Guar gamın keklerde artan oranlarda kullanılması kek hacmini artırıcı yönde etkide bulunmuştur. Kek hacim indeksleri guar gam % 0.5 oranında kullanıldığında 134.7 mm, % 1.0 kullanıldığında 142.3 mm ve % 1.5 oranında kullanıldığında 144.3 mm olarak belirlenmiştir. Keklerin simetri indeksi değerleri

incelendiğinde, yapılan keklerde hiçbir zaman çökme meydana gelmediği, iyi bir bombe yapısı kazandığı gözlemlenmiştir. Kontrol kekinde simetri indeksi değeri 8.3 mm olarak bulunmuştur. Keklere % 0.5, 1.0 ve 1.5 oranında guar gam ilave edildiğinde simetri indeksi değeri sırasıyla 13.3 mm, 15.3 mm ve 16.7 mm olarak belirlenmiştir.

Çınar (2018) yaptığı çalışmada, farklı hidrokolloidlerin (guar ve ksantan gam) % 0, 0.15, 0.30, 0.45, 0.60 ve 0.75 oranlarında kullanılmasının sufle kek üzerine etkilerini belirlemiştir. Keklerin hacim ve hacim indeksi değerleri incelendiğinde, kontrol kek örneğine göre guar gam ilaveli keklerin hacim ve hacim indeksi değerleri belli bir seviyeye kadar artmaktadır, fakat yüksek guar gam ilavesinde ise kek hacim ve hacim indeksi değerleri azalmaktadır. Kontrol kek örneğinde 97.6 cm^3 olarak belirlenen hacim değeri, % 0.45 oranında guar gam ilave edildiğinde 107.6 cm^3 olarak bulunmuştur. Fakat guar gam oranı % 0.60-0.75 olduğunda kek hacim değeri 96.8 cm^3 olarak belirlenmiş ve istatistiki olarak kontrole benzer bulunmuştur. Kontrol kek örneğinde 106.1 mm olarak belirlenen hacim indeksi değeri, % 0.15 oranında guar gam ilavesinde 109.9 mm olarak tespit edilmiştir. Guar gam oranı % 0.75 olduğunda ise bu değer 102.5 mm'ye düşmüştür. Keklerin simetri indeksi değerleri incelendiğinde, artan guar gam miktarı ile birlikte azalmaktadır. Kontrol kek örneğinde 17.3 mm belirlenen simetri indeksi değeri en düşük % 0.30 oranında guar gam ilave edilen kek örneğinde 8.8 mm olarak bulunmuştur. Keklerin tekdüzelik indeksi değerleri incelendiğinde guar gam ilaveli keklerin tekdüzelik indeksi değerleri 1.4 mm ile 3.4 mm arasında değişmiştir. Kontrol kek örneğinde 2.0 mm, % 0.15 oranında guar gam ilavesinde 1.4 mm, % 0.30 oranında guar gam ilavesinde 2.3 mm olarak tespit edilmiştir. Keklerin sertlik değerleri incelendiğinde, artan guar gam miktarı ile birlikte keklerin sertlik değeri belli bir seviyeye kadar artmaktadır. Yalnızca yüksek (% 0.60 ve 0.75) guar gam oranlarında sertlik değeri düşmekte fakat yinede kontrol kek örneğine göre daha yüksek sertlik değerleri sergilemektedir. Kontrol kek örneğinde 5.58 N olarak belirlenen sertlik değeri, % 0.45 oranında guar gam eklendiğinde 7.21 N, % 0.75 oranında guar gam ilavesinde 6.42 N olarak bulunmuştur.

Köksel (2009) % 0.3, 0.6 ve 1.0 oranlarında guar gam, ksantan gam, gamların kombinasyonları ve farklı pişirme yöntemleri kullanarak yaptığı glutensiz keklerin kalite özelliklerini incelemiştir. Keklerin sertlik özellikleri incelendiğinde, guar gam içeren keklerde, gam konsantrasyonu arttıkça sertlik değerleri önemli ölçüde artmıştır. Guar gam konsantrasyonunun artması kek sertliğini olumsuz yönde etkilemiştir.

İstatistiksel olarak anlamlı en yüksek sertlik değeri % 1.0 oranında guar gam içeren keklerde elde edilmiştir ($p<0.05$).

Keklere DN ve YEU ilave edildiğinde keklerin hacim indeksi, simetri indeksi, tekdüzelik indeksi ve sertlik değerleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde bizim bulduğumuz sonuçlara benzer olarak kek hacim değerleri DN ve YEU eklendiğinde düşmektedir. Nişastanın erken jelatinleşmesi kek hacmi ve kalitesinde anahtar faktördür (Wildersjans ve ark., 2010). DN sadece sindirime değil aynı zamanda çoğu gıda işleme koşulunda jelatinleşmeye karşı dayanıklıdır ve pişirme sırasında kolayca jelatinleşmez (Korus ve ark. 2009; Wildersjans ve ark., 2010). Dolayısıyla, DN'nın kek formülasyonuna dâhil edilmesi kek hacminde bir azalmaya neden olabileceği ve kek hacmindeki azalma, hamur yoğunluğundaki ve kıvamındaki azalmayla da ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Majzoobi, 2014). YEU eklendiğinde de keklerin hacimleri düşmüş ve yüksek oranlarda çökmeler meydana gelmiştir. Simetri indeksi değeri keklerin yüzey özelliklerini yansıtmaktadır. Keklerde artan simetri indeksi değeri keklerin ortada yanlara göre daha yüksek olduğunu, azalan değerlerin keklerin düz bir yüzeye sahip olduğunu, negatif değerler ise pişme işleminin sonunda kek hacminin azaldığını göstermektedir (Bath ve ark., 1992; Gómez ve ark., 2007). Tekdüzelik indeksi değeri de, kekin yanal olarak simetrisini gösterir (Ebeler ve Walker, 1984). Keklere eklenen DN ve YEU keklerin sertlik değerlerini artırmaktadır. Sonuçlar guar gam açısından incelediğinde ise, guar gam ilavesinin keklerin hacim ve sertlik değerlerini önemli ($p<0.05$) düzeyde artırdığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar simetri indeksinin, guar gam ilave edilen keklerde daha düşük olduğunu ve keklerin daha düz bir yüzeye sahip olduğunu göstermiştir (Gomez ve ark., 2007). Yaptığımız çalışmada keklerin simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerlerinde genel olarak istatistiki olarak farklılık gözlemlenmemiştir. Literatürde hamur bileşiminde gam kullanılmasının ve kullanılan gamın oranının artırılmasının kek hamurunu ve kek niteliklerini olumlu yönde etkilediğine dair çalışmalar bulunmaktadır (Yücel, 2009).

4.3.2. Kek renk ölçümü sonuçları

4.3.2.1. Kek kabuk renk ölçümü sonuçları

Guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak farklı oranlarda DN, YEU ve DN+YEU eklenerek hazırlanmış kek örneklerinin kabuk renklerine ait L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Farklı DN oranlarında guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanmış kek örneklerinin L* değerleri 41.58-49.52 arasında değişim göstermiştir. Guar gam ilavesiz olarak hazırlanmış örneklerde, kek formülasyonunda DN kullanımı kabuk L* değerini yükseltmiştir. % 20 ve üzerindeki DN kullanım oranları en yüksek L* değerinin elde edilmesine neden olmuştur. Guar gam ilaveli olarak hazırlanmış olan kek örneklerinde ise, % 20 ve % 40 DN kullanım oranları, kontrol örneğinden daha yüksek L* değerleri vermiştir. Ayrıca % 10 ve 30 DN oranları kontrolden sayısal olarak yüksek L* değerleri vermiş olsa da, istatistiki olarak aynı grupta bulunmuştur. Genel olarak kek kabuk renklerinde artan DN miktarıyla beraber L* parlaklık değerleri artmaktadır.

YEU kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin L* değerleri 36.45-46.16 arasında değişmiştir. Hem guar gam ilaveli hem de ilavesiz örneklerde, kek formülasyonunda YEU kullanımı kabuk L* değerini azaltmıştır. En düşük L* değerleri % 30-40 YEU kullanım oranlarında belirlenmiştir.

DN+YEU kombinasyonu kullanılarak hazırlanan keklerin kabuk L* değerleri 38.04-46.12 arasında değişmiştir. Hem guar gum ilaveli hem de ilavesiz örneklerde, kek formülasyonunda % 10 un üzerinde DN+YEU kombinasyonu kullanımı kabuk L* değerini azaltmıştır. En düşük L* değerleri guar gam ilavesiz % 40 DN+YEU kombinasyonu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde belirlenmiştir.

Sonuçlar guar gam ilavesi açısından değerlendirildiğinde ise; DN, YEU ve DN+YEU ilave edilen keklerin tüm kullanım oranlarında guar gam ilave edilmiş olan örneklerin kabuk L* değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Kek örneklerinin kabuk renk değerlerine ait sonuçlar¹

	L*		a*		b*	
	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli
DN (%)						
0	41.58±0.28 ^{Cb}	46.47±0.67 ^{Ca}	13.79±0.16 ^{Aa}	13.11±0.16 ^{Ab}	22.03±0.34 ^{Aa}	23.92±0.56 ^{Aa}
10	43.63±0.90 ^{Bb}	47.66±0.6 ^{ABCa}	12.97±0.17 ^{Ba}	12.64±0.05 ^{ABa}	20.86±0.61 ^{ABa}	21.91±0.23 ^{ABa}
20	44.68±0.25 ^{ABb}	48.55±0.45 ^{ABa}	11.94±0.06 ^{Ca}	11.90±0.13 ^{Ca}	19.48±0.39 ^{ABa}	20.25±0.56 ^{BCa}
30	44.86±0.43 ^{ABb}	47.48±0.38 ^{BCa}	12.02±0.14 ^{Ca}	12.08±0.19 ^{BCa}	18.18±1.06 ^{BCa}	19.08±0.66 ^{Ca}
40	45.62±0.17 ^{Ab}	49.52±0.28 ^{Aa}	11.58±0.18 ^{Ca}	11.22±0.24 ^{Da}	16.14±0.98 ^{Cb}	19.74±0.59 ^{BCa}
YEU (%)						
0	41.46±0.15 ^{Ab}	46.16±0.23 ^{Aa}	13.72±0.10 ^{Aa}	13.24±0.06 ^{Ab}	22.18±0.05 ^{Ab}	23.84±0.26 ^{Aa}
10	39.27±0.38 ^{Bb}	43.13±0.18 ^{Ba}	11.41±0.29 ^{Ba}	11.17±0.12 ^{Ba}	14.66±0.48 ^{Bb}	17.02±0.41 ^{Ba}
20	38.95±0.07 ^{Bb}	40.28±0.40 ^{Ca}	11.35±0.33 ^{Ba}	11.05±0.21 ^{BCa}	13.38±0.13 ^{Cb}	15.74±0.59 ^{Ba}
30	36.70±0.28 ^{Cb}	38.68±0.25 ^{Da}	9.31±0.16 ^{Cb}	10.15±0.21 ^{CDa}	10.38±0.43 ^{Da}	10.32±0.63 ^{Ca}
40	36.45±0.07 ^{Cb}	38.57±0.25 ^{Da}	8.93±0.33 ^{Ca}	9.82±0.45 ^{Da}	8.21±0.23 ^{Ea}	9.80±0.51 ^{Ca}
DN+YEU (%)						
kombinasyonu						
0	41.75±0.14 ^{Ab}	46.12±0.17 ^{Aa}	13.88±0.40 ^{Aa}	13.06±0.20 ^{Aa}	22.08±0.80 ^{Aa}	23.95±0.57 ^{Aa}
10	42.19±0.27 ^{Ab}	45.21±0.30 ^{Aa}	12.27±0.18 ^{Ba}	12.63±0.32 ^{Aa}	19.63±0.48 ^{Ba}	20.64±0.42 ^{Ba}
20	39.87±0.18 ^{Bb}	42.51±0.31 ^{Ba}	11.49±0.41 ^{BCa}	12.61±0.29 ^{Aa}	16.27±0.04 ^{Ca}	17.72±0.69 ^{Ca}
30	39.46±0.30 ^{Ba}	39.83±0.24 ^{Ca}	10.42±0.31 ^{Ca}	11.02±0.40 ^{Ba}	15.88±0.18 ^{Ca}	16.13±0.73 ^{Ca}
40	38.04±0.12 ^{Cb}	40.26±0.37 ^{Ca}	10.31±0.27 ^{Ca}	9.64±0.34 ^{Ca}	11.27±0.97 ^{Da}	12.13±0.32 ^{Da}

¹DN: Dirençli nişasta, YEU: Yer elması unu, DN+YEU: Dirençli nişasta+Yer elması unu kombinasyonu, L *: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. İstatistikî değerlendirme DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonları için ayrı ayrı yapılmıştır. Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar ve aynı satırda farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Farklı DN oranlarında guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanmış kek örneklerinin kabuk renklerine ait a* değerleri 11.22-13.79 arasında değişmiştir. Keklerde DN kullanımını genel olarak kabuk a* değerini düşürmüştür. Guar gam ilavesiz ve % 20, 30 ve 40 oranlarında DN içeren keklerin kabuk a* değerleri istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Guar gam ilaveli keklerde ise %10'un üzerinde DN kullanımı ile kabuk a* değerinde önemli ($p<0.05$) azalma gerçekleşmiştir.

YEU kullanılarak guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanan kek örneklerinde artan YEU oranına bağlı olarak kabuk a* değeri de düşmüştür. En düşük kabuk a* değerleri hem guar gam ilaveli hemde ilavesiz örneklerde % 30-40 YEU kullanımıyla gerçekleşmiştir.

DN+YEU kombinasyonunun kullanıldığı keklerde guar gam ilavesiz olarak hazırlananlarda tüm DN+YEU oranlarında, kabuk a* değeri kontrol örneğinden düşük bulunmuş ve % 30-40 DN+YEU kullanımı en düşük a* değerini vermiştir. Guar gam ilaveli keklerde ise sadece %30-40 DN+YEU kullanım oranında kabuk a* değerinde düşüş gerçekleşmiştir.

Sonuçlar guar gam ilavesi faktörü açısından karşılaştırıldığında; DN ya da YEU ilave edilmeden hazırlanan kontrol örneği hariç, tüm DN, YEU ve DN+YEU kullanım oranlarında hazırlanan keklerin kabuk a* değerinin guar gam kullanımından istatistiki olarak etkilenmediği ve guar gam ilaveli ve ilavesiz grup arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir.

Farklı oranlarda DN eklenen guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak üretilen keklerde kabuk renk b* değeri 16.14-23.92 arasında değişmiştir. Guar gam ilavesiz hazırlanan keklerde % 30-40 DN kullanımı, guar gam ilavesiyle hazırlanan keklerde ise % 20 ve üzerinde DN kullanımı kabuk rengi b* değerinin düşmesine neden olmuştur. DN'nin düşük kullanım oranı hem guar gamsız hem de guar gamlı örneklerin kabuk b* değerinde değişikliğe neden olmamıştır.

Kek formülasyonunda YEU kullanımı ile hem guar gamlı hem de guar gamsız örneklerde kabuk b* renk değeri önemli düzeyde düşmüştür. Bu düşüş guar gam ilavesiz örneklerde daha fazla gerçekleşmiş ve % 40 YEU kullanımıyla 8.21'e kadar düşmüştür. Kontrol kek örneğinde bu değer 22.18'dir.

DN+YEU kombinasyonu, YEU'nun tek başına kullanıldığında gösterdiği etkiye benzer etki göstermiş ve artan DN+YEU oranlarında kek kabuğu b* renk değeri düşmüştür. En düşük değerler en yüksek DN+YEU kullanım oranlarında belirlenmiştir.

Sonuçlar guar gam ilave faktörü açısından değerlendirildiğinde; DN'nin en yüksek (% 40), YEU'nun ise düşük (% 0-20) kullanım oranlarında geçerli olmak üzere guar gam ilavesinin kabuk b* değerini yükselttiği görülmektedir. Diğer kullanım oranlarında ve DN+YEU kombinasyonunda istatistiki bir farklılık oluşmamıştır.

Majzooobi ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada keklerde buğday ununa ikame olarak % 0-30 oranlarında DN kullanmışlardır. Keklerin kabuk rengi L* değerleri; kontrol, % 20 ve % 30 oranında DN ilave edilen keklerde sırasıyla 40.03, 42.0 ve 47.7 olarak belirlenmiştir. Keklerin kabuk rengi a* değerleri artan DN miktarına bağlı olarak sırasıyla 9.7, 8.3, 7.0 ve 5.3 olarak bulunmuştur. Keklerin kabuk rengi b* değerleri aynı oranlar için sırasıyla 26.6, 24.0, 21.7 ve 14.7 olarak rapor edilmiştir.

DN'nin kek üretiminde kullanıldığı başka bir çalışmada % 0, 5, 10 ve 15 oranlarında DN buğday ununa ikame olarak keklerle eklenmiştir. Kek kabuğunda L* değeri artan DN miktarı ile birlikte artmıştır. DN içermeyen kekta L* değeri 53.66 iken, % 15 DN eklenen kekta 56.97 olarak belirlenmiştir. Keklerde artan DN seviyesiyle kek kabuğunda a* ve b* değeri düşmüştür. Kek kabuklarında artan DN miktarına bağlı olarak a* değerleri sırasıyla 13.91, 13.24, 13.31 ve 13.09 olarak b* değerleri sırasıyla 25.66, 24.42, 24.12 ve 23.89 olarak belirlenmiştir (Bilgiçli ve Levent, 2013)

Kang ve Lee (2007), buğday ununa ikame olarak % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında DN kullanarak kurabiye üretmişlerdir. Elde ettikleri kurabiyelerin renk ölçümlerini yaptıklarında artan DN miktarına bağlı olarak L* ve a* değerlerinde artış belirlerken, b* değerinde azalma tespit etmişlerdir. L* ve a* değeri kontrol kurabiyede 83.49 ve 5.20 iken, % 30 DN eklenen kurabiyede 86.82 ve 7.1 olarak bulunmuştur. Kurabiyelerin b* değeri de artan DN miktarıyla birlikte sırasıyla 22.87, 21.08, 19.10 ve 15.70 olarak belirlemişlerdir.

Bae ve ark. (2013) tarafından farklı oranlarda (% 0-20) DN₄ eklenen kurabiyelerin kalite özellikleri araştırılmıştır. Kurabiyelerin renk özellikleri incelediğinde kontrol kurabiyesinin L* değeri ile % 5 DN eklenen kurabiye arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. % 20 oranında DN ilavesinde L* değeri 74.61 olarak bulunurken, önemli ölçüde artış tespit edilmiştir. Kurabiyelerde artan DN miktarıyla birlikte parlaklığının arttığı bildirilmiştir. Kontrol kurabiye örneğinde a* değeri -2.36 iken %10 DN ilave edildiğinde -1.60 olarak belirlenmiştir. Kurabiyelerin b* değeride ilave edilen DN miktarı arttıkça azalma eğilimi göstermiş fakat örnekler arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir.

Yapılan bir başka çalışmada, DN ile zenginleştirilen un % 0, 25, 50 ve 75 oranlarında bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Bu çalışmada bisküvilere eklenen DN miktarının artmasının L* değerini azalttığı, fakat a* ve b* değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Candal, 2016).

Laguna ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, buğday ununa ikame olarak % 0, 20, 40 ve 60 oranlarında DN ilaveli bisküvilerde, artan DN miktarına bağlı olarak bisküvilerin L* değerinin arttığı rapor edilmiştir. Kontrol bisküvi örneğinde bu değer 66.0 olarak belirlenmişken, % 60 oranında DN ilave edilen bisküvi örneğinde 71.8 olarak bulunmuştur. Bisküvilerin a* ve b* değerlerinde ise sayısal olarak azalma meydana gelmiş fakat istatistiki olarak farklılık göstermemiştir.

Kim ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada keklere eklenen yer elması tozu miktarı arttıkça, rengin daha açıktan daha koyuya değiştiği tespit edilmiştir. Keklerin kabuk L* değeri % 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 yer elması tozu oranlarında sırasıyla 49.30, 42.26, 41.17, 35.26, 34.55 ve 33.17 olarak belirlenmiştir. Eklenen yer elması miktarı arttıkça kabuk L* değeri önemli ölçüde azalmaktadır. Yukarıda belirtilen aynı yer elması tozu oranları için a* değeri sırasıyla 12.30, 11.54, 11.19, 10.94, 10.49 ve 10.41, b* değeri ise sırasıyla 21.12, 17.12, 16.44, 13.47, 13.02 ve 12.30 olarak bulunmuştur. Keklerde yer elması tozu miktarı artarken a* ve b* değerleri anlamlı şekilde azalmıştır ($p < 0.05$).

Çelik ve ark. (2012) farklı oranlarda (% 0, 5 ve 10) yer elması tozu ilave ederek hazırladıkları keklerin L* değerlerini sırasıyla 20.30, 17.77 ve 18.78 olarak belirlenmiştir. Kabuk L* değerleri formülasyonda artan yer elması tozu miktarıyla azalma göstermiştir. Keklerin a* ve b* değerlerinde de artan yer elması tozu miktarıyla birlikte azalma mevcuttur. Fakat a* değerindeki azalma istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Yer elması inülininin glutensiz bir unlu mamulün geliştirilmesi üzerindeki etkisini araştırmak üzere yapılan bir çalışmada, YEU buğday ununa % 0, 50 ve 100 oranlarında ikame olarak bisküvi üretiminde kullanılmıştır. Artan YEU miktarına bağlı olarak bisküvilerin L* değerinde azalma, a* ve b* değerlerinde ise artış gerçekleşmiştir (Lee ve ark., 2017).

Kârklina ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, bisküvi üretiminde buğday ununa ikame olarak % 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında yer elması tozu ilave edildiğinde, artan yer elması tozu miktarı ile bisküvilerin renklerinin koyulaştığı

belirlenmiştir. Bu da L^* değerinde azalma olduğunu göstermektedir. Bisküvilerin a^* değerinde artma oluşurken, b^* değerinde de azalma gerçekleşmiştir.

Köksel (2009) yaptığı çalışmada, % 0.3, 0.6 ve 1.0 oranlarında guar gam, ksantan gam ve kombinasyonlarını farklı pişirme yöntemleri kullanarak hazırladıkları glutensiz keklerin kalite özelliklerini incelemişlerdir. Keklerin kabuk rengi üzerinde eklenen gam tipi veya gam konsantrasyonunun önemli bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Çınar (2018) yaptığı çalışmada, farklı hidrokolloidlerin (guar ve ksantan gam) % 0, 0.15, 0.30, 0.45, 0.60 ve 0.75 oranlarında kullanılmasının sufle kek üzerine etkilerini belirlemiştir. Keklerin renk özellikleri incelendiğinde, keklerin L^* değeri artan guar gam miktarıyla birlikte düzenli bir artış veya azalış göstermemiştir. Keklerin a^* ve b^* değeri ise, artan guar gam miktarıyla birlikte belli bir orana kadar öncelikle artış daha sonra azalış göstermiştir. Genel olarak araştırmada, gamların kullanım düzeyleri ile L^* , a^* ve b^* değeri arasında anlamlı bir ilişki kurulamamıştır. Gamların yüksek düzeyde kombinasyonu ile üretilen keklerin diğerlerine göre daha parlak yapıya sahip oldukları saptanmıştır. Gamların deneme sufle kek hamuru formülünde % 0.3-0.45 düzeyine kadar başarı ile kullanılabilirleri, daha yüksek düzeylerde kullanılmalarının ürün niteliklerini belirgin olarak olumsuz yönde etkilediği ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada elde edilen kek kabuk renklerini ait sonuçlar literatürde DN ve YEU ilavesiyle hazırlanan kek, kurabiye ve bisküvi gibi unlu mamüllerin kabuk renkleri ile karşılaştırıldığında; genel olarak benzerlik göstermekle birlikte bazı farklılıklar da gözlenmektedir. Bunun sebebi keklerin kabuk renginin kullanılan ingredientlerin çeşidi, miktarı ve renklerinin farklılığının yanı sıra pişirme sırasında meydana gelen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından (maillard ve karamelizasyon) etkilenmesidir (Cho 2010; Kim ve ark., 2014). DN oldukça beyaz renge sahip bir hammaddedir. Kek formülasyonunda buğday unu ile yer değiştirildiğinde, buğday unundan gelen renk pigmentlerinin seyrelmesine ve kabuk L^* değerinin yükselmesine neden olmuş olabilir. Diğer taraftan DN düşük serbest şeker ve aminoasit içeriği ile maillard reaksiyonunu kısıtlayarak kabuk L^* değerini artırırken a^* değerinin de düşmesinde etkili olmuş olabilir. Bu durum literatür verileri ile de doğrulanmaktadır (Majzoobi ve ark., 2014; Baixauli ve ark., 2008). YEU keklerin kabuk L^* değerini düşürmüştür yani kabuk koyuluğunu artırmıştır. YEU'nun buğday unundan daha koyu bir renge sahip olması ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ile kabuk koyuluğunun artmasına sebep olmuş olabilir.

4.3.2.2. Kek iç renk ölçümü sonuçları

Guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak farklı oranlarda DN, YEU ve DN+YEU eklenerek hazırlanmış kek örneklerinin iç renklerine ait L*, a* ve b* değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Farklı DN oranlarında guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanmış kek örneklerinin iç renklerine ait L* değerleri 70.81-73.98 arasında değişim göstermiştir. Guar gam ilavesiz ve ilaveli olarak hazırlanmış örneklerde, kek formülasyonunda DN kullanımı kek içi L* değerini sayısal olarak yükseltmiştir. Ancak sonuçlar istatistiki açıdan değerlendirildiğinde, guar gam ilavesiz örneklerde % 40 DN kullanımında, guar gam ilaveli örneklerde ise % 30-40 DN kullanım oranlarında gerçekleşen artışın önemli ($p<0.05$) olduğu görülmektedir.

YEU kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kek içi L* değerleri 51.57-71.19 arasında değişmiştir. Hem guar gam ilaveli hem de ilavesiz örneklerde, kek formülasyonunda YEU kullanımı kek içi L* değerini önemli oranlarda azaltmıştır. En düşük L* değerleri guar gam ilaveli ve ilavesiz olan % 30-40 YEU kullanılan keklerde belirlenmiştir.

DN+YEU kombinasyonu kullanılarak hazırlanan keklerin kek içi L* değerleri 55.32-70.98 arasında değişmiştir. Hem guar gam ilaveli hem de ilavesiz örneklerde, kek formülasyonunda DN+YEU kombinasyonu kullanımı kek içi L* değerini azaltmıştır. Tüm DN+YEU oranlarında L* değerleri istatistiki olarak birbirlerinden farklıdır. YEU eklenen keklerde olduğu gibi yüksek oranlarda DN+YEU eklenen keklerde en düşük L* değerleri elde edilmiştir.

Sonuçlar guar gam ilavesi açısından değerlendirildiğinde ise; DN eklenen keklerde guar gam ilave edilmiş ve edilmemiş örneklerin L* değerleri arasında sayısal olarak farklılıklar olsa da, istatistiki açıdan bir farklılık belirlenmemiştir. % 40 YEU ve % 30-40 DN+YEU eklenen keklerde ise guar gam ilave edilmiş örnekler guar gam ilave edilmeyenlerden daha düşük L* değerleri vermiş ancak bu fark da istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.7. Kek örneklerinin iç renk değerlerine ait sonuçlar¹

	L*		a*		b*	
	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli	Guar gam ilavesiz	Guar gam ilaveli
DN (%)						
0	70.81±0.51 ^{Ba}	71.03±0.38 ^{Ba}	-1.45±0.07 ^{Ba}	-1.22±0.11 ^{Ba}	26.67±0.27 ^{Aa}	26.40±0.28 ^{Aa}
10	71.04±0.06 ^{Ba}	72.68±0.81 ^{ABa}	-1.05±0.10 ^{ABa}	-0.95±0.14 ^{ABa}	26.52±0.17 ^{ABa}	26.05±0.07 ^{ABa}
20	71.73±0.62 ^{Ba}	72.77±0.61 ^{ABa}	-0.83±0.08 ^{Aa}	-0.77±0.11 ^{Aa}	25.29±0.41 ^{ABCa}	25.35±0.49 ^{ABa}
30	72.44±0.46 ^{ABa}	73.75±0.75 ^{Aa}	-0.76±0.13 ^{Aa}	-0.75±0.07 ^{Aa}	25.16±0.23 ^{ABCa}	24.68±0.51 ^{Ba}
40	73.98±0.78 ^{Aa}	73.95±0.71 ^{Aa}	-0.77±0.17 ^{Aa}	-0.85±0.07 ^{ABa}	24.95±0.62 ^{Ca}	24.69±0.27 ^{Ba}
YEU (%)						
0	70.84±0.49 ^{Aa}	71.19±0.27 ^{Aa}	-1.46±0.09 ^{Ea}	-1.19±0.08 ^{Ea}	26.54±0.76 ^{Aa}	26.02±0.42 ^{Aa}
10	65.06±0.25 ^{Ba}	66.34±0.48 ^{Ba}	-0.98±0.10 ^{Da}	-0.64±0.15 ^{Da}	24.31±0.44 ^{Ba}	23.77±0.25 ^{Ba}
20	58.28±0.37 ^{Cb}	60.23±0.33 ^{Ca}	0.12±0.08 ^{Ca}	-0.11±0.18 ^{Ca}	21.66±0.23 ^{Ca}	21.94±0.14 ^{Ca}
30	56.22±0.18 ^{Da}	54.93±0.94 ^{Da}	0.55±0.06 ^{Ba}	0.66±0.14 ^{Ba}	19.70±0.43 ^{Da}	20.46±0.29 ^{Da}
40	55.11±0.34 ^{Da}	51.57±0.43 ^{Eb}	1.30±0.07 ^{Aa}	1.49±0.04 ^{Aa}	19.36±0.23 ^{Da}	18.85±0.15 ^{Ea}
DN+YEU (%) kombinasyonu						
0	70.88±0.45 ^{Aa}	70.98±0.55 ^{Aa}	-1.50±0.12 ^{Ca}	-1.25±0.18 ^{Ca}	26.71±0.28 ^{Aa}	26.25±0.14 ^{Aa}
10	66.79±0.39 ^{Ba}	67.38±0.37 ^{Ba}	-0.60±0.07 ^{Ba}	-0.82±0.17 ^{BCa}	25.56±0.24 ^{Ba}	25.33±0.46 ^{ABa}
20	64.56±0.57 ^{Ca}	64.75±0.23 ^{Ca}	-0.48±0.05 ^{ABa}	-0.37±0.04 ^{ABa}	23.93±0.21 ^{Ca}	24.74±0.34 ^{Ba}
30	62.31±0.39 ^{Da}	59.32±0.35 ^{Db}	-0.38±0.06 ^{ABa}	-0.37±0.03 ^{ABa}	21.59±0.08 ^{Db}	23.45±0.28 ^{Ca}
40	58.64±0.32 ^{Ea}	55.32±0.28 ^{Eb}	-0.20±0.14 ^{Aa}	-0.15±0.14 ^{Aa}	21.44±0.16 ^{Da}	20.12±0.25 ^{Db}

¹DN: Dirençli nişasta, YEU: Yer elması unu, DN+YEU: Dirençli nişasta+Yer elması unu kombinasyonu, L*: Parlaklık renk değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. İstatistiki değerlendirme DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonları için ayrı ayrı yapılmıştır. Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar ve aynı satırda farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Farklı DN oranlarında guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak hazırlanmış kek örneklerinin iç renklerine ait a* değerleri -1.45 ile -0.75 arasında değişmiştir. Guar gam ilavesiz kekler kendi aralarında incelendiğinde % 20, 30 ve 40 oranında DN eklenen keklerin kontrol kek örneğinden daha yüksek a* değerine sahip olduğu görülmektedir. Guar gam ilaveli kekler kendi aralarında karşılaştırıldığında ise sadece % 20-30 DN içeren grubun kontrolden daha yüksek a* değerine sahip olduğu görülmektedir. a*'nın pozitif değerleri kırmızılığı, negatif değerleri ise yeşilliği ifade etmektedir.

YEU kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde guar gam ilaveli ve ilavesiz olan keklerin iç renklerinde a* değeri -1.46 ile 1.49 arasında değişmektedir. YEU eklenen tüm keklerde YEU eklenme oranı arttıkça kek içi a* değerlerinde önemli ($p < 0.05$) artış olmaktadır. Guar gam ilaveli ve ilavesiz olan YEU eklenmiş keklerdeki bütün oranlarda elde edilen kek içi a* değerleri istatistiki olarak birbirinden farklıdır. En yüksek YEU kullanım oranı, guar gam ilaveli ve ilavesiz keklerde en yüksek kek içi kırmızılığının elde edilmesini sağlamıştır.

DN+YEU kombinasyonu kullanılarak hazırlanan keklerin iç a* değerleri -1.50 ile -0.15 arasında değişmiştir. DN+YEU kullanılarak hazırlanan keklerde kek içi a* değerlerinin DN+YEU kullanımı ile kontrole göre arttığı görülmektedir. Hem guar gam ilaveli hemde ilavesiz kek örneklerinde % 20 ve üzerindeki DN+YEU kullanımı en yüksek a* değerinin elde edilmesine neden olmuştur.

Sonuçlar guar gam ilavesi faktörü açısından karşılaştırıldığında; tüm DN, YEU ve DN+YEU kullanım oranlarında hazırlanan kek içi a* değerinin guar gam kullanımından istatistiki olarak etkilenmediği ve guar gam ilaveli ve ilavesiz grup arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir.

DN eklenen guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak üretilen keklerin kek içi b* değeri 24.68-26.67 arasında değişmiştir. Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında guar gam ilavesiz kek grubunda % 40 oranında DN eklenen kekte, guar gam ilaveli kek grubunda ise % 30-40 oranında DN eklenen keklerin b* değerinde azalma görülmektedir. Daha düşük DN ilave oranlarında elde edilen b* değerleri kontrol kek örneği ile aynı grupta yer almıştır.

YEU eklenerek guar gam ilaveli ve ilavesiz üretilen keklerde içi b* değeri 18.85-26.54 arasında değişmiştir. YEU eklenen tüm keklerde YEU eklenme oranı arttıkça kek içi b* değerinde azalma gerçekleşmiştir. Guar gam ilavesiz olarak üretilen keklerde % 30 ve % 40 oranında YEU içeren keklerin b* değerleri istatistiki olarak aynı grupta bulunmuştur.

DN+YEU eklenen kekleri kek içi b* değerleri 20.12-26.71 arasında değişmiştir. DN+YEU eklenen tüm keklerde de YEU'nun tek başına kullanımında olduğu gibi artan DN+YEU eklenme oranına bağlı olarak kek içi b* değerinde azalma mevcuttur. Sadece guar gam ilaveli olarak hazırlanan ve % 10 DN+YEU kombinasyonu içeren kek kontrol örneğe eşdeğer b* değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur.

Kek içi b* değerleri guar gam ilave faktörü açısından karşılaştırıldığında; DN ve YEU'nun bireysel kullanımlarında tüm oranlar için geçerli olmak üzere gam kullanılan ve kullanılmayan örneklerin b* değerleri arasında istatistiki bir farklılık belirlenmemiştir. DN+YEU kombinasyonunda ise % 30 ve 40 kullanım oranlarında gam kullanılan ve kullanılmayan örneklerin b* değerleri arasında bir fark belirlenmiştir.

Majzooobi ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada % 0, 10, 20 ve 30 oranlarında DN ekledikleri keklerde, kek içi L* değerlerini sırasıyla 68.0, 71.6, 74.3 ve 78.0 olarak bulmuşlardır. Artan DN oranına bağlı olarak kek içi L* değerinde belirgin bir artış tespit etmişlerdir. Kek içi a* ve b* değerleri ise artan DN miktarı ile düşmüş, kontrol kek örneğinde -4.7 ve 42.0 olan a* ve b* değerleri, % 30 DN ilavesiyle sırasıyla -8.3 ve 30.3 olarak bulunmuştur.

Bilgiçli ve Levent (2013) buğday unu yerine ikame olarak DN'yı % 0, 5, 10 ve 15 oranında kullandıklarında keklerde, kek içi L* değerlerini sırasıyla 71.29, 71.76, 72.27 ve 73.95 olarak belirlemişlerdir. Artan DN miktarına bağlı olarak kek içi parlaklık değeri artmıştır. Kek içi a* değerinde ise sayısal olarak bir artış olsa da istatistiki olarak farklılık belirlememişlerdir. Keklerde artan DN miktarına bağlı olarak kek içi b* değerinin düştüğünü bildirmişlerdir. En düşük kek içi b* değerini % 15 DN eklenen kek örneğinde 25.72 olarak tespit etmişlerdir.

Baixauli ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada, % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında DN ilaveli muffinler üretilmiştir. Muffinlerde DN konsantrasyonuna bağlı olarak parlaklık değerinde önemli bir değişiklik belirlenmemiştir. Fakat muffinlerin kırmızılık ve sarılıkları azalmıştır. Kontrol muffin örneğinde 0.06 ve 24.0 olan a* ve b* değerleri, % 20 DN ilavesiyle sırasıyla -0.16 ve 20.4 olarak bulunmuştur.

Laguna ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada, buğday ununa ikame olarak % 0, 20, 40 ve 60 oranlarında DN ilave edilen bisküvilerin iç renk özellikleri incelenmiştir. Artan DN miktarına bağlı olarak bisküvilerin L* değeri de artmaktadır. Kontrol bisküvi örneğinde bu değer 66.9 olarak belirlenmişken, % 60 oranında DN ilave edilen bisküvi örneğinde 71.1 olarak bulunmuştur. Bisküvilerin a* değerleri istatistiki olarak benzerken, b* değerlerinde ise azalma eğilimi belirlenmiştir.

Kim ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada yer elması tozu ilave edilen keklerde, kek içi L* değeri kontrol grubunda en yüksek bulunmuştur (71.90). Artan yer elması tozu miktarıyla birlikte L* değeri azalmaktadır. % 10, 20, 30, 40 ve 50 oranında yer elması tozu eklendiğinde L* değeri sırasıyla 55.35, 47.00, 41.43, 37.39 ve 34.72 olarak bulunmuştur. Keklerin farklı YEU ilave oranlarındaki (% 10, 20, 30, 40 ve 50) a* ve b* değerleri de sırasıyla % -4.97, -0.75, 0.11, 0.93, 1.53 ve 2.06; 20.08, 14.95, 13.77, 12.93, 12.28 ve 11.89 olarak belirlenmiştir. Yer elması tozu kabuk rengine göre kek içi renginde daha belirgin değişikliğe neden olmuştur. Kek içi a* değeri formülasyonda artan YEU miktarı ile artarken, b* değeri ise aksine düşüş göstermiştir.

Yer elması tozu içeren kurabiyelerin kalite özelliklerini inceleyen Park ve ark. (2013), yer elması tozu miktarı arttıkça L* değerinin önemli ölçüde ($p<0,05$) azaldığını, a* değerinin ise arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca yer elması tozunun % 20 nin üzerine çıkması durumunda b* değerinin önemli düzeyde azaldığını rapor etmişlerdir.

Çelik ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada buğday ununa ikame olarak % 0, 5 ve 10 oranlarında yer elması tozunu kek üretiminde kullanmışlardır. Kek örneklerinin iç renklerini incelediklerinde; yer elması tozu ilave edilen keklerin L* ve a* değerleri kontrol kek örneğine göre daha düşük olarak belirlenmiştir. İstatistiki olarak bakıldığında ise tüm oranlarda L*, a* ve b* değerleri benzerdir.

Keklere DN ve YEU ilavesinde kek kabuk renklerinde olduğu gibi elde edilen sonuçlar literatür ile benzerlik ve farklılık göstermektedir. Yapılan çalışmalarda kek içi rengi, kek formülasyondaki bileşenlerden etkilendiği bildirilmiştir (Majzoobi ve ark., 2014). Kek içi rengi kullanılan hammaddelerin çeşidi ve miktarından yüksek oranda etkilenmektedir. Kabukta gerçekleşen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları kek içinde gerçekleşmez. Bu nedenle hammadde özelliklerinin yanı sıra hamur pH'sıda rengi etkileyen en önemli faktörlerdendir. Yüksek oranda DN kullanımı kek içi parlaklığını yükseltirken, YEU tüm kullanım oranlarında kekin iç rengini koyulaştırmıştır. DN+YEU kombinasyonunda da, YEU baskın özellik göstererek kek içinin koyu renk almasına neden olmuştur.

4.3.3. Kek kimyasal analiz sonuçları

Guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak üretilen DN, YEU ve DN+YEU eklenmiş keklerde yapılan diğer analizlerin sonucunda teknolojik olarak üstün özellik gösteren

guar gam ilaveli gruplarda kimyasal analizler yapılmıştır, analiz sonuçları Çizelge 4.8 de gösterilmiştir.

DN, YEU ve DN+YEU ilaveli keklerin nem miktarları sırasıyla % 16.89-17.60, % 16.95-18.08 ve % 17.68-18.24 arasında değişmiştir. Genel olarak keklerin nem miktarları yakın çıkmış olup, istatistiki olarak bir farklılık belirlenmemiştir.

Çizelge 4.8. Kek örneklerinin kimyasal analiz değerlerine ait sonuçlar¹

	Nem (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Toplam fenolik madde (mgGAE/kg)	Antioksidan aktivite (%)
DN (%)						
0	17.19±0.39 ^A	1.52±0.01 ^C	25.02±0.11 ^A	10.19±0.29 ^A	2784.46±7.83 ^A	17.14±0.12 ^A
10	16.89±0.20 ^A	1.60±0.02 ^{BC}	24.91±0.40 ^A	9.23±0.33 ^{AB}	2720.14±6.36 ^B	16.82±0.81 ^A
20	17.40±0.38 ^A	1.70±0.01 ^{AB}	25.09±0.54 ^A	8.88±0.78 ^{AB}	2656.80±6.79 ^C	15.32±0.34 ^A
30	17.55±0.57 ^A	1.74±0.06 ^{AB}	24.73±0.13 ^A	7.48±0.39 ^{BC}	2583.93±8.58 ^D	15.45±0.51 ^A
40	17.60±0.59 ^A	1.80±0.00 ^A	24.45±0.45 ^A	6.22±0.13 ^C	2544.19±5.93 ^E	14.77±0.69 ^A
YEU (%)						
0	17.43±0.40 ^A	1.52±0.02 ^D	24.99±0.29 ^A	10.51±0.51 ^A	2778.09±8.61 ^E	17.91±0.90 ^C
10	18.08±0.19 ^A	1.69±0.06 ^{CD}	24.39±1.05 ^A	9.17±0.22 ^{AB}	3136.93±6.97 ^D	22.05±0.05 ^B
20	17.59±0.60 ^A	1.81±0.02 ^{BC}	23.61±0.55 ^A	8.34±0.33 ^{AB}	3516.58±3.65 ^C	24.95±0.63 ^B
30	17.50±0.61 ^A	1.95±0.02 ^{AB}	23.38±0.38 ^A	8.96±0.84 ^{AB}	4116.21±5.36 ^B	31.62±0.16 ^A
40	16.95±0.73 ^A	2.07±0.07 ^A	22.77±0.68 ^A	7.44±0.34 ^B	4506.12±8.65 ^A	33.57±0.32 ^A
DN+YEU (%) kombinasyonu						
0	17.90±0.46 ^A	1.52±0.01 ^C	24.96±0.16 ^A	10.78±0.76 ^A	2762.42±3.65 ^E	17.18±0.16 ^C
10	17.70±0.64 ^A	1.62±0.02 ^{BC}	25.43±0.53 ^A	9.46±0.43 ^{AB}	2930.89±5.81 ^D	19.68±0.14 ^{BC}
20	18.18±0.29 ^A	1.70±0.01 ^{ABC}	24.49±0.59 ^A	8.53±0.45 ^{AB}	3068.05±4.31 ^C	21.84±0.74 ^{AB}
30	17.68±0.67 ^A	1.78±0.06 ^{AB}	24.74±0.67 ^A	9.17±0.07 ^{AB}	3242.49±7.76 ^B	22.00±0.20 ^{AB}
40	18.24±0.46 ^A	1.88±0.05 ^A	24.03±0.46 ^A	7.57±0.04 ^B	3415.25±7.42 ^A	22.59±0.59 ^A

¹ DN: Dirençli nişasta, YEU: Yer elması unu, DN+YEU: Dirençli nişasta+Yer elması unu kombinasyonu. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. İstatistiki değerlendirme DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonları için ayrı ayrı yapılmıştır. Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Kek formülasyonunda % 20 ve üzerinde DN kullanılması kek örneklerinin kül miktarını yükseltmiştir. En yüksek kül miktarı % 40 DN kullanımıyla % 1.80 olarak belirlenmiştir. Aynı durum YEU ilaveli keklerde de görülmüş olup, % 20 ve üzerinde YEU kullanımı, keklerin kül miktarında önemli artışa neden olmuştur. DN+YEU kombinasyonunun % 30-40 kullanım oranları kül miktarını kontrol örneğine göre artırmıştır. Çizelge 4.2'den görüleceği gibi DN ve YEU sırasıyla % 2.26 ve % 4.49 kül miktarına sahiptir. Buğday ununa kıyasla yüksek kül içeriklerine sahip olmaları ilave edildikleri kek örneklerinin de kül miktarlarının artmasına neden olmuş olabilir.

DN, YEU ve DN+YEU ilaveli keklerin yağ miktarları sırasıyla % 24.45-25.09, % 22.77-24.99 ve % 24.03-25.43 arasında değişmiştir. Genel olarak keklerin yağ miktarları yakın çıkmış olup, istatistiki olarak bir farklılık belirlenmemiştir.

DN ilaveli kek örneklerinde protein miktarı % 10.19-6.2 arasında değişim göstermiştir. Kek formülasyonuna ilave edilen DN miktarı arttıkça protein miktarında sayısal bir azalma gerçekleşmiş ancak bu azalma % 30-40 ilave oranında kontrol örneğinden istatistik olarak farklı bulunmuştur. YEU ilaveli örneklerde de YEU ilave oranı arttıkça protein miktarında hafif azalmalar gerçekleşmiş ancak en yüksek ilave oranı olan % 40 YEU oranında bu azalma önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Aynı durum DN+YEU kombinasyonunda da belirlenmiş, % 40 ilave oranında kek örneklerinin protein miktarı kontrol örneğine göre önemli ($p<0.05$) azalma göstererek %7.57'ye düşmüştür. Kontrol örneğinin protein miktarı % 10.78 olarak belirlenmiştir. Protein sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde DN ve YEU'nun tek tek ya da kombinasyon halinde yüksek oranda kullanımının protein miktarında azalmaya neden olduğu bunun sebebinin de DN ve YEU'nun zengin protein kaynakları olmamaları, buğday unu ile karşılaştırıldıklarında daha düşük protein miktarını sahip olmaları ile açıklanabilir (Çizelge 4.2 ve 4.8).

Kek formülasyonuna ilave edilen DN miktarı arttıkça kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarında azalma meydana gelmiş ve en düşük değer % 40 DN ilaveli keklerde belirlenmiştir. YEU ilavesi DN'nin aksine kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarını artırmıştır. YEU en düşük ilave oranı bile kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarını önemli miktarda artırmıştır. En yüksek toplam fenolik madde miktarı değerine tahmin edildiği gibi % 40 YEU oranında ulaşılmıştır. YEU tek başına olduğu gibi DN+YEU kombinasyonunda da kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarının artmasına neden olmuştur. Ancak artış YEU'nun tek başına kullanımındaki kadar yüksek olmamıştır. DN'nin fenolik madde içeriğinin düşük olması, YEU'nun ise zengin toplam fenolik madde içeriğine sahip olması (Çizelge 4.2) DN ilaveli keklerde toplam fenolik maddede düşüşe YEU ilavelilerde artışa neden olurken DN+YEU kombinasyonunda YEU'nun zengin toplam fenolik madde içeriği baskın gelerek keklerin toplam fenolik madde miktarının da artmasına neden olmuştur.

Kek formülasyonunda artan oranda DN kullanımı antioksidan aktivite değerinde istatistik olarak bir farklılığı neden olmazken, sayısal olarak bir azalma belirlenmiştir. Bu durum DN'nin antioksidan aktivitesinin buğday ununa göre düşük olmasına atfedilebilir (Çizelge 4.2). Kek formülasyonunda artan oranda YEU kullanımı ise tahmin edildiği gibi antioksidan aktivite miktarını artırmıştır. YEU'nun yüksek antioksidan aktivite değeri son ürüne de yansımıştır. YEU'nun DN ile kombinasyon halinde kullanılması da

% 20 ilave oranının üzerinde antioksidan aktiviteyi artırmıştır. Kombinasyonda YEU'nun antioksidan aktivitesi baskın rol oynamıştır ve son ürüne yansımıştır.

Pongjanta ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, tereyağlı keklerde buğday ununu % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında DN ile yer değiştirmişlerdir. Geliştirilen tereyağlı keklerin fiziko-kimyasal özellikleri, duyuşal değerlendirme ve in vitro nişasta hidroliz oranlarını araştırmışlardır. Keklerde buğday unu yerine kullanılan DN (% 0 ila 20) oranının artmasıyla birlikte, keklerdeki nem miktarı % 24.06'dan % 25.53'e yükselmektedir. Bu sonucun, DN'nın yüksek su tutma kapasitesinden kaynaklandığı düşünölmektedir. Keklerde artan DN seviyesiyle birlikte kül, yağ ve protein miktarında azalma gözlemlenmiştir. Kontrol kek örneğinde % 2.65 belirlenen kül miktarı % 20 DN eklendiğinde % 2.27 olarak bulunmuştur. % 0, 10 ve 20 oranlarında DN eklenen keklerde yağ miktarları sırasıyla % 25.06, 24.89 ve 24.07 olarak belirlenmiştir. Protein miktarı ise kontrol kek örneğinde % 12.37 ve % 20 DN eklendiğinde % 10.84 olarak bulunmuştur. Keklere DN eklenmesiyle birlikte keklerin kül, protein ve yağ miktarının azalmasının sebebinin keklerle eklenen DN'nın (% 1.16, % 0.88 ve % 0.81), buğday unundan (% 7.45, % 1.18 ve % 0.98) daha düşük protein, yağ ve küle sahip olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında ise kullanılan DN'nın Tip 4 DN olması ve kül içeriğinin üretim metodu itibariyle yüksek olması, kek örneklerinde de yüksek kül içeriklerinin elde edilmesine neden olmuştur.

Bilgiçli ve Levent (2013) yaptıkları çalışmada, ruşeym (% 0, 10 ve 20) ve ticari DN'yı (% 0, % 5, % 10 ve % 15) kek formölasyonuındaki buğday unu ile yer değiştirerek ürettikleri keklerin besinsel, fiziksel ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. DN'nın kekin kimyasal bileşimine olan etkisi incelendiğinde, keklerin kül içeriklerinde artan DN miktarına bağlı sayısal olarak azalma gözlemlenmiştir. Kontrol kek örneğinde % 13.8 olan kül miktarı, % 40 oranında DN eklediklerinde % 13.3 olarak belirlenmiştir. Kül miktarındaki bu azalma istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Keklere DN eklenmesi ile keklerin yağ miktarlarında değişim belirlenmemiştir. Keklerin protein içerikleri incelendiğinde, artan DN miktarıyla birlikte keklerin protein içeriği azalmıştır.

Kronberga ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, YEU ekleyerek yaptıkları keklerin nem içeriklerini incelediklerinde, kontrolün nem içeriğinin % 19.97 olduğunu ve YEU'nun % 10 ila 20 oranında eklenmesinin nem içeriğinin arttığını, ancak YEU nun oranı % 30'un üzerine çıktığında nem içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir. % 50 oranında YEU ilave edildiğinde ise nem miktarı % 18.17 olarak tespit edilmiştir.

Gedrovica ve Karklina (2012) yaptıkları çalışmada, yüksek kaliteli buğday ununu % 10, 30 ve 50 oranlarında yer elması tozu ile yer değiştirerek pastacılık ürünleri (kek, tereyağlı bisküvi ve ballı bisküvi) elde etmişlerdir. Keklerde yapılan kimyasal analizler incelendiğinde; yer elması tozunun artan konsantrasyonuyla tüm pastacılık ürünlerinde yağ ve protein içeriği azalmaktadır. Yer elması tozu içeren tüm pastacılık ürünlerindeki yağ içeriğinin azalması ile ürünlerin enerji değerinin azaltılabileceği düşünülmektedir. Kontrol kek örneğinde % 18.89 olarak belirlenen yağ miktarı, % 40 oranında yer elması tozu ilave edildiğinde % 17.22 olarak belirlenmiştir. Yer elması tozunun artan konsantrasyonuyla tüm pastacılık ürünlerinde protein içeriği hafifçe azalmaktadır. Kontrol kek örneğinde % 8.78 olarak belirlenen protein miktarı, artan yer elması tozu miktarıyla birlikte (% 10, 30 ve 50) sırasıyla % 8.48, 7.98 ve 7.62 olarak tespit edilmiştir. Yer elması tozunun yağ miktarındaki azalma, yer elması tozunun yüksek kaliteli buğday unundan 3 kat daha az yağ içermesinden; protein miktarındaki azalmanın da, yer elması tozunun yüksek kaliteli buğday unundan 2.5 kat daha az protein içermesinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Kim ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, % 0, 20, 30, 40 ve 50 yer elması tozu içeren pirinç unlu sünger keklerinin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Yer elması tozu ekledikleri keklerde kontrol grubunun toplam fenolik madde içeriği 8.42 ± 0.25 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Artan yer elması tozu oranlarında (% 10, 20, 30, 40 ve 50) toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 10.69, 12.01, 13.57, 16.01 ve 17.43 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Artan yer elması tozu miktarına bağlı olarak fenolik madde içeriği önemli ölçüde artmıştır ($p < 0.05$). Keklerin antioksidan aktiviteleri DPPH radikal temizleme metodu ile belirlenmiştir. DPPH radikal süpürme kabiliyeti kontrol, % 10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında yer elması tozu ilave oranlarında sırasıyla % 9.33, 17.30, 22.68, 26.02, 30.44 ve 35.29 olarak belirlenmiştir. DPPH radikal süpürme aktivitesi, keklere ilave edilen yer elması tozu miktarıyla birlikte önemli ölçüde artmıştır ($p < 0.05$).

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, DN ve YEU eklenen keklerin kimyasal analiz sonuçları yapılan çalışmalarla benzerlik ve farklılıklar göstermektedir. Yaptığımız çalışmada keklerin nem içeriği ve yağ içeriğinde istatistiki farklılık belirlenmemiştir. DN eklenen keklerde yapılan çalışmalarla farklı sonuçların elde edilmesinin sebebi; eklenen DN'nin türünden (DN₁, DN₂, DN₃, DN₄ ve DN₅) kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Her tip DN, üretim metoduna bağlı olarak fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından farklılık gösterebilmektedir. Yaptığımız çalışmada

DN ve YEU eklenen keklerin, kül içeriği artmakta; protein içeriği azalmaktadır. Proteindeki azalma, DN ve YEU'nun kimyasal bileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir, yapılan çalışmalarda da aynı sonuçlar bildirilmiştir (Gedrovica ve Karklina, 2012; Bilgiçli ve Levent, 2013). Polifenolik bileşikler, bir molekülde birden fazla fenolik hidroksil (OH) grubuna sahip olduklarından, fenolik polihidrik fenoller çok çeşitli anti-enflamatuvar, anti-kanser ve antioksidan özelliklere sahip olsalar da proteinler ve makromoleküller ile kolayca birleştirilirler. Fenolik bileşikler çeşitli fizyolojik aktiviteye sahiptir (Chon ve ark. 2013). Keklerin fenolik bileşimleri ve antioksidan aktiviteleri ise YEU ilave edildiğinde artmış, DN ilave edildiğinde azalmıştır. DN fenolik ve antioksidan bileşimine sahip değilken; YEU yüksek oranda içermektedir. Kurutulmuş yer elmasında esculin, gentisik asit, kateşin, klorojenik asit, vanilik asit, epicatechin ve salisilik asit gibi 22 fenolik bileşik belirlenmişlerdir (Tchone ve ark., 2006). Bu nedenle de YEU eklenmesi keklerin fenolik bileşimini artırmaktadır. Keklere DN+YEU kombinasyonu ilave edildiğinde de YEU'dan kaynaklanan bileşen grubu daha baskın olup keklerin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite içeriğini artırmıştır.

Farklı oranlarda DN, YEU, DN+YEU eklenerek hazırlanan kek örneklerinin Ca, Fe, K, Mg ve Zn miktarları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Sonuçlar Ca minerali açısından değerlendirildiğinde; farklı oranlarda DN ilave edilerek hazırlanan keklerin Ca miktarlarının sayısal olarak birbirine yakın olmasına rağmen % 10 DN kullanılarak hazırlanan örneğin diğer kek örneklerinden istatistiki olarak daha yüksek Ca miktarına sahip olduğu görülmüştür. Artan YEU ilavesi ise kek örneklerinin Ca miktarını önemli ($p < 0.05$) düzeyde yükseltmiş kontrol örneğinde 44.10 mg/100 g olan Ca miktarı, % 40 YEU ilave oranında 55.90 mg/100 g'a ulaşmıştır. YEU'nun yüksek Ca içeriği DN+YEU kombinasyonuna da yansiyarak, kek formülasyonunda % 20 ve üzerindeki kombinasyon kullanım oranlarında Ca miktarında istatistiki olarak önemli bulunan artışlar gerçekleşmiştir. % 10 DN+YEU kombinasyonu ile üretilen keklerin Ca miktarı kontrol kek örneğinden düşük olsa da sayısal olarak yakın değerler elde edilmiştir.

DN kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde Fe miktarı 2.30-2.60 mg/100 g arasında değişmiş olup, DN ilave oranı kek örneklerinin Fe miktarı üzerinde önemli bulunmamış ve tüm kek örneklerinin Fe miktarı aynı grupta yer almıştır. Yüksek oranlarda (% 30-40) YEU kullanımı kek örneklerinin Fe miktarını artırmış ancak sadece % 40 YEU oranı kontrol kek örneğinden istatistiki olarak daha yüksek değer vermiştir.

DN+YEU kombinasyonunun yüksek kullanım oranları keklerin Fe miktarı üzerinde hafif bir artışa neden olsa da kontrol keki ile aynı grupta yer almışlardır.

Çizelge 4. 9. Kek örneklerinin mineral madde miktarlarına ait sonuçlar (mg/100 g)¹

	Ca	Fe	K	Mg	Zn
DN (%)					
0	44.60±0.27 ^B	2.40±0.05 ^A	136.80±0.69 ^A	18.30±0.07 ^A	0.80±0.03 ^A
10	45.90±0.28 ^A	2.30±0.09 ^A	122.90±0.25 ^B	16.80±0.24 ^B	0.70±0.08 ^A
20	44.40±0.05 ^B	2.50±0.27 ^A	110.10±0.21 ^C	15.20±0.09 ^C	0.70±0.08 ^A
30	44.10±0.11 ^B	2.60±0.05 ^A	97.30±0.04 ^D	13.90±0.15 ^D	0.60±0.54 ^A
40	44.30±0.07 ^B	2.60±0.16 ^A	89.70±0.15 ^E	12.80±0.15 ^E	0.60±0.09 ^A
YEU (%)					
0	44.10±0.14 ^E	2.50±0.15 ^B	141.30±0.05 ^E	17.70±0.04 ^E	0.70±0.04 ^A
10	47.30±0.03 ^D	2.50±0.06 ^B	189.00±0.22 ^D	19.40±0.05 ^D	0.80±0.09 ^A
20	50.70±0.25 ^C	2.60±0.05 ^B	246.80±0.25 ^C	21.50±0.17 ^C	0.80±0.04 ^A
30	53.20±0.09 ^B	3.00±0.17 ^{AB}	283.90±0.01 ^B	23.20±0.28 ^B	0.80±0.06 ^A
40	55.90±0.13 ^A	3.30±0.08 ^A	343.70±0.06 ^A	25.60±0.18 ^A	0.90±0.08 ^A
DN+YEU (%) kombinasyonu					
0	45.80±0.08 ^D	2.50±0.13 ^A	136.00±0.13 ^E	17.50±0.07 ^D	0.80±0.09 ^A
10	44.90±0.24 ^E	2.60±0.13 ^A	172.00±0.13 ^D	17.10±0.27 ^D	0.70±0.04 ^A
20	48.30±0.07 ^C	2.60±0.22 ^A	195.60±0.05 ^C	19.20±0.25 ^C	0.70±0.08 ^A
30	50.90±0.04 ^B	2.80±0.03 ^A	224.00±0.21 ^B	20.50±0.02 ^B	0.80±0.08 ^A
40	54.20±0.18 ^A	2.90±0.26 ^A	255.70±0.18 ^A	21.70±0.15 ^A	0.70±0.09 ^A

¹DN: Dirençli nişasta, YEU: Yer elması unu, DN+YEU: Dirençli nişasta+Yer elması unu kombinasyonu. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. İstatistikî değerlendirme DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonları için ayrı ayrı yapılmıştır. Aynı sütunda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

DN kullanılarak hazırlanan keklerde, artan DN oranına bağlı olarak K miktarında önemli azalmaların gerçekleştiği görülmektedir. Kontrol kek örneğinde 136.80 mg/100 g olan K miktarı % 40 DN kullanımı ile 89.70 mg/100 g'a kadar düşmüştür. YEU kullanımı ise DN kullanımının aksine kek örneklerinin K miktarını önemli düzeyde artırmış ve % 40 YEU ilave oranında kek örneklerinin K miktarı 343.70 mg/100 g'a kadar yükselmiştir. YEU, DN ile kombinasyon halinde kullanıldığında da benzer etkiyi göstermiş ve kek formülasyonunda artan DN+YEU kombinasyonu ile K miktarı da artmış en yüksek DN+YEU ilave oranında (% 40) , K miktarı 255.70 mg/100 g'a yükselmiştir. Sonuç olarak YEU'nun yüksek K içeriği (1017 mg/100 g) ve DN'nin düşük K miktarı (19.7 mg/100 g) son ürünün K miktarını etkilemiş görülmektedir (Çizelge 4.3-4.9).

Kek örneklerinin Mg miktarı formülasyon da kullanılan DN miktarı arttıkça azalmıştır. Kontrol kek örneğinde 18.30 mg/100 g olan Mg miktarı % 10, 20, 30 ve 40 DN ilave oranında sırasıyla 16.80, 15.20, 13.90 ve 12.80 mg/100g olmuş ve en düşük değer en yüksek DN ilave oranında gerçekleşmiştir. Kek üretiminde artan oranda YEU

kullanımı ise Mg miktarını artırmıştır. % 40 YEU ilave oranında kek örneklerinin Mg miktarı 25.60 mg/100 g'a kadar yükselmiştir. DN+YEU kombinasyonu ilavesinde ise; % 20 ve üzerindeki DN+YEU oranlarında keklerin Mg miktarında önemli artış gerçekleşmiştir. % 10 DN+YEU kombinasyonu oranı ile üretilen keklerin Mg miktarı kontrol kekin Mg miktarına eşdeğer bulunmuş olup aynı grupta yer almıştır. Keklerin K içeriğinde olduğu gibi, YEU tek başına ya da DN ile kombinasyon halinde kullanıldığında Mg miktarının önemli miktarda artmasını sağlamıştır. DN'nin tek başına kullanımı da Mg miktarını düşürmüştür. Hammaddelerin Mg içerikleri (Çizelge 4.3) son ürüne yansımış gözükmemektedir.

DN ilavesiyle hazırlanan keklerin Zn miktarları 0.60-0.80 mg/100 g arasında değişim göstermiştir. Formülasyonda artan oranda DN kullanımı Zn miktarında hafif bir azalmaya neden olsa da bu azalış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. YEU ilaveli olarak hazırlanan keklerde Zn miktarı 0.70-0.90 mg/100 g arasında değişmiş ve YEU ilavesine bağlı olarak hafif artışlar gerçekleşmiş ancak bu artışlar da önemli seviyede bulunmamıştır. DN+YEU ilave oranına bağlı olarak kek örneklerinin Zn miktarında önemli değişiklik gerçekleşmemiştir. Çok hafif sayısal bir azalmanın olduğu görülmektedir.

Ca vücutta en yüksek miktarda bulunan mineraller arasında yer almaktadır (Hancı ve Özbilgin, 2018). Vücuttaki Ca'un % 99'u kemik ve dişlerde, geri kalanı yumuşak dokular ve vücut sıvılarında bulunur (Barış, 2015). Ca vücut için pek çok faydası mevcuttur. Birincil işlevi kemik ve dişlerin gelişimini, sağlığını korumaktır. Kandaki Ca, kanın pıhtılaşması için önemlidir ve hücre membranının taşıma işlevlerinde görev alır. Ayrıca Ca sinir iletimi ve kalp atımının denetimi için gereklidir (Baysal, 2012; Barış, 2015). Günlük gıdalardan 1-3 g Ca alınır. Erişkinlerde günlük Ca alınımının alt sınırı 600-800 mg/gün olarak bildirilmektedir (Hancı ve Özbilgin, 2018). Tahıllar Ca için zayıf kaynaklar içerisinde yer alırken, yer elması daha zengin bir kaynaktır. Bu nedenle keklere YEU eklenmesi Ca minerali açısından kekleri zenginleştirmektedir. K vücutta, asit baz dengesini sağlama, sinir uyarımı, su dengesi ve kas çalışması için gereklidir. Özellikler yeşil yapraklı sebzeler, çay, kurubaklagiller, et, kuruyemişler ve kuru meyveler yüksek K içeriğine sahip gıdalardır. Yer elması da yüksek K miktarına sahiptir, kek bileşiminde kullanımıyla keklerin K miktarını artırmıştır. K un günlük alınması gereken miktar 2-4 g'dır (Hergüner, 2019). Mg vücudumuz için önemli fonksiyonlara sahiptir. Kemik ve dişlerin yapısında bulunur, vücuttaki asit baz dengesinde görevlidir, protein sentezinde ve enzim aktivitesinde rol

oyun. Özellikle kuruyemişler, yağlı tohumlarda bol bulunan Mg mineralinin günlük alım miktarı 300-350 mg'dır (Güneş, 2015; Hergüner, 2019). Bu çalışmada YEU tek başına yada DN ile kombinasyon halinde kullanıldığında kek örneklerinde Mg açısından artış sağlamıştır. Fe, insan beslenmesinde esansiyel bir elementtir (Gaucheron, 2000). Oksijenin kırmızı kan hücreleri tarafından taşınımı, depolanması ve kullanımı ile redoks prosesleri gibi birçok biyolojik fonksiyonda görev alır (Ünal ve Akalın, 2004). Fe eksikliği dünyada en sık görülen besin ögesi eksikliği olup dünya popülasyonunun % 20'sini etkilemektedir (Martinez-Navarrete, 2000). Zn enerji metabolizması, protein sentezi, gen dizilişi gibi metabolik olaylarda kofaktör olarak görev alan bir mineraldir (Güzelcan ve El, 2011). Dünya nüfusunun yaklaşık 1/3'ünde ise Zn yetersizliği görülmektedir (Salgueiro ve ark., 2002; Ercan, 2008). Bu eksikliklerin giderilmesi, gıdalardan alınan minerallerin biyoyararlılığı artırılarak, gıdaların zenginleştirilmesiyle ya da tıbbi ilavelerle sağlanabilir. Tüm mineraller birlikte değerlendirildiğinde kek kullanımında artan oranda DN kullanımı ile K ve Mg miktarında azalma olduğu, diğer minerallerde istatistiki bir farklılığın oluşmadığı belirlenmiştir. YEU ise tüm kullanım oranlarında Ca, K ve Mg miktarlarını artırmış, yüksek kullanım oranında da Fe miktarını artırmıştır. DN+YEU kombinasyonu ise özellikle % 20 kullanım oranının üstünde Ca, K ve Mg miktarını yükseltmiştir.

Bilgiçli ve Levent (2013) buğday ununa ikame olarak DN ilavesi ile yapılan keklerin mineral miktarlarını incelemiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde DN eklenen keklerde yüksek oranda DN düzeyi (% 15), K, Mg ve P içeriğinde anlamlı bir ($p<0.05$) düşüşe neden olmuştur. Ca, Cu, Fe ve Zn mineral madde içeriğinde de azalmalar mevcut olmasına rağmen istatistiki olarak anlamlı bir farklılık mevcut değildir.

Yapılan bir çalışmada yer elması tozu % 10, % 30 ve % 50 oranlarında yüksek kaliteli buğday unu ile yer değiştirilerek pastacılık ürünleri (kek, tereyağlı bisküvi ve ballı bisküvi) elde edilmiştir. % 30 oranında yer elması tozu eklenen keklerde, kontrol numunesine kıyasla tespit edilen minerallerin çoğunda ve özellikle K (2.6 kat) ve Mg (2 kat) da artış gözlemlenmiştir. P ve Ca ise kontrol örneğine göre sırasıyla % 47.6 ve % 33.3 oranında artmıştır. Kek içindeki Fe içeriği ise önemsiz bir şekilde değişmiştir (Gedrovica ve Karklina, 2012).

4.3.4. Kek duyusal analiz sonuçları

Guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak üretilen DN, YEU ve DN+YEU eklenmiş keklerde yapılan diğer analizlerin sonucunda teknolojik olarak üstün özellik gösteren guar gam ilaveli gruplarda duyusal analizler yapılmıştır. Keklerde renk, koku, görünüş, tat ve genel beğeni özellikleri 7 puanlı hedonik skala ile değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sonuçları Şekil 4.1-4.3'de gösterilmiştir. Ayrıca kek örneklerinin resimleri EK-1'de verilmiştir.

Farklı oranlarda DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin renk puanları 6.64-6.90, 4.52-7.0 ve 5.42-7.0 arasında değişmiştir (Şekil 4.1-4.3). DN ilavesi ile hazırlanan keklerde % 30-40 DN oranında renk puanında hafif bir düşüş gerçekleşede istatistiki olarak tüm DN ilave oranlarında kontrol örneğe eşdeğer renk puanları elde edildiği görülmektedir. DN'nin tüm ilave oranları renk beğenisini olumsuz etkilememiştir (Şekil 4.1). YEU kullanımında ise % 10 YEU oranının üzerinde kek renk puanlarında düşüş gerçekleşmiş ve yüksek kullanım oranları da (% 30-40) en düşük renk puanlarının elde edilmesine neden olmuştur (Şekil 4.2). YEU'nun kabuk ve iç L* ve b* değerlerinde meydana getirdiği düşüş (Çizelge 4.6 ve 4.7) duyusal değerlendirmeye de yansarak, % 10'un üzerinde YEU kullanım oranlarında bu durum tüketici tarafından hissedilmiştir. DN+YEU kombinasyon halinde kullanıldığında, sadece yüksek oranlarda renk puanlarının düştüğü görülmektedir (Şekil 4.3). YEU'nun tek başına kullanıldığında kek rengi üzerinde oluşturduğu olumsuz etki, DN ile kombinasyon halinde kullanıldığında kısmen giderilmiştir.

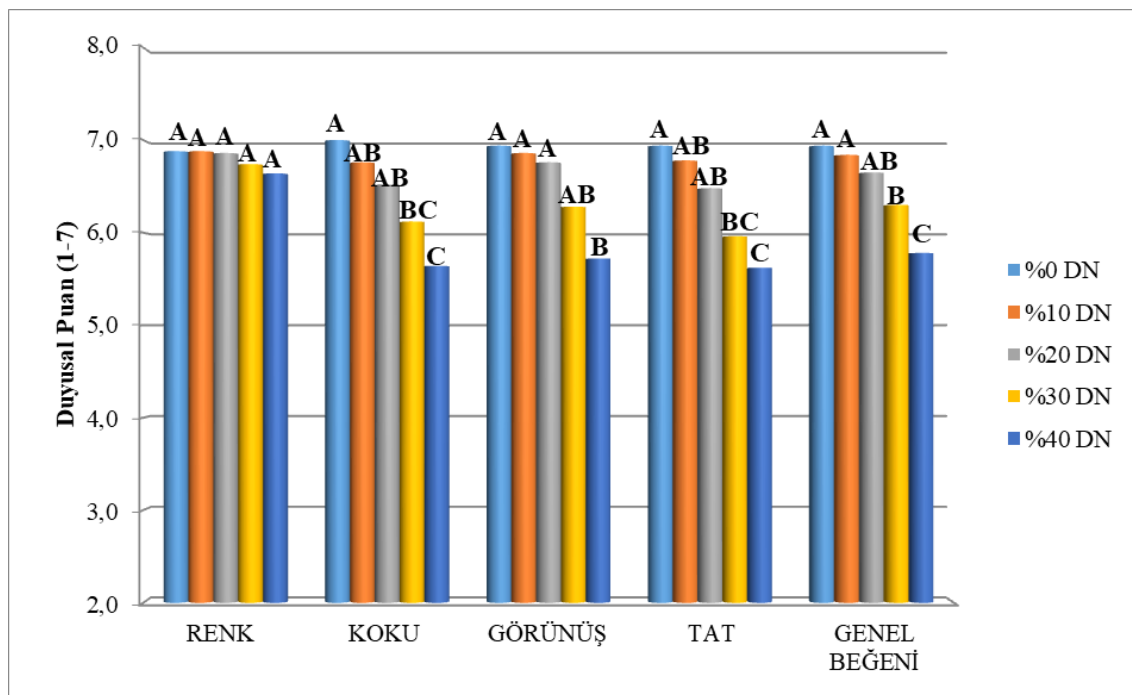
Farklı oranlarda DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonu ile üretilen keklerin koku puanları Şekil 4.1-4.3'de verilmiştir. % 10-20 oranlarında DN kullanımı kontrol kek örneğine eşdeğer koku puanı vermiştir. En düşük koku puanı % 40 DN ilave oranında elde edilmiştir (Şekil 4.1). YEU ilaveli keklerde ise % 10 YEU oranı kontrole eşdeğer koku puanı vermiş, bu oranın üzerinde kullanımlar koku puanını düşürmüştür. DN+YEU kombinasyonunda ise %30-40 oranları koku puanının düşmesine neden olmuştur. Kombinasyon keklerin koku puanları DN ilavelilerden düşük, YEU ilavelilerden ise yüksek bulunmuştur. Kombinasyon içinde kullanılan DN, YEU'nun yüksek oranlarında oluşan olumsuz kokusunu kısmen maskelenmiştir.

Kek örneklerine ait görünüş puanları 4.1-7.0 arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.1-4.3). DN kullanılan keklerde sadece %40 DN ilavesinde görünüş puanı kontrolden düşük bulunmuştur, diğer kullanım oranları kontrol ile aynı grupta yer almıştır (Şekil

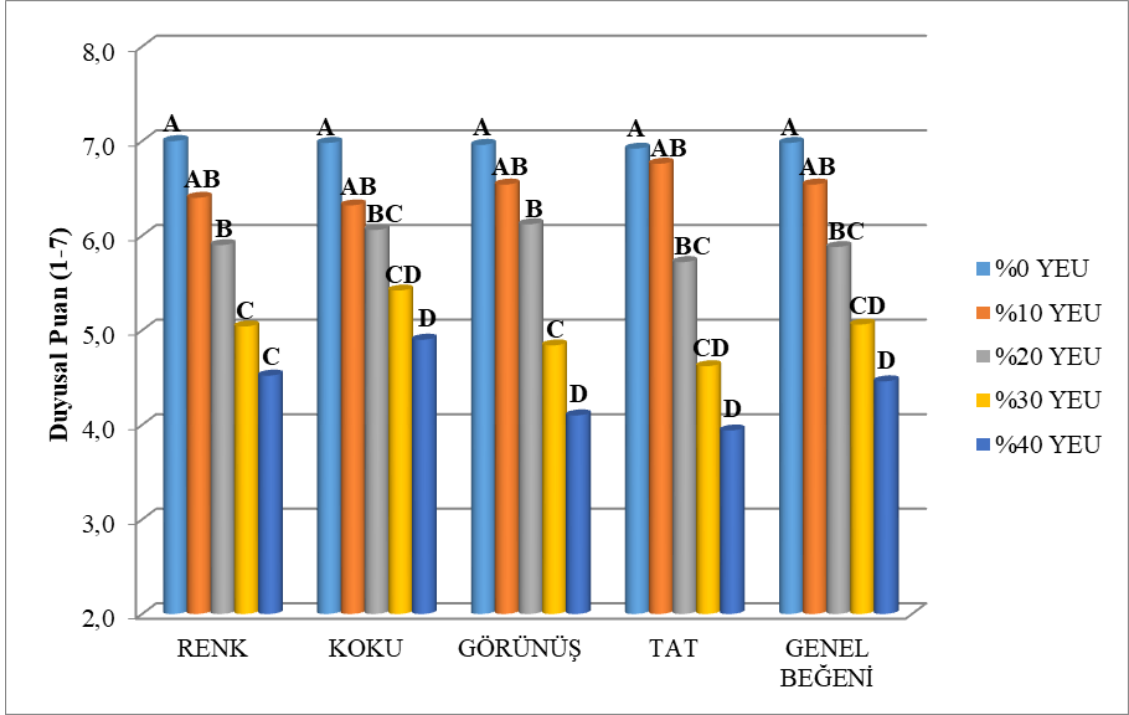
4.1). YEU tek başına ya da DN ile kombinasyon halinde kullanıldığında % 10 oranının üzerinde görünüş puanlarını düşürmektedir (Şekil 4.2 ve 4.3). Görünüş puanının düşmesinde özellikle renkteki koyulaşma ve hacimdeki azalmanın etkili olduğu düşünülmektedir.

Farklı oranlarda DN, YEU, DN+YEU kombinasyonu kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin tat puanları Şekil 4.1-4.3’de gösterilmiştir. % 10-20 DN ilave oranları kek örneklerinin tat puanlarını değiştirmezken, % 30 ve üzerinde DN kullanımı tat puanının düşmesine neden olmuştur (Şekil 4.1). YEU kullanımında ise % 20 ve üzerindeki ilave oranlarında tat puanında düşüş meydana gelmiş ve % 40 YEU tüm kekler arasında en düşük tat puanının elde edilmesine neden olmuştur. DN+YEU kombinasyonunda % 10 ve 20 oranları kontrole eşdeğer tat puanları vermiş ancak daha yüksek oranlarda tat puanları düşmüştür.

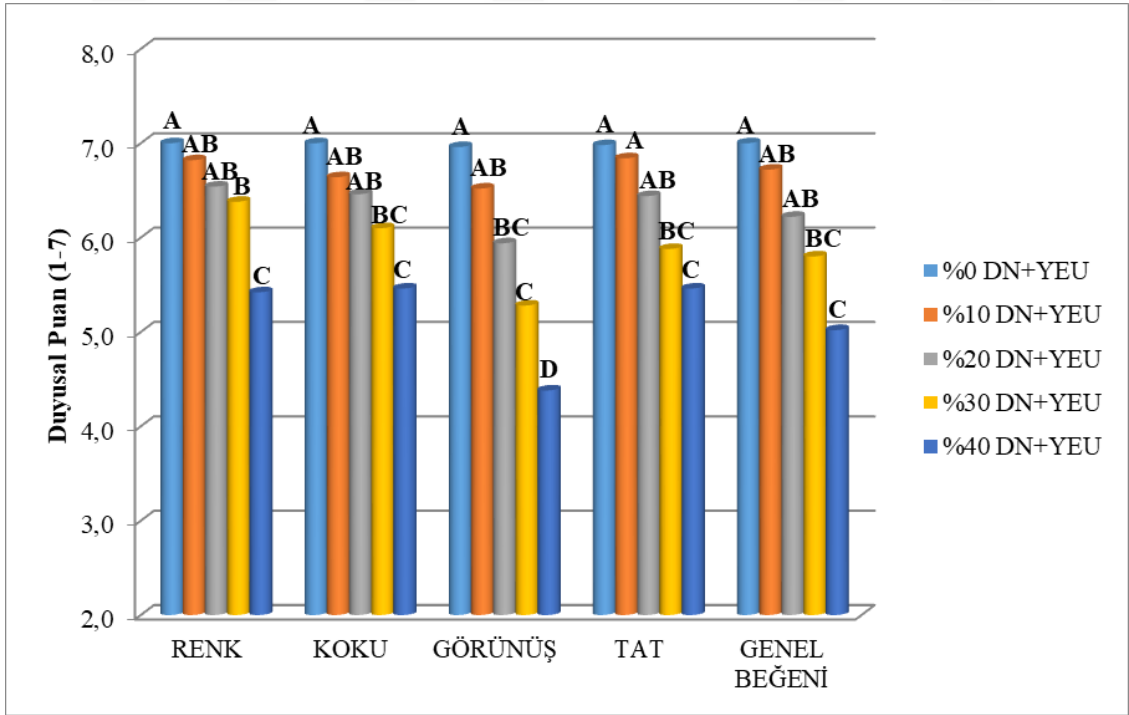
Kek örneklerinin genel beğeni puanları Şekil 4.1-4.3’de verilmiştir. % 10-20 oranında DN içeren kekler kontrol örneğe eşdeğer genel beğeni puanı vermiştir. Yüksek DN kullanım oranlarında genel beğeni puanları düşmüştür. YEU kullanılarak hazırlanan keklerde % 10 YEU oranı dışındaki tüm oranlar kek genel beğenisini kontrole göre düşürmüştür. DN+YEU kombinasyonunun yüksek oranları da genel beğenin düşmesine neden olmuştur. YEU’nun tek başına kullanımına göre kombinasyon halinde kullanımı genel beğeni puanının yükselmesini sağlamıştır.



Şekil 4.1. DN ilave edilen kek örneklerinin duyu analizi değerlerine ait sonuçlar



Şekil 4.2. YEU ilave edilen kek örneklerinin duysal analiz değerlerine ait sonuçlar



Şekil 4.3. DN+YEU ilave edilen kek örneklerinin duysal analiz değerlerine ait sonuçlar

Duyusal analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde DN'nin sadece yüksek kullanım oranlarında duyuşsal puanları olumsuz etkilediği, YEU'nun genelde % 10'un üzerindeki kullanım oranlarında duyuşsal puanlarda düşüşe neden olduğu görölmektedir. DN ve YEU kombinasyon halinde kullanıldığında ise YEU'nun kek duyuşsal özellikleri üzerindeki olumsuz etki kısmen giderilmekte ve daha yüksek puanlar elde edilmektedir.

DN'nin kek üretiminde kullanıldığı bir çalışmada, DN'nin kek yapısına yumuşaklık ve hassasiyet kazandırdığı gözlemlenmiştir. DN'nin % 30 oranında eklenmesi doku skorunu önemli ölçüde azaltmıştır. Farklı seviyelerde DN içeren numuneler tat, kabuk ve iç rengi bakımından kontrol grubuna benzer bulunmuştur. Bununla birlikte, DN eklenen keklerin genel kabul edilebilirlik skoru, DN oranı % 30'a yükseltildiğinde azalmıştır (Majzoobi ve ark., 2014).

Pongjanta ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada buğday unu yerine farklı oranlarda (% 0, 5, 10, 15 ve 20) DN₃ tereyağlı kek yapımında kullanılmıştır. Geliştirilen tereyağlı keklerin duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Tereyağlı kek numunelerinin renk skorları % 0, 5, 10, 15 ve 15 oranlarında anlamlı derecede farklı bulunmuştur (p<0.05). Farklı oranlarda DN ilaveli tereyağlı keklerde nemlilik 6.30 ila 6.93, yumuşaklık 6.66 ila 6.85 arasında değişmiştir. Kekler arasında tat açısından anlamlı olmayan farklar bulunmuştur. Kontrol kek örneğinin, diğer keklerle kıyasla en düşük tat puanına (6.40) sahip olduğu belirlenmiştir. DN₃ eklenen kekler kontrolden biraz daha tatlı bulunmuştur. Keklere % 0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında DN₃ ilave edildiğinde, aroma puanları sırasıyla 5.86, 5.66, 6.60, 6.70 ve 6.06 olarak tespit edilmiştir. Keklerin genel kabul edilebilirliği % 0, 5, 10, 15 ve 20 DN₃ ilave oranlarında sırasıyla 6.53, 6.63, 6.83, 6.96 ve 6.06 olarak bulunmuştur. Keklerin genel beğeni değerleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde, DN₃ ilaveli keklerin kontrol kek örneğinden önemli ölçüde farklı olmadığı bildirilmiştir.

Kim ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, yer elması tozu eklenmiş pirinç sünger kekin duyuşsal testi yapılmıştır. Kekler görünüm, kabuk rengi, iç rengi, lezzet, tat, yumuşaklık, nemlilik ve genel beğeni bakımından 7 puanlı skala ile değerlendirilmiştir. Görünüm açısından kontrol grubu en yüksek puanı almış (5.38) ve ardından % 30 (5.15), % 20 (5.06), % 40 (4.90), % 10 (4.84) ve % 50 (4.70) oranında yer elması tozu eklenen kekler sırasıyla beğenilmiştir (p<0.05). Kabuk rengi açısından değerlendirildiğinde artan yer elması tozu miktarıyla birlikte kek örnekleri kademeli olarak azalan kabuk rengi beğeni puanlarına sahip olmuştur (p<0.05). Diğer taraftan, kek iç rengi yer elması tozu ilavesine göre anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Görünüş

ve renkte, kontrol en yüksek puanları almış ve eklenen yer elması tozu miktarı arttıkça tercih edilme eğiliminin azaldığı görülmüştür. % 10 ve % 20 oranında yer elması tozu eklenmiş kekler benzersiz bir aroma ve tada sahip olan gruplar olup, en yüksek tercih derecesini göstermişlerdir. Bunun nedeni, yer elması tozunun tatlılığı dengeleyerek kek lezzetini artırması olarak yorumlanmıştır. Öte yandan, en düşük beğeni alan % 50 oranında yer elması tozu eklenen kek olmuş bunun sebebi ise yer elmasının güçlü aromasına bağlanmıştır. Keklerin yumuşaklık değeri % 10 oranında yer elması tozu eklendiğinde 5.63, % 20 eklendiğinde 5.15 ve kontrol grubunda 5.11 bulunmuştur, hafif bir farklılık göstererek, bunu % 50 (4.86), % 30 (4.84) ve % 40 (4.72) oranları izlemiştir. Yer elması tozu eklenen keklerde en düşük nemlilik kontrol kek numunesinde 4.68 olarak bulunmuştur. Keklere eklenen yer elması tozu miktarı arttıkça nem oranı giderek artmaktadır. % 50 oranında yer elması tozu eklenen kek grubunun yumuşaklığı düşüktür, ancak en yüksek nem miktarına sahiptir. Bunun sebebi yer elması tozunda çok miktarda bulunan bir fruktoz polimeri olan inülinin nem tutmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel tercihte en beğenilen % 10 yer elması tozu ilave edilen örnek olmuştur.

Çelik ve ark. (2012), % 0, 5, 10 oranlarında yer elması tozu ilave ettikleri kakaolu keklerde duyu analizi gerçekleştirmişlerdir. Keklerin duyu sonuçları incelendiğinde keklerde kakao tozu eklenmesi yer elması tozundan kaynaklanan kokuyu maskeleyen ve bütün keklerin kokusu eşit olarak belirlenmiştir. Kontrol kekine kıyasla yer elması tozu eklenen kekler gözenek yapısı, lezzet, çiğneme, tatlılık ve genel kabul edilebilirlik açısından daha düşük puanlar almıştır. % 5 ve 10 oranlarında yer elması tozu eklenen kekler arasında duyu analizi puanlarındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Keklere DN ve YEU ilave edildiğinde elde edilen duyu analizi sonuçları, literatür incelemesiyle daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik ve farklılık göstermiştir. YEU ilavesi baskın tat, koku, aroma ve renk değişikliğine sebep olduğu için yüksek oranlarda kek kullanımı çok kabul edilebilir olmamıştır. DN+YEU ilave edilen kekler ise YEU'nun baskınlığını azaltarak, keklerin istenen görünümde, lezzetli ve kabul edilebilir olmasını sağlamıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonu guar gam ilaveli ve ilavesiz olarak farklı oranlarda (% 0-40) kek üretiminde kullanılarak, kek hamuru ve kek kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Kek üretiminde hammadde olarak kullanılan buğday unu, DN ve YEU renk değerleri ve kimyasal özellikleri açısından karşılaştırılmış, YEU yüksek parlaklık, BU ise yüksek sarılık değerleri ile dikkat çekici bulunmuştur. YEU kül, yağ, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite açısından diğer hammaddelerden çok daha yüksek değerler sergilemiştir. YEU tüm mineral maddeler (Ca, Fe, K, Mg ve Zn) açısından hammaddeler içinde en zengin kaynak olarak belirlenmiştir. DN'nin K, Mg ve Zn içeriği buğday unundan da düşük bulunmuştur. YEU'nun gıda maddelerinin besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde iyi bir kaynak olacağı sonucuna varılmıştır.

DN, YEU ve DN+YEU ilave edilerek üretilen kek hamurlarında özgül ağırlık ve pH değerleri incelendiğinde, ilave oranının artmasıyla kek hamurlarının özgül ağırlık değerleri sayısal olarak artmaktadır; pH değerleri ise, ilave oranının artmasıyla sayısal olarak azalmaktadır. Ancak kek hamurlarının özgül ağırlık ve pH değeri üzerinde DN, YEU, DN+YEU ve guar gam ilavelisinin istatistiki olarak önemli ($p>0.05$) etkileri bulunmamıştır.

Kek formülasyonunda yüksek oranda DN kullanımı hacim indeksini düşürmüştür. Artan oranlarda DN kullanımı ise simetri indeksini düşürürken, sertlik değerini artırmıştır. Kek formülasyonunda artan oranda YEU ya da DN+YEU kombinasyonu kullanılması hacim indeksi ve simetri indeksini azaltırken, kek sertliğini artırmıştır. Tek başına DN kullanımı hem guar gam ilaveli hemde guar gam ilavesiz kek örneklerinde tek başına YEU kullanımına göre daha üstün hacim ve sertlik özellikleri sergilemiştir. DN+YEU kombinasyonu ise hacim ve sertlik özellikleri açısından DN'den düşük ancak YEU'dan daha üstün kalite özellikleri göstermiştir. Keklere guar gam ilavesi daha yüksek hacim indeksi ve sertlik değerlerinin elde edilmesini sağlarken, özellikle YEU ve DN+YEU eklenen kekler de istatistiki olarak guar gamın önemli ($p<0.05$) etkisi bulunmuştur.

Kek formülasyonunda artan oranda DN kullanımı kabuk L^* değerini artırırken a^* ve b^* değerlerini düşürmüştür. Formülasyonda artan oranlarda YEU ve DN+YEU

kombinasyonuna yer verilmesi tüm renk parametrelerini düşürmüştür. Kombinasyonda YEU'nun renk üzerinde baskın özellik sergilediği görülmüştür. Guar gam kullanımı ise hem DN ve YEU'nun kek formülasyonunda tek tek hemde kombinasyon halinde kullanımlarında kabuk L* değerini yükseltmiş, diğer parametreler üzerinde genel olarak anlamlı bir değişime neden olmamıştır.

DN'nin yüksek kullanım oranları kek içi L* değerini artırırken b* değerini düşürmüştür. YEU'nun artan oranlarda kullanımı ise L* ve b* değerini düşürürken a* değerini artırmıştır. DN+YEU kombinasyonunda YEU baskın özellik sergilemiş ve kombinasyon halinde kullanımında da kek içi renk değerleri YEU'nun tek başına kullanımına benzer bir gidiş izlemiştir.

Kek kabuk ve iç renk değerleri birlikte incelendiğinde, YEU'nun tek yada kombinasyon halinde kek kabuk ve iç L* ve b* değerlerini düşürdüğü, yüksek ikame oranlarında bu düşüşün en yüksek seviyeye ulaştığı, YEU'nun kombinasyon içinde baskın renk özelliği sergilediği görülmüştür.

Kek örneklerinde yüksek oranda DN kullanımı kül miktarında artışa protein miktarında ise azalmaya neden olmuştur. Kek formülasyonunda artan oranda DN kullanımı ile toplam fenolik madde miktarı önemli düzeyde azalırken, nem, yağ, antioksidan aktivite miktarlarında istatistiki olarak farklılık gerçekleşmemiştir. YEU'nun % 20 oranının üzerinde kullanılması kül miktarlarını yükseltmiş, % 40 oranında kullanılması ise protein miktarını düşürmüştür. YEU ilavesiyle toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde önemli ($p<0.05$) artışlar meydana gelmiş ve % 40 YEU ilavesiyle toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite sırasıyla 4506.12 mg GAE/kg ve % 33.57 değerlerine ulaşmıştır. DN+YEU kombinasyonu ise sadece % 30-40 kullanım oranlarında keklerin kül miktarını artırmıştır. Toplam fenolik madde miktarı artan kombinasyon oranına bağlı olarak yükseliş gösterirken, antioksidan aktivite % 20 ve üzerindeki DN+YEU kombinasyonu ilave oranlarında yükselmiştir.

Kek üretiminde artan oranda DN kullanımı K ve Mg miktarını önemli düzeyde düşürmüş, Ca, Fe ve Zn miktarlarında önemli bir farklılık oluşturmamıştır. YEU ilavesi tüm kullanım oranlarında Ca, K ve Mg miktarlarını önemli seviyede ($p<0.05$) yükseltmiştir. DN+YEU kombinasyonunun % 20 ve üzerindeki kullanım oranlarında keklerin Ca, K ve Mg miktarlarını yükseltmiştir. Kek örneklerinin Zn miktarı DN ve YEU'nun tek tek ya da kombinasyon olarak kullanılmasından etkilenmemiş ve kontrol kek örneğine göre farklılık oluşturmamıştır. Sonuç olarak YEU ilavesi özellikle Ca, K ve Mg olmak üzere mineraller üzerinde olumlu etki gösterirken, kombinasyon halinde

DN ile birlikte kullanıldığında da DN'nın kek mineral madde miktarı üzerindeki olumsuz etkisini azaltıcı etki göstermiş, % 10 DN+YEU kombinasyonu hariç tüm oranlar Ca, K ve Mg açısından kontrol kek örneğinden daha yüksek değerler sergilemiştir. Bu sonuçlar hammadde olarak kullanılan DN ve YEU'nun mineral madde miktarlarının son ürüne yansıdığını göstermektedir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre, DN tüm kullanım oranlarında renk puanlarını kontrol örneğine göre değiştirmemiş, görünüş puanı % 40 DN kullanımında, tat, koku ve genel beğeni puanları ise % 30 DN kullanım oranı ve üzerinde kontrole göre düşmüştür. YEU tek başına kullanıldığında % 20 ve üzerinde tüm duyusal puanları kontrole göre düşürmüştür. Kombinasyon halinde kullanımında, YEU'nun duyusal kalite üzerindeki olumsuz etkisi DN tarafından kısmen maskelenmiş ve % 20 kullanım oranına kadar kontrole eşdeğer ya da yakın kek örnekleri elde edilebilmiştir.

5.2. Öneriler

1. Kek formülasyonunda yüksek oranlarda DN, YEU ve DN+YEU kombinasyonunun kullanımı durumunda ortaya çıkan teknolojik ve duyusal kalite kayıplarının giderilmesi için ileriki çalışmalarda farklı katkı maddelerinin denenmesi faydalı olacaktır.

2. DN ve YEU ilavesi ile üretilecek kek ve diğer unlu mamüllerde çözünür ve çözünmez diyet lifi ve glisemik indeks gibi özelliklerin belirlenmesi son ürünün fonksiyonel özelliklerini daha açık bir şekilde ortaya koyabilecektir.

3. DN ve YEU'nun kek dışındaki geleneksel yada endüstriyel gıda formülasyonlarında da tek tek veya kombinasyon halinde kullanımlarının araştırılması fonksiyonel gıda endüstrisine yeni ürünlerin kazandırılması açısından önemli olacaktır.

KAYNAKLAR

- AACC, 1990, Approved Methods of American Association of Cereal Chemists, 8th ed., *American Association of Cereal Chemists*, Saint Paul, USA.
- AACC, 2000, Approved Methods of American Association of Cereal Chemists, 10th ed., *American Association of Cereal Chemists*, Saint Paul, USA.
- Afoakwah, N. A., Dong, Y., Zhao, Y., Xiong, Z., Owusu, J., Wang, Y. and Zhang, J., 2015, Characterization of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) powder and its application in emulsion-type sausage, *LWT - Food Science and Technology*, 64 (1), 74–81.
- Akbaş, Ö., 2009, Kek üretiminde ekzopolisakkaritlerin kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Alifakı, Y. Ö., 2013, Nohut unu ilavesinin kekin dielektrik özellikleri ve kalite parametreleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Alp, H., 2006, Yağsız süt tozu ve soya ürünleri ile zenginleştirilmiş kek özelliklerine transglutaminaz enziminin etkisi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Altun, H. ve Yıldız, E., 2017, Prebiyotikler ve probiyotiklerin diyabet ile ilişkisi relationship between prebiotics-probiotics and diabetes mellitus, *Turkish Journal of Life Sciences/Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2/1, 149-156.
- Anonim, 1994, Kimyasal kabartıcılar, *Un Mamülleri Dünyası*, (3), 21-22.
- Anonim, 2006, Flora of North America Editorial Committee. *Helianthus tuberosus L.* Flora of North America.
- Anonim, 2008, TS 13375, Türk Standardı, Kabul Tarihi: 30.04.2008, Mamul Gıdalar İhtisas Grubu; Hazır kekler - Sade, çeşnili ve dolgulu.
- Anonim, 2014, Feedipedia, *Helianthus tuberosus L.*, Erişim tarihi: 11.10.2014. Erişim adresi: <http://www.feedipedia.org/node/544>.
- Anonymous, 1992, Fat reduction systems keep quality formulations, *Prepared Foods* (5), 125.
- Anonymous, 1993, Emülsifiers in foods, Quest International, Zwijndrecht, Holland.
- Anonymous, 1998, Wajh its salt baking and snack, (4), 57-58.
- Antanaitis, A., Lubyte, J., Antanaitis, S., Staugaitis, G., and Viskelis, P., 2004, Selenium in some kinds of Lithuanian agricultural crops and medicinal herbs, *Sodinikyste ir Darzininkyste*, 23, 37-45.

- Armero, E. and Collar, C., 1996, Antistaling additive affect on fresh wheat bread quality, *Food Science and Technology International*, 2, 323-333pp.
- Ashwar, B. A., Gani, A., Shah, A. And Masoodi, F. A., 2017, Production of RS₄ from rice by acetylation : Physico-chemical, thermal and structural characterization, *Starch-Based Films and Reviews*, 69, 1-2.
- Atlıhan, N., 2011, Yer elmasından izole edilen bir clostridium türünün inülinazının bazı özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Aurand, L. W., Woods, A. E. and Wells, M. R., 1987, Food Composition and Analysis, *The Avi Book*, New York, USA.
- Bae, C. H., Park, G. H., Kang, W. W. and Park, H. D., 2013, Quality characteristics of cookies added with RS₄ type resistant corn starch, *Korean Journal of Food Preservation*, 20, 4, 539-545.
- Bailey, L. H. and Leclere, J. A., 1935, Cake and cake making ingredients, *Cereal Chemistry*, 12, 175-180.
- Baixauli, R., Salvador, A., Martinez-Cervera, S. and Fiszman, S. M., 2008, Distinctive sensory features introduced by resistant starch in baked products, *Food Science and Technology*, 41, 1927-1933.
- Baixauli, R., Sanz, T., Salvador, A. and Fiszman, S.M., 2008, Muffins with resistant starch: Baking performance in relation to the rheological properties of the batter, *Journal of Food Science*, 19, 628-635.
- Baker, B. A., Davis, E. A. and Gordon, J., 1990, The influence of sugar and formula emulsifier type during microwave and conventional heating of a lean cake batter. *Cereal Chemistry*, 67 (5), 451-457.
- Baltacıoğlu, C., 2012, Production of chips and crisp from jerusalem artichoke, Doktora tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Bariş, O., 2015, Yetişkin obez kadınların kalsiyum tüketiminin ağırlık kontrolü üzerine etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Bärwald, G., 1999., *Gesund abnehmen mit Topinambur*, TRIAS Verlag, Stuttgart.
- Bath, D. E., Shelke, K. and Hoseney, R. C., 1992, Fat replacers in high ratio cake layer cakes. *Cereal Food World*, 37, 495-500.
- Bayrakçı, A., H. ve Bilgiçli, N., 2015, Influence of resistant starches on chemical and functional properties of tarhana, *Journal Food Science Technology*, 52(8), 5335-5340.
- Baysal, A ., 2012, Beslenme, 11. Baskı. Hatipoğlu Yayıncılık, Ankara, s:117-123.

- Baysal, A., 1999, Yeni bir yüzyıla girerken diyet, diyetle ilintili hastalıklar ve diyetetik ürünler, *Üretimden Tüketime Diyet Gıdalar Sempozyumu*, 18 Şubat, İstanbul.
- Bennion, E. B. and Bamford, G. S. T., 1997, *The Technology of Cake Making*, Chapman & Hall, London, UK, 245p.
- Berk, Z., 1976, Introduction to the biochemistry of foods, *Elsevier Journal*, 116-117.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., and Sapirstein, H. D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82, 390-393.
- Bilgiçli, N., ve Levent H., 2013, Improvement of nutritional properties of cake with wheat germ and resistant starch, *Journal of Food and Nutrition Research*, 52, 4, 210-218.
- Birnbaum, H., 1978, Surfactans and shortenings in cake making, *The Baker Digest*, (2), 28-38.
- Boyacıoğlu, D. ve Nilüfer, D., 2003. Süt ürünlerinde diyet liflerin ingrediyan olarak kullanımı, *Süt Ürünlerinde Yeni Eğilimler Sempozyumu*, 22-23 Mayıs 2003, İzmir.
- Buckow, R., Jankowiak, L., Knorr, D., and Versteeg, C., 2009, Pressure-temperature phase diagrams of maize starches with different amylose contents, *Journal Agriculture of Food Chemistry*, 57, 11510-11516.
- Buleon, A., Colonna, P., Planchot, V. and Ball, S., 1998, Starch granules: structure and biosynthesis, *International Journal of Biological Macromolecules*, 23, 85-112.
- Burdurlu, H. S. ve Karadeniz, F., 2003, Gıdalarda diyet lifinin önemi, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7, 15, 18-25.
- Buttriss, J. L. and Stokes, C. S., 2008, Dietary fibre and health: An overview, *Food and Nutrition Bulletin*, 33, 186-200.
- Candal, C., 2016, Unun enzime dirençli nişasta içeriğinin zenginleştirilmesi ve bu unun bir diyet lif kaynağı olarak bisküvi üretiminde kullanım imkanlarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya.
- Catană, L., Catană, M., Iorga, E., Lazăr, A. G., Lazăr, M. A., Teodorescu, R. I. and Iancu, A., 2018, Valorification of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus Tuberosus*) for achieving of functional ingredient with high nutritional value, 'Agriculture for Life, Life for Agriculture' Conference Proceedings, 1 (1), 276-283.
- Causey, J. L., Feirtag, J. M., Gallaher, D. D., Tungland, B. C. and Slavin, J. L., 2000, Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men., *Nutrition Research*, 20, 191-201.

- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. S. and Webb, C., 2002, Application of cereals and cereal components in functional foods: A review. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 131-141.
- Cho, K. R., 2010, Quality Characteristics of sponge cake added with leek (*Allium tuberosum Rottler*) powder, *Korean Journal Food & Nutrition*, 23 (4), 478-484.
- Cho, N. J., Kim, S. G., Kim, Y. H., Yoon, S. J., Lee, J. J., Jung, S. K. and Chai, D. J., 2012, Baking Science, BnCworld, Seoul, Korea, p 291.
- Chon, S. U., Kim D. K. and Kim Y. M., 2013, Phenolics content and antioxidant activity of sprouts in several legume crops, *Korean Journal Plant Research*, 26 (2), 159-168.
- Chung, H. J., Jeong, H. Y. and Lim, S. T., 2003, Effects of acid hydrolysis and defatting on crystallinity and pasting properties of freeze-thawed high amylose corn starch, *Carbohydrate Polymers*, 54, 449-455.
- Cies'lik, E., 1998, Mineral content of Jerusalem artichoke new tubers, *Zesk. Nauk. AR Krak.*, 342, 10, 23-30.
- Cies'lik, E., Praznik, W. and Filipiak-Florkiewicz, A., 1999, Correlation between the levels of nitrates, nitriles and vitamin C in Jerusalem artichoke tubers, *Scandinavian Journal of Food and Nutrition*, 49.
- Cloke, J. D., Davis, E. A. and Gordon, J., 1984, Volume measurements calculated by several methods using cross-sectional tracings of cake, *Cereal Chemistry*, 61(4), 375-377.
- Cosgrove, D. R., Oelke, E. A., Doll, J. D., Davis, D. W., Undersander, D. J. and Oplinger E. S., 1991, Jerusalem Artichoke, *Alternative Field Crops Manual*, University of Wisconsin-Madison.
- Crittenden, R. G., Morris, L. F., Harvey, M. L., Tran, L. T., Mitchelland H. L. and Playne, M. J., 2001, Selection of a Bifidobacterium strain to complement resistant starch in a synbiotic yoghurt, *Journal of Applied Microbiology*, 90, 268-278.
- Çelik I., Işık F., Gürsoy O. ve Yılmaz Y., 2012, Use of Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus*) tubers as a natural source of inulin in cakes, *Journal Of Food Processing And Preservation*, 37, 5, 483-488.
- Çelik, İ., ve Kotancılar, H. G., 1998. Farklı Bileşimdeki Kabartma Tozlarının Kek Kalitesi Üzerine Etkisi. *Un Mamulleri Dünyası*, 6 (5-6), 5-13.
- Çınar, B., 2018, Farklı tip ve düzeylerde hidrokolloid ve kabartma tozu kullanılmasının sufle kek kalitesine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Osmaniye.

- Davidou, S., Le Meste, M., Debever, E. and Bekaert, D., 1996, A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid, *Food Hydrocolloids*, 10, 375-383.
- Denltond, E., Geypens B. and Ghoose Y., 2000, Effect of high performance chicory inulin on constipation, *Nutrition Research*, 20, 731-736.
- Díaz, A., Bombenb, R., Dinia, C., Viñaa, S. Z., Garcíaa, M. A., Ponzib, M. and Comellib, N., 2019, Jerusalem artichoke tuber flour as a wheat flour substitute for biscuit elaboration, *Food Science and Technology*, 108, 361-369.
- Dizlek, H., 2002, Farklı kabartma tozlarının değişik oranlarda kullanılmasının ve kek hamurunun pişirme öncesinde bekletilmesinin pandispanya nitelikleri üzerine etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Dona, A. C., Pages, G., Gilbert, R. G. and Kuchel, P. W., 2010, Digestion of starch: In vivo and in vitro kinetic models used to characterize oligosaccharide or glucose release, *Carbohydrate Polymers*, 80, 599-617.
- Ebeler, S. E., And Walker, C. E., 1984, Effects of various sucrose fatty acid ester emulsifiers on high-ratio white layer cakes, *Journal of Food Science*, 49, 380-388.
- Eihe, E. P., 1976, Problems of the chemistry and biochemistry of the Jerusalem artichoke, *Lativijas PSR Zinatmi Akademijas Vestis*, 344, 77.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl İşleme Teknolojisi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 297, Erzurum.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, H. G., 2002, Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, 867, 245s, Erzurum.
- Elliasson, A. C., 1985, Starch gelatinization in the presence of emulsifiers: A morphological study of wheat starch, *Starch*, 37 (12), 411-415.
- Englyst, H. N., Kingman, S. M. and Cummings, J. H., 1992, Classification and measurement of nutritionally important starch fractions, *European Journal Clinical Nutrition* 46, S33-S50.
- Englyst, H. N., Veenstra, J. and Hudson, G. J., 1996, Measurement of rapidly available glucose (RAG) in plant foods: a potential in vitro predictor of the glycaemic response, *British Journal of Nutrition*, 75, 327-337.
- Englyst, K. N., Englyst, H. N., Hudson, G. J., Cole, T. J. and Cummings, J. H., 1999, Rapidly available glucose in foods: an in vitro measurement that reflects the glycemic response, *American Journal of Clinical Nutrition*, 69, 448-454.

- Ercan, P. ve El, S. N., 2008, Bitkisel gıdaların işlenmesi ve hazırlanması sırasındam mineral biyoyararlılığının arttırılmasına yönelik uygulamaları, *Akademik Gıda*, 6 (6), 28-37.
- Facciola, S., 1990, Cornucopia-A source book of edible plants. *Kampong Publications*.
- Fance, W. J., 1966, The Student's Technology of "Bread Making and Flour Confectionary". Routledge, London, İngiltere.
- Friberg, 1997, Food Emulsions, Vol: 5, Marcel Dekker, Inc., New York, A.B.D.
- Frye, A. M. and Setser, C. S., 1991, Optimizing texture of reduced-calorie yellow layer cakes, *Cereal Chemistry*, 69 (3), 338-343.
- Fuentes-Zaragoza, E., Riquelme-Navarrete, M., Sánchez-Zapata, E. and Pérez-Álvarez, J., 2010, Resistant starch as functional ingredient: A review, *Food Research International*, 43, 931-942.
- Fuentes-Zaragoza, E., Sanchez-Zapata, E., Sendra, E., Sayas, E., Navarro, C. and Fernandez-Lopez, J., 2011, Resistant starch as prebiotic, A review, *Starch/Stärke* 63, 406-415.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. and Angulo-Guerrero, O., 1999, Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 76, 1445-1447.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B. D. and Mazza, G., 2002, Wheat Quality: Antioxidant Activity of Wheat Millstreams, in: *Wheat Quality Elucidation*, eds. P. Ng and C. W. Wrigley, *AACC International*, St. Paul. MN., 219-233.
- Garcia-Alonso, A., Jimenez-Escrig, A., Martin-Carron, N., Bravo, L. and Saura-Calixto, F., 1999, Assessment of some parameters involved in the gelatinization and retrogradation of starch, *Food Chemistry*, 66, 181-187.
- Gaucheran, F., 2000, Iron Fortification in dairy industry, *Trends in Food Science & Technology*, 11, 403-409.
- Gedrovica I. and Karklina D., 2012, Influence of Jerusalem Artichoke powder on the nutritional value of pastry products, *World Academy of Science*, 67, 07-28.
- Gedrovica I., Kārklīņa D., Straumīte E., 2010, Sensory and qualitative indices (hardness and colour) evaluation of cakes with Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus L.*) powder, *Annual 16th International Scientific Conference Proceedings Research for Rural Development*, Jelgava, 1, 138-144.
- Gedrovica, I., 2012, Pastry products enriched with dried jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) powder, Doctoral Thesis, *Latvia University of Agriculture*, Jelgava.

- Gedrovica, I., and Karklina, D., 2011, Influence of Jerusalem artichoke powder on dough, *6th Baltic Conference on Food Science and Technology, "Innovations for Food Science and Production"*, Jelgava.
- Gedrovica, I., Karklina, D., Fras, A., Jablonka, O. and Boros, D., 2011, The non-starch polysaccharides quantity changes in pastry products where Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) added, *Italian Oral Surgery*, 1, 1638-1644.
- Ghiasi, K., Hosenev, R. C., and Varriano-Marston, E., 1982, Effects of flour components and dough ingredients on starch gelatinization, *Cereal Chemistry*, 60, 58-61.
- Gibson, G. R. and Roberfroid M. B., 1995, Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics, *Journal of Nutrition*, 125, 1401-1412.
- Gómez, M., Ronda, F., Caballero, P. A., Blanco, C. A. and Rosell, C. M., 2007, Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes, *Food Hydrocolloids*, 21, 167-173.
- Guarda, A., Rosell, C. M., Benedito, C. and Galotto, M. J., 2004, Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents, *Food Hydrocolloids*, 18, 241-247.
- Gularte, M. A., Hera, E., Gomez, M., Rosell, C. M., 2012, Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties, *Food Science and Technology*, 48, 209-214.
- Guy, E. J., and Vettel, H. E., 1973, Effect of mixing time and emulsifiers on yellow layer cakes containing butter, *The Bakers Digest*, (2), 43-48.
- Güneş, Z., 2015, *Antrenör ve Sporcu El Kitabı Spor ve Beslenme*, 7. Baskı, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Güzelcan, M. S. ve El, S. N., 2011, Simidin demir ve çinko mineralleriyle zenginleştirilmesi ve in vitro mineral biyoyararlılığının saptanması, *Gıda*, 36 (1), 41-48.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M. and Aniya, Y., 1999, Free radical scavenging action of medical herbs from ghane: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries, *General Pharma*, 32 (6), 661-667.
- HadiNezhad, M. ve Butler, F., 2010, Effect of flour type and baking temperature on cake dynamic height profile measurements during baking, *Food Bioprocess Technology*, 594-602.
- Hancı, V. ve Özbilgin, Ş., 2018, Kalsiyum dengesi bozuklukları: hipokalsemi-hiperkalsemi, *Yoğun Bakım Dergisi*, 12(1), 43-58.

- Haralampu, S. G., 2000, Resistant starch-a review of the physical properties and biological impact of RS₃, *Carbohydrate Polymers*, 41 (3), 285-292.
- Hasjim, J., Ai Y. and Jane J., 2013, Novel Applications of Amylose-Lipid Complex as Resistant Starch Type 5, *Resistant Starch: Sources, Applications and Health Benefits*, Edited by Y. C. Shi and C. C. Maningat, pp 79-92.
- Heiser, C. B., 1978, Taxonomy of Helianthus and origin of domesticated sunflower, in sunflower science and technology, , *American Society of Agronomy*, Edited by Carter, J.F., Madison, WI, 31-53.
- Henningsson, A. M., Nyman, E. M., Björck G. L., 2002, Short-chain fatty acid content in the hindgut of rats fed various composite foods and commercial dietary fibre fractions from similar sources, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82 (4), 385-393.
- Henry, C., 1995, Monoglycerides: The universal emulsifier, *Cereal Food Worlds*, 40 (10), 734-735, 738.
- Hergüner, G., 2019, Her Yönüyle Spor, İstanbul, *Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları*®.
- Hernandez, O., Emaldi U. and Tovar J., 2008, In vitro digestibility of edible films from various starch sources, *Carbohydrate Polymers*, 71, 648-655.
- Hickman, B. E., Janaswamy, S. and Yao, Y., 2009, Autoclave and β -amylolysis lead to reduced in vitro digestibility of starch, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 57, 7005-7012.
- Hlynka, I., 1964, Wheat Chemistry and Technology, *Association of Cereal Chemistry*, Vol: 3. St. Paul. MN, USA.
- Holzapfel, W. H., Haberer, P., Snel, J. and Schillinger, U., 1998, Overview of gut flora and probiotics, *International Journal of Food Microbiology*, 41, 85-101.
- Hoseney, R. C., 1986, Principles of Cereal Science and Technology, *American Association of Cereal Chemists*, 2nd. Edt., USA.
- Hoseney, R. C., 1994, Principles of Cereal Science and Technology, *American Association of Cereal Chemists*, St.Paul, USA, 378.
- Htoon, A. K., Uthayakumaran, S., Piyasiri, U., Appelqvist, I. A. M., López-Rubio, A., Gilbert, E. and Mulder, R. J., 2010, The effect of acid dextrinisation on enzyme-resistant starch content in extruded maize starch, *Food Chemistry*, 120, 140-149.
- Hu, X. P., Huang, T. T., Mei, J. Q., Jin, Z. Y., Xu, X. M. and Chen, H. Q., 2015, Effects of continuous and intermittent retrogradation treatments on in vitro digestibility and structural properties of waxy wheat starch, *Food Chemistry*, 174, 31-36.

- İpek, T., 2017, Farklı form ve oranlarda yerfıstığı ürünleri kullanılarak ev ve sanayi tipi kek üretiminin optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Osmaniye.
- Jilu, S., Yingmin J., and Yaxin S., 2003, Development and utilization of Jerusalem artichoke resources, *Journal of Food Science and Technology*, (1), 27-29.
- Jongsutjarittam, N. and Charoenrein, S., 2013, Influence of waxy rice flour substitution for wheat flour on characteristics of batter and freeze-thawed cake, *Carbohydrate Polymers*, 97 (2), 306-314.
- Juhasz, R. and Salgo, A., 2008, Pasting behavior of amylose, amylopectin and their mixtures as determined by RVA curves and first derivatives, *Starch/Starke*, 60, 70-78.
- Jyothi, A. N., Moorthy, S. N. and Rajasekhanan, V., 2006, Effect of cross linking with epichlorohydrin on the properties of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) starch, *Starch*, 58, 292-299.
- Kahraman, K. ve Köksel, H., 2006, Yüksek amilozlu nişastadan enzime dirençli nişasta üretimi ve karakterizasyonu, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu.
- Kamel, B. S., 1992, Characteristics of bread and buns made with lard vegetable oils of different iodine value, *Journal of The American Oil Chemists' Society*, 69 (8), 705-711.
- Kang, N. E. and Lee, I. S., 2001, Quality characteristics of the sugar cookies with varied levels of resistant starch, *Korean Journal of Food Culture*, 22, 4, 468-474.
- Karaoğlu, M. M., Kotancılar, G. H. ve Çelik, I., 2001, Effects of utilization of modified starches on the cake quality, *Starch/Stärke*, 53, 162-169.
- Kârklina, D., Gedrovica, I., Reča, M., Kronberga, M., 2012, Production of biscuits with higher nutritional value, *Proceedings of The Latvian Academy of Sciences*, 3, 678, 113-116.
- Kaur, N. and Gupta, A. K., 2002, Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition, *Journal of Bioscience*, 27 (7), 703-714.
- Kay, D. E., 1979, Crop and product digest no 3-food legumes, *Tropical Products Institute*, London, 72-85.
- Kays, S. J. and Nottingham, S. F., 2008, Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.),” *CRC Press Taylor and Francis Group*, Boca Raton, London.
- Keenan, M. J., Zhou, J., Mccutcheon, K. L., Raggio, A. M., Bateman, H. G. and Todd, E., 2006, Effects of resistant starch, a non-digestible fermentable fiber, on reducing body fat, *Obesity*, 14, 1523-1534.

- Khalil, A. H., 1998, The influence of carbohydrate-based fat replacers with and without emulsifiers on the quality characteristics of low-fat cake, *Plant Foods for Human Nutrition*, 52, 229-313.
- Khuenpet, K., Jittanit, W., Sirisansaneeyakul, S. and Srichamnong, W., 2017, Inulin powder production from Jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus L.*) tuber powder and its application to commercial food products, *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, 1-13.
- Kim, C. S. and Walker, C. E., 1992. Interactions between starches, sugars and emulsifiers in high ratio cake model systems, *Cereal Chemistry*, 69(2), 206-212.
- Kim, M. K., Lee, E. J. and Kim K. H., 2014, Effects of *Helianthus tuberosus* powder on the quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cakes, *Korean Journal Food Culture*, 29, 2, 195-204.
- Kishida, T., Nogami, H., Himeno, S. and Ebihara, K., 2001, Heat moisture treatment of high amylose cornstarch increases its resistant starch content but not its physiologic effect in rats, *Journal of Nutrition*, 131, 2716-21.
- Korus, J., Witzcak, M., Ziobro, R. and Juszczak, L., 2009, The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread, *Food Hydrocolloids*, 23, 988-995.
- Korus, J., Witzcak, M., Ziobro, R. and Juszczak, L., 2009, The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread, *Food Hydrocolloids*, 23, 988-995.
- Kosaric, N., Cosentino, G. and Wieczorek, P., 1984, The Jerusalem artichoke as an agricultural crop, *Biomass*, 5, 1-36.
- Köksel, H. F., 2009, Effects of xanthan and guar gums on quality and staling, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Kronberga, M., Gedrovica, I. and Kârklina, D., 2013, The influence of Jerusalem artichoke as nutrition value increaser on microbiological parameters of confectionery products, *2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences*, 53-4, 16-23.
- Laguna, L., Salvador, A., Sanz, T. and Fiszman, S. M., 2011, Performance of a resistant starch rich ingredient in the baking and eating quality of short-dough biscuits, *LWT - Food Science and Technology*, 44(3), 737-746.
- Larsson, K., 1980, Inhibition of starch gelatinization by amylase-lipid complex formation, *Starch*, 32, 125.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. and Biliaderis, C. G., 2007, Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations, *Journal of Food Engineering*, 79, 1033-1047.

- Lee, J. H., Yoon, M. S., Bok, J. H., An, H. K., Woo, H. S. and Lee, J. J., 2011, 제과제빵학원론. 지구문화사. 서울., 244-245, 249-251
- Lee, K. S., 2010, 최신 제과제빵론, 비앤씨월드. 서울, 154.
- Lee, M. H., Lee, S. Y., Lee, S. A. and Choi, Y. S., 2010, Physicochemical characteristics of rice flour sponge cakes containing various levels of pumpkin flour, *Korean Journal Food & Nutrition*, 23 (2), 162-170.
- Lee, Y. and Puligundla, P., 2016, Characteristics of reduced-fat muffins and cookies with native and modified rice starches, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28 (5), 311-316.
- Lee, Y. J., Lee, O. H. and Yoon, W. B., 2017, Effect of inulin in jerusalem artichoke (*Helianthus Tuberosus L.*) flour on the flour on the viscoelastic behavior of cookie dough and quality of cookies, *Proceedings of the International Food Operations and Processing Simulation Workshop*, 35-44.
- Leontowicz, M., Gorinstein, S., Bartnikowska, E., Leontowicz, H., Kulasek, G. and Trakhtenberg, S., 2001, Sugar beet pulp and apple pomace dietary bers improve lipid metabolism in rats fed cholesterol, *Food Chemistry*, 72 (1), 73-78.
- Letexier, D., F. Diraison and M. Beylot, 2003, Addition of inulin to a moderately high-carbohydrate diet reduceshepatic lipogenesis and plasma triacylglycerol concentrations in humans, *American Journal of Clinical Nutrition*, 77 (33), 559-564.
- Levent, H. ve Bilgiçli, N., 2011, Effect of gluten-free flours on physical properties of cakes, *Journal of Food Science and Engineering*, 1, 354-360.
- Lin, P., Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y., 1994, Enzyme resistant starch in yellow layer cake, *Cereal Chemistry*, 71 (1), 69-75.
- Liu, P., Yu, L., Wang, X., Li, D., Chen, L. and Li, X., 2010, Glass transition temperature of starches with different amylose/amylopectin ratios, *Journal of Cereal Science*, 51, 388-391.
- Liu, R. and Xu, G., 2008, Effects of resistant starch on colonic preneoplastic aberrant crypt foci in rats, *Food and Chemical Toxicology*, 46, 2672-2679.
- Lopez, H. W., Levrat-Verny, M. A., Coudray, C., Besson, C., Krespine, V., Messenger, A., Demigné, C. and Rémésy, C., 2001, Class 2 resistant starches lower plasma and liver lipids and improve mineral retention in rats, *Journal of Nutrition*, 131, 1283-1289.
- Lorenz, K. J. and Kulp, K., 1991, Hand Book of Cereal Science and Technology, Marcel Dekker, Inc., NJ, USA.
- Mahmoud, N. M., 2000, Physico-Chemical Study On Guar Gum, Master Thesis, *Department of Chemistry Faculty of Science University of Khartoum* (May).

- Majzoobi, M., Hedayati S., Habibi M., Ghiasi, F. and Farahnaky, A., 2014, Effects of corn resistant starch on the physicochemical properties of cake, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16, 569-576.
- Majzoobi, M., Radi, M., Farahnaky, A., Jamalian, J. and Tongdang T., 2009, Physicochemical Properties of Phosphoryl Chloride Cross-linked Wheat Starch, *Iranian Polymer Journal*, 18 (6), 491-499.
- Malek, S., 2013, Kavrulmuş buğday ve arpadan elde edilen unların kek kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Mandala, I., Karabela, I. And Kostaropoulos, A., 2007, Physical properties of breads containing hydrocolloids stored at low temperature, *Food Hydrocolloids*, 21, 1397-1406.
- Martinez-Navarrete N., Camacho M. M., Martinez-Lahuerta J., Martinez-Mamza J. and Fito P., 2000, Iron deficiency and iron fortified foods-a review, *Food Research International*, 35, 225-231.
- Masoodi, F. A., Sharma, B. and Chauhan, G. S., 2002, Use of apple pomace as a source of diet dry fiber in cakes, *Plant Foods for Human Nutrition*, 57, 121-128.
- Matveev, Y. I., Van Soest, J. J. G., Nieman, C., Wasserman, L. A., Protserov, V. A., Ezernitskaja, M. and Yuryev, V. P., 2001, The relationship between thermodynamic and structural properties of low and high amylose maize starches, *Carbohydrate Polymers*, 44, 151-160.
- Matz, S. A., 1970, Cereal Technology, *The Avi Publishing Company, Inc.*, Westport-Connecticut, USA.
- McClements, D., and Demetriades, K., 1998, An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38, 511-536.
- Meral, R. ve Doğan, İ. S., 2009, The use of natural compounds having functional properties in, *Derleme, Gıda - Journal of Food*, 34, 193-198.
- Mercan, N. ve Boyacıoğlu, M. H., 1999a, Kek Üretim Teknolojileri: Kekin Tanımı, Sınıflandırılması ve Üretimi, *Dünya Gıda Dergisi*, 45, 36-39.
- Mercan, N., 1998, Kek kalitesi üzerine bazı emülgatörlerin etkilerinin araştırılması, Yüksek lisans tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Mercan, N., ve Boyacıoğlu, M. H., 1999b, Kek Üretiminde Yaygın Olarak Kullanılan Bileşenler Ve Fonksiyonları, *Dünya Gıda Dergisi*, 47, 36-42.
- Michael, H., Davidson K. C., Kevin C. and Maki C., 1999, Effect of dietary inulin on serum lipids, *Journal of Nutrition*, 129, 14745-1477.

- Mikulíková, D., Masár, S. and Kraic, J., 2008, Biodiversity of legume health-promoting starch, *Starch*, 60, 426-432.
- Mikušová, L., Šturdík, E., Mošovská, S., Brindzová, L. and Mikulajová, A., 2009, Development of new bakery products with high dietary fibre content and antioxidant activity for obesity prevention, *In Proceedings of 4th international dietary fibre conference*, p. 185.
- Mollet B. and Rowland I., 2002, Functional Foods: At the Frontier between Food and Pharma, *Current Opinion in Biotechnology*, 13, 5, 483-485.
- Morita, T., Ito, Y., Brown, I. L., Ando, R. and Kiriya, S., 2007, In vitro and in vivo digestibility of native maize starch granules varying in amylose contents, *Journal of AOAC International*, 90, 1628-1634.
- Mutungu, C., Onyango, C., Jaros, D., Henle, T. and 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.
- Mutungu, C., Rost, F., Onyango, C., Jaros, D. and Rohm, H., 2009, Crystallinity, thermal and morphological characteristics of resistant starch type III produced by hydrothermal treatment of debranched cassava starch, *Starch-Stärke*, 61 (11), 634-645.
- Nadir, A. E. S., Helmy M. F. Í. and Kamil M. M., 2011, Effect of using jerusalem artichoke and inulin flours on producing low carbohydrate high protein pasta, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5, 12, 2855-2864.
- Nugent, A. P., 2005, Health properties of resistant starch, *British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin*, 30, 27-54.
- Olçay, N., 2019, Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım imkânları, Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Onyango, C., Bley, T., Jacob, A., Henle, T. and 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.
- Ozgoren, E., Isik, F. ve Yapar, A., 2019, Effect of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) supplementation on chemical and nutritional properties of crackers, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, p 2812-2821.
- Ölçer, H. ve Akın, B., 2008, Starch: biosynthesis, granule structure and genetic modifications. Nişasta: biyosentezi, granül yapısı ve genetik modifikasyonlar, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16, 1-12.

- Öztürk, S., 2008, Farklı nişasta kaynaklarından enzime dirençli nişasta üretimi ve karakterizasyonu, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Pan, L., Sinden, M. R., Kennedy, A. H., Chai, H., Watson, L. E., Graham, T. L. and Kinghorn, A. D., 2009, Bioactive constituents of *Helianthus tuberosus* (Jerusalem artichoke), *Phytochemistry Letters*, 2 (1), 15-18.
- Park, H. Y., 2013, The Quality characteristics and hypoglycemic effect of the cookies containing *Helianthus tuberosus* powder, Master's thesis, *Pusan National University*, 25-26.
- Park, H. Y., An, N. Y. and Ryu, H. K., 2013, The quality characteristics and hypoglycemic effect of cookies containing *Helianthus tuberosus* powder, *Korean Journal Community Living Science*, 24, 233-241.
- Parker, R. and Ring, S. G., 2001, Aspects of the physical chemistry of starch, *Journal of Cereal Science*, 34, 1-17.
- Paton, D., Larocque, G. M. and Holme, J., 1981, Development of cake structure: influence of ingredients on the measurement of cohesive force during baking, *Cereal Chemistry*, 58(6), 527-529.
- Perez, S. and Bertoft, E., 2010, The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: A comprehensive review, *Starch/Starke*, 62.
- Pérez-Alvarez, J. A., 2008, Overview of meat products as functional foods, In J. Fernández-López & J. A. Pérez-Alvarez (Eds.), *Technological strategies for functional meat products development* (pp. 1–17). Kerala, India: Transworld Research Network.
- Pongjanta, J., Utaipattanaceep, A., Naivikul, O. and Piyachomkwan, K., 2008, In vitro starch hydrolysis rate, physico-chemical properties and sensory evaluation of butter cake prepared using resistant starch type III substituted for wheat flour, *Malaysian Journal of Nutrition*, 14 (2), 199-208.
- Pongjanta, J., Utaipattanaceep, A., Naivikul, O. and 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.
- Poorna, K. S. V., Singh, A., Rathore, A. and Kumar, A., 2016, Novel cross linked Guar gum -g- poly (acrylate) porous superabsorbent hydrogels: Characterization and swelling behaviour in different environments, *Carbohydrate Polymers*, 149, 175-185.
- Prem, D., Singh, S., Gupta, P. P., Singh, J. and Kadyan, S. P. S., 2005, Callus induction and de novo regeneration from callus in guar (*Cyamopsis tetragonoloba*), *Plant Cell Tiss Org*, 80, 209-214.

- Pyler, E. J. and Gorton L. A., 2008, Baking science and technology, Vol I, Fundamentals and Ingredients, *Sosland Publishing Company 4th.Edt.*, 113-253, USA.
- Pyler, E. J., 1988, Baking Science and Technology, Sosland Publishing Company, 1345p, USA.
- Radovanovic, A., Stojceska, V., Plunkett, A., Jankovic, S. and Milovanovic, D., 2015, The use of dry Jerusalem artichoke as a functional nutrient in developing extruded food with low glycaemic index, *Food Chemistry*, 177, 81-88.
- Raigond, P., Ezekiel, R. and Raigond, B., 2015, Resistant starch in food: a review, *Journal Science Food Agriculture*, 95, 1968-1978.
- Rakhimov, D. A., Arifkhodzhaev A. O., Mezhlumyan L. G., Yuldashev O. M., Rozikova U. A., Aikhodzhaeva N. and Vakil M. M., 2003, Carbohydrates and proteins from *Helianthus tuberosus*, *Chemistry of Natural Compounds*, 39 (3), 312-313.
- Ratnayake, W. S. and Jackson D. S., 2008, Phase transition of cross-linked and hydroxypropylated corn (*Zea mays L.*) starches, *LWT-Food Science and Technology*, 41, 2, 346-358.
- Ren, C. and Shin, M., 2013, Effects of cross-linked resistant rice starch on the quality of Korean traditional rice cake, *Food Science and Biotechnology*, 22, 697-704.
- Roben, A., Andersen, K., Karberg, M. A., 1997, Acetylation of of or beta-cyclodextrin addition to potato starch: Beneficial effect on glucose metabolism and appetite sensations, *American Journal of Clinical Nutrition*, 66, 304-314.
- Roberfroid, M., 2005, Inulin: origin, chemistry, biochemistry and technological properties, Inulin type fructans: functional food ingredients, *CRC Press*, 392.
- Rojas, J. A., Rosell, C. M. and Benedito, C., 1999, Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems, *Food Hydrocolloids*, 13, 23-33.
- Sağdıç, O., Küçüköner, E. ve Özçelik, S., 2004, Probiyotik ve Prebiyotiklerin Fonksiyonel Özellikleri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35 (3-4), 221-228.
- Sajilata, M. G. and Singhal, R. S., 2005, Specialty starches for snack foods, *Carbohydrate Polymers*, 59, 131-151.
- Sajilata, M. G., Singhal, R. S. and Kulkarni, P. R., 2006, Resistant starch - a review, *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 5, 1-17.
- Saldamlı, İ., "Gıda Kimyası" *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, Ankara, 1998.

- Salgueiro, M. J., Zubillaga, M., Lysionek, A., Caro, R., Weill, R., Boccio, J., 2002, Fortification strategies to combat zinc and iron deficiency, *Nutrition Reviews*, 60 (2), 52-58.
- Sanz, T., Salvador, A. and Fiszman, S. M., 2008, Resistant starch (RS) in battered fried products: Functionality and high-fibre benefit, *Food Hydrocolloids*, 22(4), 543-549.
- Sanz, T., Salvador, A., and Fiszman, S. M., 2008b, Evaluation of four types of resistant starch in muffin baking performance and relationship with batter rheology, *European Food Research & Technology*, 227, 813-819.
- Šeremešić, M. M., Dokic, L., Nikolic, I., Radosavljevic, M. and Simovic, D. Š., 2013, Rheological and textural properties of short (cookie) dough made with two types of resistant starch. *Journal of Texture Studies*, (3), 115-123.
- Sharma, A., Yadav, B. S. and Ritika, 2008, Resistant Starch : Physiological Roles and Food Applications, *Food Reviews International*, 24, 193-234.
- Sharoba, A. M., M, Abd El-Salam A. M., Hafez, H. H., 2014, Production and evaluation of gluten free biscuits as functional foods for celiac disease patients, *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 20(3), 203-214, (September).
- Shelke, K., Hoseney, R. C., Faubion, J. M. and Curran, S. P., 1992, Age-related changes in the cake-baking quality of flour milled from freshly harvested soft wheat, *Cereal Chemistry*, 69 (2), 141-144.
- Shi, Y. C., Capitani, T., Trzasko, P., Jeffcoat, R., 1998, Molecular structure of a low-amylopectin starch and other high-amylose maize starches, *Journal of Cereal Science*, 27, 289-299.
- Singh, J., Kaur, L., McCarthy, O. J., 2007, Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications-A review, *Food Hydrocolloids*, 21, 1-22.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), A short guide to Vista series ICP – AES operation, Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland.
- Slinkard, K. and Singleton, V. L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49-55.
- Somda, Z. C., McLaurin, W. J., and Kays, S. J., 1999, Jerusalem artichoke growth, development, and field storage, II. Carbon and nutrient element allocation and redistribution, *Journal of Plant Nutrition*, 22, 1315-1334.
- Stauffer, C. E., 1990, Functional Additives for Bakery Products, *Chapman and Hall*, New York, NY.

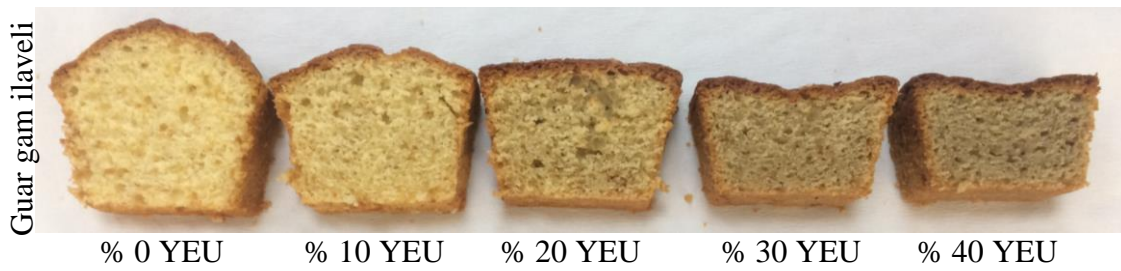
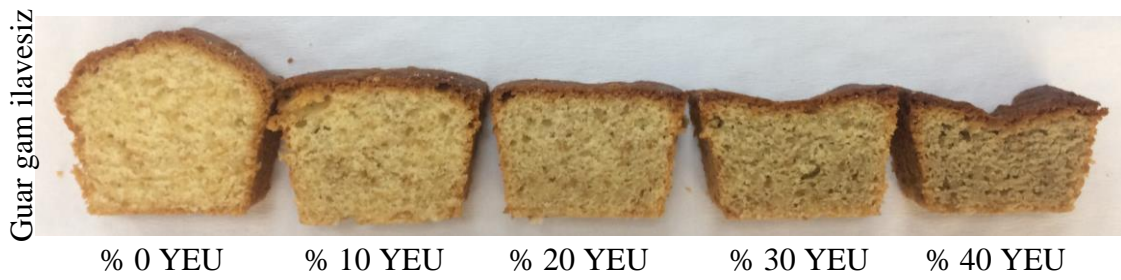
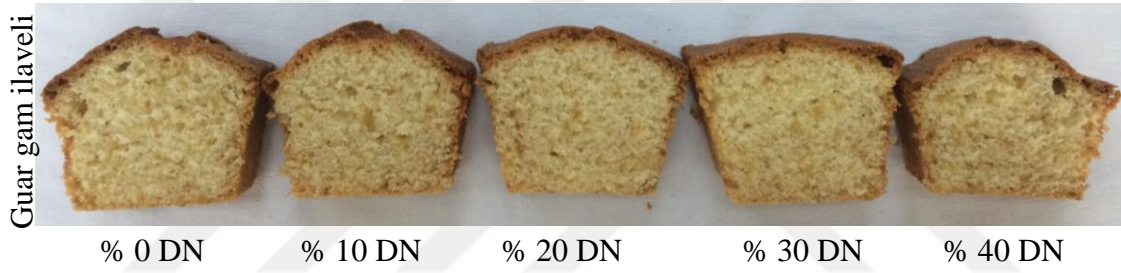
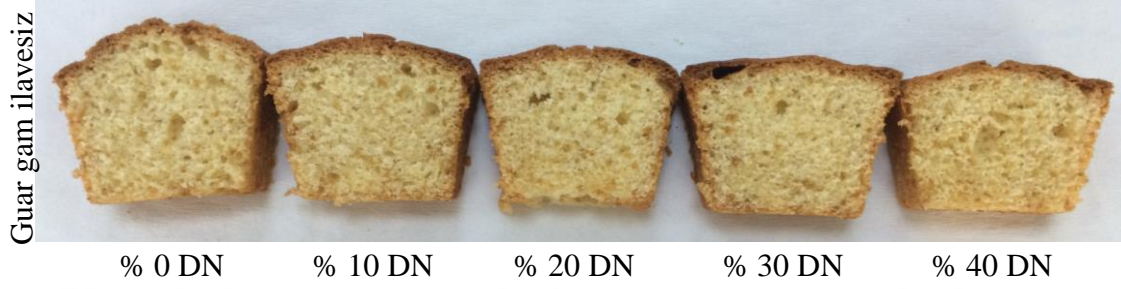
- Stauffer, M. D., Chubey, B. B., Dorrell, D. G., 1981, Growth, yield and compositional characteristics of Jerusalem artichoke as they relate to biomass production, in *Fuels from Biomass and Wastes*, Klass, D.L. and Emert, G.H., Eds., Ann Arbor Science, Ann Arbor, MI, 79-97.
- Sungur, B. and Ercan, R., 2011, Effects of some hydrocolloids and surfactant on the rheological properties of hard wheat flour dough by using response surface methodology, *Journal of Food*, 36, 77-82.
- Şeker, I. T., Gökbulut, I., Öztürk, S., Özboy Özbaş, O. ve Köksel, H., 2006, Enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımı, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, s.157, 24-26 Mayıs.
- Şimşek, Ş., 2011, Gölevez (*Colocasia esculenta L. Schott*) yumrusundan dirençli nişasta elde edilmesi ve sağlık üzerine etkilerinin in vitro yöntemlerle saptanması, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Tacer-Caba, Z., Nilufer-Erdil, D., Ai, Y., 2015, Chemical Composition of Cereals and Their Products, *Handbook of Food Chemistry*, 301-329.
- Taggart, P., 2004, Starch as an ingredient: manufacture and applications, 377, Starch in food, A.Eliasson (Ed.), *Woodhead Publishing Limited*, Cambridge, England, 596.
- Tan, I., Torley, P. J. and Halley, P. J., 2008, Combined rheological and optical investigation of maize, barley and wheat starch gelatinisation, *Carbohydrate Polymers*, 72, 272-286.
- Tchone, M., Barwald G. and Mieier C., 2005, Polyphenol oxidases in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*), *British Food Journal*, 107(9), 693-701.
- Tchone, M., Barwald, G., Annemuller, G. and Fleischer, L. G., 2006, Separation and identification of phenolic compounds in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*), *Science Aliments*, 26, 394-408.
- Tester, R. F., Karkalas, J., and Qi, X., 2004, Starch-composition, fine structure and architecture, *Journal of Cereal Science*, 39, 151-165.
- Tharanathan, M., Tharanathan, R. N., 2001, Resistant starch in wheat-based products: Isolation and characterization, *Journal of Cereal Science*, 34, 73-84.
- Tharanathan, R. N. and Mahadevamma, S., 2003, Grain legumes a boon to human nutrition, *Trends in Food Science and Technology*, 14, 507-518.
- Tharanathan, R. N., 2002, Food-derived carbohydrates: Structural complexity and functional diversity, *Critical Reviews in Biotechnology*, 22(1), 65-84.
- Thombare, N., Jha, U., Mishra, S. and Siddiqui, M. Z., 2016, Guar gum as a promising starting material for diverse applications: A review, *International Journal of Biological Macromolecules*, 88, 361-372.

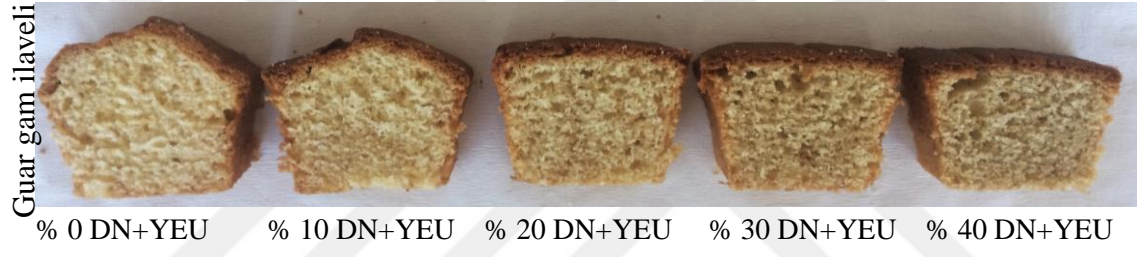
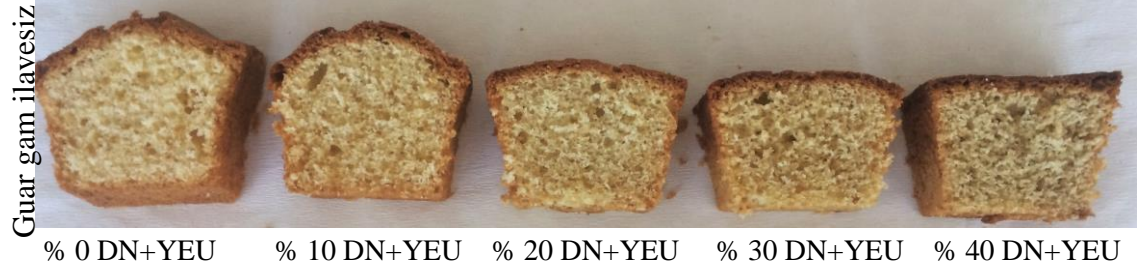
- Topping, D. L. and Clifton, P. M., 2001, Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides, *Physiological Reviews*, 81 (3), 1031-1064.
- Tsatsaragkou, K., Papantoniou, M. and Mandala, I., 2015, Rheological , physical , and sensory attributes of gluten-free rice cakes containing resistant starch, *Journal of Food Science*, 80, 2, E341-E348.
- Turabi, E., Sumnu, G. and Sahin, S., 2008, Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend, *Food Hydrocolloid*, 22, 305-312.
- Türker, B. ve Yeyinli Savlak, N., 2015, Dirençli nişasta: tipleri, kaynakları, fizyolojik etkileri ve fonksiyonel özellikleri, *Akademik Gıda*, 13 (4), 354-359.
- Uluöz, M., Gönül, M. ve Gözülü, S., 1974, Nişasta; Özellikleri, Jeletinizasyonu, Modifikasyonu ve Gıda Endüstrisinde Kullanılması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 245, 40, Bornova.
- Ünal, G. ve Akalın, A. S., 2004, Demir eksikliği ve süt ürünlerinin demirce zenginleştirilmesi, *Gıda*, 29 (4), 317-323.
- Van Loo, J., Coussement, P., De Leenheer, L., Hoebregs, H. and Smits, G., 1995, On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the Western diet, *Critical Reviews Food Science Nutrition*, 35, 525-552.
- Varlamova, C. V., Partskhaladze E., Oldham Ovsky V. and Danilova E., 1996, Potential uses of Jerusalem artichoke tuber concentrates as food additives and prophylactics, *In 6th symp. Inulin, carbohydrate*, 141-144, The Netherlands.
- Volpini-rapina, L. F., Sokei, F. R. and Conti-silva, A. C., 2012, Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofructose, *LWT - Food Science and Technology*, 48 (1), 37-42.
- Wepner, B., Berghofer, E., Miesenberger, E. and Tiefenbacher, K., 1999, Citrate starch: application as resistant starch in different food systems, *Starch*, 51, 354-361.
- Whistler, R. L. and Hymowitz, T., 1979, Guar: agronomy, production, industrial use, and nutrition, *Purdue University Press*, West Lafayette.
- Whitney, E. N., Rolfes, S. R., 1999, Understanding Nutrition, 8th ed., West/Wadsworth, Belmont, CA.
- Wilderjans, E. Luyts, A., Goesaert, H., Brijs, K. and Delcour, J. A., 2010, A Model Approach to Starch and Protein Functionality in a Pound Cake System, *Food Chemistry*, 120, 44-51.
- Witt, T., Gidley, M. J. and Gilbert, R. G., 2010, Starch digestion mechanistic information from the time evolution of molecular size distributions, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 58, 8444- 8452.

- Wong, J. M. W., De Souza, R., Kendall, C. W. C. And Emam, A., 2006, Colonic health: Fermentation and short chain fatty acids, *Journal of Clinical Gastroenterology*, 40, 235-243.
- Yamazaki, H., Modler, H.W., Jones, I. D. and Elliot, J.I., 1989, Process for preparing flour from Jerusalem artichoke tubers, U.S. Patent 487.
- Yang, L., He, Q. S., Corcadden, K. and Udenigwe, C. C., 2015, The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production, *Biotechnology Reports*, 5, 77-88.
- Yavaş, Y., 2012, Hemiselülaz Enziminin Tam Buğday Unlu Keklerin Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Yıldız, Ö., 2002, Düşük Kalorili Kek Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van.
- Yoshimoto, Y., Tashiro, J., Takenouchi, T. and Tekeda, Y., 2000, Molecular structure and some physicochemical properties of high-amylose barley starches, *Cereal Chemistry*, 77, 279-285.
- Younes, H., Levrat, M. A., Demige, C. and Rémésy, C., 1995, Resistant starch is more effective than cholestyramine as a lipid-lowering agent in the rat, *Lipids* 30, 847-853.
- Yücel, R., 2009, Glutensiz kek üretiminde kullanılan bazı zamkların kalite üzerine etkisi gıda, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Žaldarienė, S., Kulaitienė, J. and Černiauskienė, J., 2012, The quality comparison of different Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) cultivars tubers, *Žemės ūkio mokslai*, 19 (4), 268-272.
- Zambrano, F., Despinoy, P., Ormenese, R. C. S. C. and Faria, E. V., 2004, The use of guar and xanthan gums in the production of ‘ light ’ low fat cakes, *International Journal Of Food Science And Technology*, 39, 959-966.
- Zhou, Z., Cao, X. and Zhou, J. Y. H., 2013, Effect of resistant starch structure on short-chain fatty acids production by human gut microbiota fermentation in vitro, *Starch/Stärke*, 65 (5-6), 509-516.

EKLER

EK-1 Kek Örneklerinin Resimleri (DN: Dirençli nişasta, YEU: Yer elması unu.)



EK-1 Kek Örneklerinin Resimleri (Devam)

ÖZGEÇMİŞ



KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hacer CEYLAN
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya – 28.01.1994
Telefon : 0553 828 87 70
Ev Tel : 0332 247 77 47
e-mail : hacerceylan94@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Yıl
Lise	Adilkaraağaç Anadolu Teknik Lisesi Kimya Bölümü - 89.14/100	2008-2012 Konya, Türkiye
Üniversite	Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği - 3.43/4.00	2012-2017 Konya, Türkiye
Yüksek Lisans:	Necmettin Erbakan Üniversitesi Tahıl Teknolojisi - 3.72/4.00	2017-2020 Konya, Türkiye

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2016	ENKA Süt ve Süt Ürünleri LTD. ŞTİ.	1 Ay Yaz Stajı
2013	Konya Bilim Merkezi	1 Yıl Gönüllü Rehber
2011	Konya Ticaret Borsası Laboratuvarı	1 Ay Yaz Stajı
2010	Konya Tarım İl Kontrol Laboratuvarı	3 Haftalık Yaz Stajı

YETENEKLER

Dil	Yetenekler	Araçlar & Teknolojiler
İngilizce (Orta Seviye) Türkçe	Araştırmacı / Bilgi toplayabilme Sunum Hazırlama Sorumluluk alabilme Organize çalışabilme Detaylara önem verme	MS Office AutoCad

SEMİNERLER & SERTİFİKALAR

2019	IATENS'19 The International Aluminium-Themed Engineering And Natural Sciences Conference Sözlü Sunum	Konya, Türkiye
2018	7. Uluslararası Moleküler Biyoloji Kongresi Poster Sunumu	Konya, Türkiye
2018	Uluslararası Ekmek Çalıştayı	Konya, Türkiye
2017	Ekmekçilik ve Pastacılık Ürünleri Hazırlanması ve Sunumu İreks Pişirme Ve Eğitim Merkezi (İpema)	Antalya, Türkiye
2017	1.Uluslararası Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Kongresi	Konya, Türkiye
2017	Yenilikçi Düşünme ve İş Fikri Geliştirme Atölyesi Necmettin Erbakan Üniversitesi	Konya, Türkiye
2016	Bülent Ecevit Üniversitesi Proje Pazarı Yarışması Meyve atıklarından pipet üretimi	Zonguldak, Türkiye
2016	Formasyon Eğitimi Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Fakültesi	Konya, Türkiye
2015	Konya Bilim Festivali Konya Bilim Merkezi (Görevli)	Konya, Türkiye
2015	IBATECH Fuarı 8. Uluslararası Ekmek, Pasta Makineleri, Dondurma, Çikolata ve Teknolojileri Fuarı	Ankara, Türkiye
2013	2.Uluslararası Helal ve Sağlıklı Gıda Konferansı	Konya, Türkiye
2011	Konya Mesleki ve Teknik Eğitim Fuarı (Metef)	Konya, Türkiye
2009	Pastacılık Çırağı Eğitimi (152 Saat) Meram Halk Eğitim Merkezi ve Akşam Sanat Okulu	Konya, Türkiye
2009	Tübitak Ortaöğretim Öğrencileri Araştırma Projeleri Yarışması Süt ve Süt Ürünlerinde Nişasta Tayini	Konya, Türkiye
2009	İngilizce Eğitimi (120 Saat- İlk Kademe)Meram Halk Eğitim Merkezi ve Akşam Sanat Okulu	Konya, Türkiye

YAYINLAR

- Utilization Of Jerusalem Artichoke Flour And Resistant Starch Blends In Cookie Formulation

The International Aluminum-Themed Engineering and Natural Sciences Conference in Seydişehir/TURKEY (IATENS'19), October 4-6 2019

