



T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

**YÜKSEK AMİLOZLU MISIR NIŞASTASINDAN
DİRENÇLİ NIŞASTA ELDESİ VE
ERİŞTE ÜRETİMİNDE KULLANIMI**

Ayşe Neslihan (İNKAYA) DÜNDAR

Doktora Tezi

**YÜKSEK AMİLOZLU MISIR NİŞASTASINDAN DİRENÇLİ NİŞASTA
ELDESİ VE ERİŞTE ÜRETİMİNDE KULLANIMI**

Ayşe Neslihan (İNKAYA) DÜNDAR



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YÜKSEK AMİLOZLU MISIR NIŞASTASINDAN DİRENÇLİ NIŞASTA
ELDESİ ve ERİŞTE ÜRETİMİNDE KULLANIMI**

Ayşe Neslihan İNKAYA (DÜNDAR)

Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2014

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Ayşe Neslihan (İNKAYA) DÜNDAR tarafından hazırlanan “Yüksek Amilozlu Mısır Nişastasından Dirençli Nişasta Eldesi ve Erişte Üretiminde Kullanımı” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

Başkan : Prof.Dr.Duygu GÖÇMEN İmza
U.Ü. Ziraat Fakültesi.
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof.Dr. Fikri BAŞOĞLU İmza
U.Ü. Ziraat Fakültesi.
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç.Dr. Ramazan DOĞAN İmza
U.Ü. Ziraat Fakültesi.
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Doç.Dr. Yasemin ŞAHAN İmza
U.Ü. Ziraat Fakültesi.
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ İmza
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Mimarlık Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali Osman DEMİR

Enstitü Müdürü

.././....(Tarih)

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
 - atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
 - kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı
- beyan ederim.**

18/04/2014

İmza
Ayşe Neslihan (İNKAYA) DÜNDAR

ÖZET

Doktora Tezi

YÜKSEK AMİLOZLU MISIR NIŞASTASINDAN DİRENÇLİ NIŞASTA ELDESİ VE ERİŞTE ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Ayşe Neslihan (İNKAYA) DÜNDAR

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

Bu çalışmada, yüksek amilozlu doğal mısır nişastasından (Hylon VII, %70 amiloz) iki farklı yöntemle, dirençli nişasta (DN) içeren nişasta türevleri elde edilmiştir. Birinci yöntemde; yüksek sıcaklıklarda otoklavlama (140 veya 145°C) ve farklı bekletme (24, 48 veya 72 saat) periyotları uygulanarak asit hidrolizi ile dirençli nişasta (AHDN) üretilmiştir. İkinci yöntemde ise α -amilaz ile inkübe edilen örnek otoklavlanmış, bunu takiben pullulanaz enzimi ile muamele ve bekletme işlemi uygulandıktan sonra, tekrar α -amilaz inkübasyonu yapılarak DN içeren nişasta türevi (EHDN) elde edilmiştir. Bu türevler, lif kaynağı olarak, erişte formulasyonunda kısmen buğday unu yerine ikame edilmiştir. EHDN örneklerinde, en yüksek (%52.23) DN verimine ulaşılmıştır. DN içerikli tüm nişasta türevlerinin çözünürlük ve su bağlama değerleri, doğal nişastaya göre yüksek bulunmuş, ayrıca bunlar albümin çözeltisinin emülsiyon özelliklerini de iyileştirmiştir. Nişasta türevi ilaveli tüm eriştelerin DN miktarları, kontrole göre yüksek bulunmuştur. En yüksek DN oranı (%5.40-18.65), EHDN örneğinde tespit edilmiştir. Nişasta türevleri, kontrole göre, eriştenin pişme süresini kısaltmış, pişme kaybı ve suya geçen toplam organik madde (TOM) miktarını düşürmüş, su absorpsiyonunu ve hacim artışını yükseltmiş, beyaz ve parlak renk oluşumu sağlamıştır. Ancak, EHDN ilaveli erişteler pişme sonrasında, yapay tebeşir beyazı bir renk aldığı ve tat ve kokusu hoş olmadığı için panelistlerce en az beğenilen erişte olmuştur. Genel beğeniye göre, en yüksek puanı, AHDN-O145-B72-15 nolu erişte örneği almıştır.

Özetle, bu çalışmada, yüksek amilozlu doğal mısır nişastasından (Hylon VII), enzim hidrolizi-otoklavlama-bekletme ve asit hidrolizi-otoklavlama-bekletme yöntemleri ile Tip 3 DN üretimi başarıyla gerçekleştirilmiştir. DN içerikli nişasta türevi ilavesinin, eriştenin DN miktarını önemli düzeyde artırdığı ve kabul edilebilir özellikte erişte eldesi sağladığı görülmüştür. Sonuç olarak DN'nin, çeşitli gıdalarda, diyet lif alternatifi fonksiyonel bir katkı olarak, kullanılma potansiyelinin yüksek olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: dirençli nişasta, yüksek amilozlu mısır nişastası, DSC, RVA, emülsiyon özellikleri, erişte.

2014, ix+120 sayfa

ABSTRACT

PhD Thesis

PRODUCTION OF RESISTANT STARCH FROM HIGH AMYLOSE CORN STARCH AND THEIR UTILIZATION IN NOODLE

Ayşe Neslihan (İNKAYA) DUNDAR

Uludağ University Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN

In this study, starch derivatives containing resistant starch (RS) were obtained high amylose corn starch (Hylon VII, 70% amylose) in two different ways. In the first method, RS is produced by acid hydrolysis with high temperature autoclaving (140 or 145°C) and different storing (24, 48 or 72 hours) periods. This derivative was called as acid hydrolyzed resistant starch (AHRS). In the second method, Hylon VII were treated with α -amylase, then autoclaved, followed by this process pullulanase enzyme was added and stored, after applying these treatments the mixture was incubated with α -amylase. This derivative obtained these processes was also called as enzyme hydrolyzed resistant starch (EHRS). Starch derivatives containing RS, as a source of fibers, were used to replace partially wheat flour in the noodle formulation. The highest RS yield (52.23%) was obtained in EHRS sample. Starch derivatives containing RS had higher solubility and water binding values than native starch (Hylon VII). Also these derivatives improved the emulsion properties of albumin solutions. The RS values of noodles supplemented with starch derivatives were higher than control noodle (not including RS derivatives). The highest RS levels (5.40-18.65%) were determined in noodle samples with EHRS derivatives. Starch derivatives shortened the cooking times, reduced the cooking losses and total organic matters in boiling water, also increased water absorptions and volumes of noodles. RS derivatives gave a white and bright colors to noodles. However, after cooking, EHRS caused artificial chalk-white color and undesirable taste and odor in noodles. So, EHRS noodles has been the least appreciated by consumers. Concerning total acceptability, noodle supplemented with 15 % AHRS derivative (autoclaving at 145°C and storing for 72 hours) in the formulation had the highest score.

Briefly, in this study, RS 3 were produced by enzyme hydrolysis-autoclaving-storing method and acid hydrolysis- autoclaving-storing method from high amylose corn starch (Hylon VII). Enrichment of noodle with RS derivatives in the formulation significantly increased RS levels and gave acceptable noodle. Therefore, it can be say that the usage potential of RS as a functional additive in different food products for alternative to dietary fibre is high.

Keywords: resistant starch, high amylose corn starch, DSC, RVA, emulsifying properties, noodle

2014, ix+120 pages.

TEŞEKKÜR

Araştırma konumun seçiminden, son aşamaya gelinceye kadar bana yön vererek, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen değerli bilgi ve yardımlarından daima yararlandığım tez danışmanım Sayın Prof.Dr Duygu GÖÇMEN'e, tez çalışmalarım da bilgilerinden yararlandığım tez izleme komitesi üyelerim Doç.Dr. Ramazan DOĞAN ve Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN hocalarıma, tezimin analiz aşamalarındaki önemli katkılarından ve yardımlarından dolayı değerli arkadaşlarım Öğr. Gör. Emine AYDIN, Merve BAKŞI ve Aslı KİLCİ'ye, tezimin Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Hububat Laboratuvarı'nda gerçekleştirmem konusunda bana imkan sağlayan ve buradaki çalışmalarım esnasında bana destek ve yardımlarını hiç esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Hamit KÖKSEL'e, analiz sırasında Laboratuvarlarını kullanmama imkan sağlayan Yenişehir APAK Un Fabrikasına teşekkür ederim.

Doktora burs desteğinden dolayı TÜBİTAK' a ve U.Ü. BAP UAP(Z)-2011/64 No'lu "Yüksek Amilozlu Mısır Nişastasından Dirençli Nişasta Oluşumu Üzerine Jelatinizasyon ve Retrogradasyon Parametrelerinin Etkisi" başlıklı proje ile doktoramı destekleyen üniversiteme içten teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan ve hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen canım ailem DÜNDAR ve İNKAYA ailelerine ve maddi ve manevi her türlü desteğini benden esirgemeyen, her an yanımda olan eşim Evren DÜNDAR'a ayrıca teşekkür ederim.

Ayşe Neslihan (İNKAYA) DÜNDAR

18/04/2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Nişasta Granülünün Yapısı ve Özellikleri.....	3
2.2. Nişastanın Termal Özellikleri.....	5
2.3. Dirençli Nişasta.....	7
2.3.1. Dirençli nişasta oluşumu.....	9
2.3.2. Dirençli nişastanın fizyolojik etkileri.....	16
2.3.2.1. Kolon kanserine karşı koruma etkisi.....	16
2.3.2.2. Hipoglisemik etki.....	17
2.3.2.3. Prebiyotik etki.....	18
2.3.2.4. Hipokolestrolemik etki.....	19
2.3.2.5. Yağ birikimini engelleme etkisi.....	19
2.3.2.6. Safra taşı oluşumunu azaltıcı etki.....	20
2.3.2.7. Mineral absorpsiyonunu artırma etkisi.....	20
2.3.3. Dirençli nişastanın gıdalarda kullanımı.....	20
2.4. Erişte.....	24
2.4.1. Eriştenin tanımı.....	24
2.4.2. Eriştenin tarihçesi.....	25
2.4.3. Erişte çeşitleri.....	26
2.4.3.1. Kullanılan hammaddeye göre eriştelerin sınıflandırılması.....	26
2.4.3.2. Boyutlarına göre eriştelerin sınıflandırılması.....	27
2.4.3.3. Üretim metoduna göre eriştelerin sınıflandırılması.....	27
2.4.3.4. Üretimde kullanılan tuz tipine göre eriştelerin sınıflandırılması.....	28
2.4.3.5. Uygulanan proseslere göre eriştelerin sınıflandırılması.....	28
2.4.4. Erişte üretiminde kullanılan hammaddeler.....	31
2.4.4.1. Buğday.....	31
2.4.4.2. Un.....	32
2.4.4.2.1. Kül miktarı.....	33
2.4.4.2.2. Protein miktar ve kalitesi.....	33
2.4.4.2.3. Nişasta özellikleri.....	35
2.4.4.2.4. Reolojik özellikler.....	36
2.4.4.2.5. Partikül boyutu.....	36
2.4.4.2.6. Renk.....	36
2.4.4.3. Su.....	37
2.4.4.4. Sofralık tuz ve alkali tuz.....	38
2.4.5. Erişte üretim teknolojisi.....	39
2.4.5.1. Hamur yoğurma ve dinlendirme.....	39
2.4.5.2. Hamur açma, birleştirme, dinlendirme.....	40
2.4.5.3. İnceltme (yaprak haline getirme).....	41
2.4.5.4. Şerit kesme ve boyut küçültme.....	41
2.4.5.5. Kurutma.....	42

2.4.6. Erişte kalitesi.....	43
2.4.6.1. Renk ve görünüm	43
2.4.6.2. Tekstür	45
2.4.6.3. Pişme kalitesi	46
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	47
3.1. Materyal	47
3.2. Yöntem.....	47
3.2.1. Enzim hidrolizi ve otoklavlama-bekletme metodu ile dirençli nişasta üretimi.....	47
3.2.2. Asit hidrolizi ve otoklavlama-bekletme döngüleri ile dirençli nişasta üretimi	49
3.2.3. Nişasta örneklerinin analizleri	53
3.2.3.1. Nem miktarı tayini	53
3.2.3.2. Dirençli nişasta miktarı tayini	53
3.2.3.3. Nişasta örneklerinin termal özellikleri (DSC Analizi).....	53
3.2.3.4. Nişasta örneklerinin viskozite özellikleri (RVA Analizi).....	54
3.2.3.5. Nişasta örneklerinin fonksiyonel özellikleri	55
3.2.3.5.1. Çözünürlük ve su bağlama	55
3.2.3.5.1. Emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi	56
3.2.3.6. Nişasta örneklerinde renk analizi	57
3.2.4. Erişte üretimi	57
3.2.5. Erişte örneklerinin kalite karakteristiklerinin belirlenmesi.....	60
3.2.5.1. Kurutulmuş erişte örneklerinin kimyasal analizleri	60
3.2.5.2. Kurutulmuş erişte örneklerinin termal özellikleri (DSC Analizi).....	61
3.2.5.3. Kurutulmuş erişte örneklerinin dirençli nişasta miktarı tayini.....	61
3.2.5.4. Kurutulmuş erişte örneklerinin renk analizi.....	61
3.2.5.5. Kurutulmuş erişte örneklerinin tekstür analizi.....	61
3.2.5.6. Pişme özellikleri.....	62
3.2.5.6.1. Pişme kaybı	62
3.2.5.6.2. Pişme süresi tayini	62
3.2.5.6.3. Su absorpsiyonu (Ağırlık artışı)	63
3.2.5.6.4. Hacim artışı	63
3.2.5.6.5. Suya geçen toplam organik madde miktarı (TOM) tayini	63
3.2.5.7. Duyusal analiz.....	64
3.2.5.7.1. Kurutulmuş erişte örneklerinde duyusal analiz	64
3.2.5.7.2. Pişmiş erişte örneklerinde duyusal analiz	65
3.2.6. İstatistiksel analiz	65
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	66
4.1. Nişasta Örneklerinin Analizleri.....	66
4.1.1. Nem miktarı	66
4.1.2. Dirençli nişasta miktarı	66
4.1.3. Renk	69
4.1.4. Termal özellikler (DSC Analizi).....	70
4.1.5. Viskozite özellikleri (RVA Analizi)	72
4.1.6. Fonksiyonel özellikler.....	74
4.1.6.1. Çözünürlük ve su bağlama	74
4.1.6.2. Emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi.....	75
4.2. Erişte Örneklerinin Kalite Karakteristikleri	77
4.2.1. Kurutulmuş erişte örneklerinin kimyasal bileşimleri	77
4.2.2. Kurutulmuş erişte örneklerinin termal özellikleri	79

4.2.3. Kurutulmuş erişte örneklerinin dirençli nişasta miktarları.....	82
4.2.4. Kurutulmuş erişte örneklerinin renk değerleri	84
4.2.5. Kurutulmuş erişte örneklerinin sertlik değerleri	87
4.2.6. Kurutulmuş eriştelere ait duyusal analiz sonuçları	89
4.2.7. Pişme özellikleri.....	90
4.2.7.1. Pişme süresi ve pişme kaybı	90
4.2.7.2. Su absorpsiyonu ve hacim artışı.....	93
4.2.7.3. Toplam organik madde miktarı.....	94
4.2.8. Pişmiş erişte örneklerinin duyusal analizi.....	96
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	100
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ	118

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Simgeler	Açıklama
<i>g</i>	Merkezkaç kuvveti
N	Newton
rpm	Dakikada devir sayısı

Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklama
AHDN	Asit Hidrolizi ve Otoklavlama Bekletme Döngüleri ile Üretilen Dirençli Nişasta Türevi
DN	Dirençli Nişasta
DSC	Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
EHDN	Enzim Hidrolizi ve Otoklavlama Bekletme ile Üretilen Dirençli Nişasta Türevi
LSD	En Küçük Önemli Fark
RVA	Rapid Visco Analyzer (Mikroviskoanalizör)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Erişte üretimi.....	43
Şekil 3.1. Enzim hidrolizi-otoklavlama-bekletme işlemleri ile dirençli nişasta türevi üretimi (EHDN:enzim hidrolizi ile üretilen dirençli nişasta türevi).....	48
Şekil 3.2. Asit hidrolizi ve otoklavlama (140°C veya 145°C, 3 kez)-bekletme (24 saat) döngüleri ile dirençli nişasta türevi üretimi (AHDN:Asit hidrolizi ile üretilen dirençli nişasta türevi)	50
Şekil 3.3. Asit hidrolizi ve otoklavlama (140°C veya 145°C, 3 kez)-bekletme (48 saat) döngüleri ile dirençli nişasta türevi üretimi (AHDN:Asit hidrolizi ile üretilen dirençli nişasta türevi)	51
Şekil 3.4. Asit hidrolizi ve otoklavlama (140°C veya 145°C, 3 kez)-bekletme (72 saat) döngüleri ile dirençli nişasta türevi üretimi (AHDN:Asit hidrolizi ile üretilen dirençli nişasta türevi)Erişte rengini etkileyen faktörler	52
Şekil 3.5. Laboratuvar ölçekli erişte üretimi akış şeması.....	58
Şekil 3.6. Laboratuvar ölçekli erişte üretimi	59
Şekil 4.1. Kuru eriştelerin renk değerleri	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Genişliklerine göre erişteler	27
Çizelge 2.2. Asya erişteleri ve tüketildikleri ülkeler	31
Çizelge 2.3. Bazı erişteler için unun kül oranları	33
Çizelge 2.4. Bazı erişteler için unun protein oranları.....	34
Çizelge 2.5. Erişte rengini etkileyen faktörler	44
Çizelge 2.6. Bazı eriştelerin renk özellikleri	44
Çizelge 3.1. Örnek kodları	49
Çizelge 3.2. “Hylon” profilindeki sıcaklık-hız değişimi.....	55
Çizelge 3.3. Erişte örneklerinin kodları	60
Çizelge 4.1. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin nem miktarları	66
Çizelge 4.2. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin dirençli nişasta içerikleri.....	67
Çizelge 4.3. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin renk özellikleri.....	69
Çizelge 4.4. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin termal (DSC) özellikleri	71
Çizelge 4.5. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin viskozite özellikleri	73
Çizelge 4.6. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin çözünürlük ve su bağlama özellikler	74
Çizelge 4.7. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi.....	76
Çizelge 4.8. Eriştelerin kimyasal özellikleri	78
Çizelge 4.9. Eriştelerin termal özellikleri	80
Çizelge 4.10. Kuru eriştelerin dirençli nişasta miktarları	83
Çizelge 4.11. Kuru eriştelerin renk değerleri	85
Çizelge 4.12. Kuru eriştelerin sertlik değerleri	88
Çizelge 4.13. Kuru eriştelerin duyuşal özellikleri.....	90
Çizelge 4.14. Eriştelerin pişme süreleri ve suya geçen madde miktarları	91
Çizelge 4.15. Eriştelerin su absorpsiyonu ve hacim artışı değerleri	94
Çizelge 4.16. Eriştelerin toplam organik madde (TOM) değerleri	95
Çizelge 4.17. Pişmiş eriştelerin duyuşal özellikleri	98

1.GİRİŞ

Dirençli nişasta (DN) enzim inkübasyonunda 120 dakika sonra dahi hidrolize olmayan nişastadır (Englyst ve ark. 1992). Böylece nişasta, kalın bağırsağa ulaşmakta ve bağırsak mikroflorası tarafından fermente edilmektedir (Englyst ve ark. 1996, Topping ve Clifton 2001, Sharma ve ark. 2008, Hickman ve ark. 2009). Bu nedenle de ince bağırsakta sindirilemeyen besinsel lifin bir fraksiyonu olarak tanımlanmaktadır (Sajilata ve ark. 2006). Dirençli nişasta (DN), EURESTA (European Food-Linked Agro-Industrial Research–Concerted Action on Resistant Starch) tarafından “sağlıklı bireylerin ince bağırsağında sindirilemeyen nişasta ve nişasta parçalanma ürünlerinin toplamıdır” şeklinde tanımlanmıştır (Wepner ve ark. 1999). Prebiyotik, besinsel lif ve yağ ikame edici özellikleri nedeniyle gıdalarda kullanılma potansiyeline sahip olan DN’ nin dışkı miktarı (fecal bulking) ve atımı ile kısa zincirli yağ asidi oluşturma özelliği bakımından besinsel liflere önemli ölçüde benzedikleri bildirilmektedir (Haralampu 2000, Sajilata ve ark. 2006, Sharma ve ark. 2008). Ayrıca, DN ince bağırsakta sindirilemediği için gıdanın glisemik indeksini azaltmakta ve diyabetli hastaların diyetlerinde kullanılabilir (Shamai ve ark. 2003, Nugent 2005, Sajilata ve ark. 2006, Pongjanta ve ark. 2009, Htoon ve ark. 2010, Shrestha ve ark. 2010). Serumdaki kolesterol ve trigliseritlerin seviyesini de azaltmaktadır (Nugent 2005).

Genellikle dirençli nişasta dört grupta sınıflandırılmaktadır: Tip 1 DN, sindirilemeyen bir matriks içinde tutuklu halde bulunan nişastadır ve kısmen öğütülmüş taneler ve baklagil nişastaları bunlara en iyi örnektir; Tip 2 DN, granül formdaki jelatinize olmamış nişasta olup, yeşil muz, çiğ patates ve yüksek amiloz içeren nişastalar örnek olarak verilebilir; Tip 3 DN, retrograde olmuş nişastadır ve bunlara örnek olarak da hazır kahvaltılık hububat ürünleri, pişirilip soğutulmuş patates, yüksek amiloz içerikli mısır nişastası verilebilir; Tip 4 DN ise kimyasal yolla modifiye edilmiş nişastadır (asetat nişastaları, fosfat nişastaları, sitrat nişastaları ve çapraz bağlı nişastalar) (Wepner ve ark. 1999, Zhao ve Lin 2009a,b, Htoon ve ark. 2010). Tip 1 ve Tip 2 DN, doğal nişastalardır, fakat gıdaların pişirme işlemlerinde jelatinize olurlarsa, dirençli nişasta özelliklerini kaybetmektedirler (Hickman ve ark. 2009). Tip 1 ve Tip 2 DN gıdaların uygun bir şekilde ön işlenmesi ile yavaş da olsa sindirilebilirken, Tip 3 ve Tip 4 DN

sindirime karşı direnç göstermektedir (Vasanthan ve Bhattı 1998). Tip 3 DN termal stabilitesi nedeniyle en çok ilgi çeken dirençli nişastadır (Haralampu 2000, Shamaı ve ark. 2003).

Genel olarak DN, ısıı işlemler, kısmi asit hidrolizi, enzim modifikasyonu, asit ya da enzim modifikasyonu ile birlikte ısıı işlem uygulaması, ekstrüzyon, repolimerizasyon ya da kimyasal yöntemlerle üretilebilmektedir. DN üretiminde genellikle %50'den yüksek amiloz içeren nişastalar kullanılmaktadır (Haralampu 2000, Guraya ve ark. 2001, Hickman ve ark. 2009, Zaragoza ve ark. 2010).

Bir gıda bileşeni olarak DN, özellikle kahvaltılık hububat ürünleri, yüksek lifli ekmek ve kekler gibi bazı hububat ürünlerinde kullanılabilir. Fonksiyonel lif niteliği, özellikle beyaz renkli, kabul edilebilir tat-koku ve boyut özelliği ile pek çok geleneksel lif kaynağına göre daha rahatlıkla kullanılabilir (Premavalli ve ark. 2006, Sajilata ve ark. 2006).

Bu çalışmada, yüksek amiloz içeren doğal mısır nişastasından (Hylon VII, %70 amiloz) iki farklı yöntemle, DN içeren nişasta türevleri elde edilmiştir. Birinci yöntemde; yüksek sıcaklıklarda otoklavlama (140 veya 145°C) ve farklı bekletme (24,48 veya 72 saat) periyotları uygulanarak asit hidrolizi ile dirençli nişasta (AHDN) üretilmiştir. İkinci yöntemde ise α -amilaz ile inkübe edilen örnek otoklavlanmış, bunu takiben pullulanaz enzimi ile muamele ve bekletme işlemi uygulandıktan sonra, tekrar α -amilaz inkübasyonu yapılarak DN içeren nişasta türevi (EHDN) elde edilmiştir. Bu nişasta türevlerinin viskozite özellikleri mikro-viskoanalizör (Rapid Visco Analyzer: RVA) ile, nişasta retrogradasyonu ise DSC (Differential Scanning Calorimetry: diferansiyel taramalı kalorimetre) ile incelenmiştir. Ayrıca tüm örneklerin fonksiyonel özellikleri (çözünürlük, su bağlama, emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi) de belirlenmiştir. Elde edilen DN içerikli nişasta türevleri, lif kaynağı olarak, erişte formülasyonunda kısmen buğday unu yerine ikame edilmiştir. DN ilavesinin eriştenin pişme kalitesi, tekstürü, duyuşal özellikleri, DN miktarı ve termal özellikleri (DSC) üzerine etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Nişasta Granülünün Yapısı ve Özellikleri

Nişasta, bitkilerde granül formda bulunmaktadır. Nişasta granülleri, bitkilerin tohum, kök ve yumrularında, ayrıca gövde, yaprak, meyve ve polenlerinde bulunabilen enerji depolarıdır (Ellis ve ark. 1998). Hububat ve diğer gelişmiş bitkilerde granüller, plastidler içinde yer almakta ve nişastayı oluşturan bu plastidlere amiloplast denilmektedir (Ellis ve ark. 1998, Sajilata ve ark. 2006, Perez ve Bertoft 2010). Nişasta granülleri birbirini takip eden amorf bölge ve semi-kristal büyüme halkalarından oluşmaktadır. Amorf bölge, amiloz ve kristal yapıda olmayan amilopektin içermektedir. Semi-kristal büyüme halkaları ise yine birbirini dönüşümlü olarak takip eden, yaklaşık 9–10 nm genişliğinde amorf ve kristal lamellerden meydana gelmektedir. Nişasta granüllerinin yaklaşık %70'i amorf ve %30'u kristal yapıdadır (Jobling 2004, Sajilata ve ark. 2006, Perez ve Bertoft 2010, Singh ve ark. 2010).

Nişasta, α -D-(1,4) ve/veya α -D-(1,6) bağları ile birbirine bağlı glikoz moleküllerinden oluşan bir polisakkarittir. Nişastanın yapısında amiloz ve amilopektin olmak üzere iki temel polimer bulunmaktadır (Hoseney 1994, Buleon ve ark. 1998, Parker ve Ring 2001, Liu ve ark. 2010a, Perez ve Bertoft 2010, Witt ve ark. 2010). Nişastanın içerdiği amiloz ve amilopektin oranı, kaynağına göre değişebilmektedir (Garcia-Alonso ve ark. 1999, Tharanathan ve Tharanathan 2001). Farklı bitkilerin nişasta yapısındaki amiloz miktarı, %17' den (pirinç) %38' e (mercimek) kadar değişmektedir. Hububat nişastaları ise %23 amiloz, %77 amilopektin içermektedir. Bazı hububat nişastaları ise yüksek oranda amiloz içermektedir. Yüksek oranda amiloz içeren hububat nişastaları, “*amilotip*” nişasta olarak adlandırılmaktadır. Mısır ve pirincin yüksek amiloz (%50–80) içeren çeşitli tipleri bulunmaktadır. Buna karşın, çeşitli hububat mutantlarının ise %100 amilopektin içeren nişastalara (*mumsu: waxy*) sahip olduğu tespit edilmiştir (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. 2010a). Nişasta granüllerindeki amiloz/amilopektin oranı; jelatinizasyon, retrogradasyon, sindirilebilirlik ve diğer

fizikokimyasal değişimler üzerine büyük etkiye sahiptir (Jeong ve Lim 2003, Blaszcak ve ark. 2005, Blaszcak ve ark. 2007, Liu ve ark. 2010a,b).

Amiloz ve amilopektin, yapısal farklılıkları nedeniyle, farklı özelliklere sahiptir. Amilozun yüksek retrograde olma eğilimi ve sert jel, güçlü film üretme yeteneği bulunmaktadır. Suda dispersiyon oluşturan amilopektin ise daha kararlı yapıdadır ve yumuşak jel ve zayıf film üretmektedir (Perez ve Bertoft 2010)

Farklı doğal nişastaların kristalitesi, nişastanın orijini, hidrasyon düzeyi ve karakterizasyon yöntemine bağlı olarak, %15–45 arasında değişmektedir (Buleon ve ark. 1998, Singh ve ark. 2010). X-ışını kırınım desenlerine göre nişasta, A, B ve C tipi olmak üzere 3 tiptir (Karim ve ark. 2000, Topping ve Clifton 2001, Sajilata ve ark. 2006, Perez ve Bertoft 2010):

A tipi: 23–29 glikoz biriminden oluşan zincir uzunluklarına sahip amilopektinden oluşmaktadır. Amilopektin moleküllerindeki zincirlerin hidroksil grupları arasındaki hidrojen bağları, dış ikili sarmal yapısını oluşturmaktadır. Bu miseller arasında, amiloz kısımlarının düz zincirleri, amilopektin dış düz zincirleri ile hidrojen bağları kurmaktadır. Bu model, tahıllarda çok yaygındır (Karim ve ark. 2000, Topping ve Clifton 2001, Sajilata ve ark. 2006).

B tipi: 30–44 glikoz molekülünden oluşan zincir uzunluklarına sahip amilopektinden oluşmaktadır (Topping ve Clifton 2001, Sajilata ve ark. 2006). Genellikle çiğ patates ve yeşil muzda bulunmaktadır (Karim ve ark. 2000, Topping ve Clifton 2001, Sajilata ve ark. 2006).

C tipi: 26–29 glikoz molekülünden oluşan zincir uzunluklarına sahip amilopektinden oluşmaktadır. A ve B tiplerinin kombinasyonudur (Topping ve Clifton 2001, Sajilata ve ark. 2006). Bezelye ve fasulyede bulunmaktadır (Karim ve ark. 2000, Topping ve Clifton 2001, Sajilata ve ark. 2006).

Ek bir form olan V tipi, nişastanın jelatinize olması veya lipidler ile kompleks oluşturmasıyla meydana gelmektedir (Karim ve ark. 2000, Topping ve Clifton 2001, Sajilata ve ark. 2006). Liu ve ark. (2010a), mumsu nişastalar ile doğal mısır nişastalarının A tipi, yüksek amiloz içerikli mısır nişastalarının ise B tipi kristalite modeline sahip olduğunu tespit etmiştir.

2.2. Nişastanın Termal Özellikleri

Doğal nişasta granülleri, çift kırınım özelliğine sahiptir ve polarize ışık altında incelendiğinde tipik malta haçı görüntüsü vermektedir (Cameron ve Donald 1992). Su-nişasta karışımının ısıtılmasıyla (50-70°C), çift kırınım özelliği kaybolmakta ve doğal nişasta granüllerindeki düzenli yapı bozulmaktadır. Bu olaya, *nişasta jelatinizasyonu* denir. Jelatinizasyon sırasında granül şişer, çift kırınım özelliği kaybolur, kristalite bozular, ikili sarmal (double helix) yapı ayrışır ve nişasta çözünürlüğü gibi özelliklerde geri dönüşümsüz değişiklikler meydana gelir. Granül içindeki kristallerin büyüklüğü, amilopektin zincir uzunluğu veya amorf faz davranışları, nişasta jelatinizasyonu üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Şişme hemen hemen tüm amiloz moleküllerinin dışarı sızmasına neden olmakta, bu da viskoziteyi arttırmaktadır. Nişastanın çözünmesi ile oluşan yüksek viskoziteli sıvı soğutulduğunda, jel oluşmaktadır. Bu jel çok bekletildiğinde veya dondurulup çözündürüldüğünde, nişasta zincirleri arasında yeni hidrojen bağları oluşmakta ve nişasta zincirlerinin interaksyonu artmaktadır. Bunun sonucunda da su, sistemin dışına çıkmaya zorlanmakta ve böylece yapıdan su sızmaya başlamaktadır. Bu olaya *sineresis* denir (Haralampu 2000, Karim ve ark. 2000, Xie ve ark. 2010). Bekletme periyodunun uzamasıyla, nişasta zincirleri arasındaki interaksiyon daha da artmakta ve nişasta zincirleri hidrojen bağları ile kuvvetlenerek, ikili sarmal yapı (double helix) şeklinde yeniden dizilmeye başlamaktadır. Bu olaya da *retrogradasyon* adı verilmektedir (Haralampu 2000, Köksel 2005, Xie ve ark. 2010). Bu iki polimerin retrogradasyon oluşumunda etki süreleri farklıdır. Amilopektin retrogradasyonu uzun bir süre içinde gerçekleşirken, amiloz retrogradasyonu birkaç saat içinde gerçekleşmektedir (Eerlingen ve ark. 1994, Garcia-Alonso ve ark. 1999).

Amiloz/amilopektin oranı jelatinizasyon ve retrogradasyon üzerine etkiye sahiptir (Czuchajowska ve ark. 1998, Fredriksson ve ark. 1998, Juhasz ve Salgo 2008, Yurvey ve ark. 1998, Zhang ve Jin 2011a,b). Kaynağına göre değişmekle birlikte, normal nişastalarda genellikle jelatinizasyon sıcaklığı 50–60°C'dir. Yüksek amilozlu nişastaların jelatinizasyon sıcaklığı, normal oranda amiloz içeren nişastalara göre daha yüksektir (Jiang ve Liu 2002, Jeong ve Lim 2003). Ayrıca amiloz oranı arttıkça jelatinizasyon sıcaklığı da doğru orantılı olarak artmaktadır. Bunun nedeni, suyu bünyesine daha kolay ve hızlı alan ve böylece düşük jelatinizasyon sıcaklığı sağlayan amilopektin oranının düşük olmasıdır (Juhasz ve Salgo 2008). Yüksek amilozlu nişastalarda jelatinizasyon gerçekleştirebilmek için 100°C'nin üzerine çıkılmaktadır. Bu nedenle, normal pişirme koşullarında, jelatinizasyon gerçekleşmemekte, ancak yüksek basınç ve yüksek sıcaklık altındaki otoklav sistemlerinde gerçekleşebilmektedir (Chung ve ark. 2003, Sakham 2004, Juhasz ve Salgo 2008, Asgar 2013).

Nişastanın sulu bir sistemde, sıcaklık değişimiyle viskozitesinde meydana gelen değişimlerin tespitinde, sıklıkla mikrokalorimetre (DSC: Differential Scanning Calorimetry) ve mikroviskoanalizör (RVA: Rapid ViscoAnalyser) kullanılmaktadır (Zavareze ve ark. 2012). Mikrokalorimetre (DSC), ilk kez Stevens ve Elton (1971) tarafından nişastanın termal özelliklerinin incelenmesinde kullanılmıştır (Singh ve ark. 2010). DSC-yöntemi sabit oranda su ile karıştırılan örneğin ısıtılması ve sonra referans örneği ile örneğin karşılaştırılmasıyla, absorbe edilen ısının ölçülmesine dayanmaktadır. Grafik altındaki alan, düzenli bir halden düzensiz bir hale geçmek için gerekli olan enerjinin (entalpi) ölçüsüdür. Bu yöntemle enerji ölçümüne ek olarak, jelatinizasyonun başlangıç, maksimum ve son sıcaklık değerleri de belirlenmektedir. Granül boyutu, jelatinizasyonu etkilemektedir. Büyük nişasta granülleri, küçük granüllere göre daha büyük entalpiye sahiptir (Svihus ve ark. 2005, Xie ve ark. 2010, Zavareze ve ark. 2012).

Mikroviskoanalizör (rapid visco analizer-RVA) ise ısıtma ve soğutma sırasındaki nişasta-su süspansiyonunu karakterize etmek için kullanılan hızlı ve basit bir reolojik yöntemdir (Juhasz ve Salgo 2008). Mikroviskoanalizörde, nişasta-su sistemi incelenirken, sıcaklık artışıyla nişasta granülleri şişmekte, sistemin viskozitesi artmakta

ve maksimum viskozite değerine ulaşılmaktadır. Bu değere *pik viskozitesi* (peak viscosity) denir. Soğutma süresi sonunda ulaşılan viskozite değerine de *son viskozite* (final viscosity) denilmektedir (Karim ve ark. 2000, Köksel 2005, Juhasz ve Salgo 2008, Tan ve ark. 2008). RVA gibi sistemlerde, sıcaklık 95°C' nin üzerine çıkarılmamaktadır. Bu nedenle RVA kullanıldığında, yüksek amiloz içeren nişastanın jelatinizasyonu gerçekleşmemekte, oldukça düşük bir viskozite grafiği elde edilmektedir (Song ve Jane 2000, Jiang ve Liu 2002, Varavinit ve ark. 2002, Jeong ve Lim 2003, Xie ve Liu 2004). Yüksek amiloz içeren nişastaların RVA' de düşük viskozite vermeleri, yüksek amilozdan dolayı granülün su alarak şişmesinin zorlaşmasıyla, dolayısıyla yüksek amiloz içeren nişastaların, normal oranda amiloz içerenlere göre daha yavaş şişmesiyle açıklanabilmektedir (Tester ve Morrison 1990, Song ve Jane 2000).

2.3. Dirençli Nişasta

Nişastanın sindirilebilirliği üzerine; gıdanın fiziksel karakteristikleri, bünyesindeki nişasta granülünün yapısı, amiloz/amilopektin oranı ve amiloz retrogradasyonu gibi faktörler etkilidir. Beslenme amaçlı gıda nişastaları, amilolitik enzim inkübasyonundaki davranışlarına göre; glisemik ve dirençli nişasta olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Sharma ve ark. 2008):

1. Glisemik nişasta: Sindirim sisteminde enzimler tarafından glikoza hidrolize olabilen glisemik nişasta, hızlı ve yavaş sindirilebilen nişasta olarak iki alt gruba ayrılmaktadır (Berry 1986, Sharma ve ark. 2008, Hickman ve ark. 2009).

a. Hızlı sindirilebilen nişasta: Amorf ve dispers haldeki nişasta olup, ince bağırsakta 20 dakika içinde glikoz moleküllerine hidrolize olmaktadır (Englyst ve ark. 1992). Nemli ısıda pişirilmiş ekmek ve patates gibi nişastalı gıdalarda, yüksek miktarda bulunmaktadır. Bu tip ürünlerde, nişasta granülleri jelatinize olmakta ve enzimatik sindirime daha açık hale gelmektedir (Sharma ve ark. 2008, Hickman ve ark. 2009).

b. Yavaş sindirilebilen nişasta: Tamamen ancak çok yavaş sindirilebilen nişastadır. 20-110 dakika içinde glikoza hidrolize olmaktadır (Englyst ve ark. 1992). Hububat nişastaları gibi pişmiş gıdalardaki granüler ya da retrograde halde bulunan, fiziksel olarak erişilemez amorf nişastaları kapsamaktadır (Sharma ve ark. 2008, Hickman ve ark. 2009). Obezite ve diyabet kontrolünde, kardiyovasküler hastalıkların oluşum riskinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Htoon ve ark. 2010).

2. Dirençli nişasta (DN): Enzim inkübasyonunda, 120 dakika sonra dahi hidrolize olmayan nişastadır (Englyst ve ark. 1992). Böylece nişasta, 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). Bu nedenle, ince bağırsakta sindirilemeyen besinsel lifin bir fraksiyonu olarak tanımlanmaktadır (Sajilata ve ark. 2006). Toplam nişasta miktarından, hızlı ve yavaş sindirilebilen nişasta miktarları çıkarılarak, hesaplanabilmektedir (Englyst ve ark. 1996, Topping ve Clifton 2001, Sajilata ve ark. 2006, Sharma ve ark. 2008).

Dirençli nişasta (DN), EURESTA (European Food-Linked Agro-Industrial Research-Concerted Action on Resistant Starch) tarafından “sağlıklı bireylerin ince bağırsağında sindirilemeyen nişasta ve nişasta parçalanma ürünlerinin toplamıdır” şeklinde tanımlanmıştır (Wepner ve ark. 1999). Genellikle dirençli nişastalar dört grupta sınıflandırılmaktadır (Wepner ve ark. 1999, Zhao ve Lin 2009a,b, Htoon ve ark. 2010):

Tip 1 Dirençli nişasta (DN): sindirilemeyen bir matriks içinde tutuklu halde bulunan nişasta (kısmen öğütülmüş taneler, baklagil nişastaları vb)

Tip 2 Dirençli nişasta (DN): granül formdaki jelatinize olmamış nişasta (yeşil muz, çiğ patates ve yüksek amiloz içeren nişasta)

Tip 3 Dirençli nişasta (DN): retrograde olmuş nişasta (hazır kahvaltılık hububat ürünleri, pişirilip soğutulmuş patates, ekmek)

Tip 4 Dirençli nişasta (DN): kimyasal yolla modifiye edilmiş nişasta (asetat nişastaları, fosfat nişastaları, sitrat nişastaları ve çapraz bağlı nişastalar)

Tip 1 ve Tip 2 DN, doğal nişastalardır, fakat gıdaların pişirme işlemlerinde jelatinize olurlarsa, dirençli nişasta özelliklerini kaybetmektedirler (Hickman ve ark. 2009). Tip 1 ve Tip 2 DN gıdaların uygun bir şekilde ön işlenmesi ile yavaş da olsa sindirilebilirken, Tip 3 ve Tip 4 DN, sindirime karşı direnç göstermektedir (Vasanthan ve Bhattı 1998). Tip 3 DN termal stabilitesi nedeniyle, en çok ilgi çeken dirençli nişastadır (Haralampu 2000, Shamaı ve ark. 2003). Tip 3 DN' nin normal pişirme işlemlerinde kararlı olması ve besinsel özelliğini koruması, dolayısıyla da birçok gıdada katkı olarak kullanılabilmesi, termal stabilite özelliğinden kaynaklanmaktadır (Haralampu 2000).

2.3.1. Dirençli nişasta oluşumu

Tahıllar, sebze ve meyveler, baklagiller ve işlenmiş gıdalar, farklı miktarlarda ve tiplerde DN içermektedir. Bu gıdalara uygulanan bazı işlemler ile DN miktarı ve tipleri değişebilmektedir. Nişastaya uygulanan ısıl işlemler (ısıtma, soğutma ve kurutma), nişasta partikül büyüklüğü, amiloz-lipid kompleksinin varlığı, ekstrüzyon işlemi, polifenol, fitik asit ve lesitin gibi enzim inhibitörlerinin varlığı, nişasta granül yapısı (tip A, B, C veya V), amiloz/amilopektin oranı ve dış faktörler, gıdalardaki DN oluşumu ve miktarı üzerine etki eden faktörlerdir (Charalampopoulos ve ark. 2002, Sajilata ve ark. 2006, Sharma ve ark. 2008).

Genel olarak DN, ısıl işlemler, kısmi asit hidrolizi, enzim modifikasyonu, asit ya da enzim modifikasyonu ile birlikte ısıl işlem uygulaması, ekstrüzyon, repolimerizasyon ya da kimyasal yöntemlerle üretilebilmektedir. DN üretiminde genellikle %50'den yüksek amiloz içeren nişastalar kullanılırken, normal düzeyde veya düşük amiloz içerikli nişastalar ise enzimatik yolla dallanma noktalarındaki bağlar kırıldıktan sonra, yavaş sindirilebilen nişasta ve dirençli nişasta üretiminde kullanılabilir (Haralampu 2000, Guraya ve ark. 2001, Hickman ve ark. 2009, Zaragoza ve ark. 2010).

Tip 3 DN oluşumu, amiloz retrogradasyonu ile gerçekleşmektedir. Bu amaçla nişasta ilk önce jelatinize edilmekte ve daha sonra jelatinize olan bu yapının retrogradasyonu sağlanmaktadır (Haralampu 2000, Sajilata ve ark. 2006, Zaragoza ve ark. 2010). DN oluşumunda gerekli olan jelatinizasyonun gerçekleşebilmesi için nişastanın sulu süspansiyon halde bulunması gerekmektedir. Bu konuda bir çok çalışma yapılmış ve DN veriminin arttırılmasında en iyi nişasta/su oranının, 1/3.5 (w/w) olduğu tespit edilmiştir (Sievert ve Pomeranz 1989, Sajilata ve ark. 2006). Granüler yapı, su varlığında ısıtma ile jelatinizasyon sonucu dağılmaktadır (Farhat ve ark. 2001). Nişastanın jelatinizasyonunda amiloz, gelişi güzel kıvrımlı bir polimer gibi, granüllerden çözelti içerisine sızmaktadır (Haralampu 2000). Farklı sıcaklık ve zaman kombinasyonları uygulanarak çeşitli nişasta kaynaklarından Tip 3 DN üretiminin gerçekleştirildiği bir çalışmada, DN üretimi amacıyla jelatinizasyon için 100°C' nin üzerindeki sıcaklıklar tercih edilmiş, fakat bu sıcaklıklara, 1 atm basınç altında ulaşamadığından, farklı alet ve ekipmanlar kullanılmıştır. En yaygın işlem, otoklavlamadır (Eerlingen ve ark. 1993). Yüksek amilozlu mısır nişastalarının jelatinizasyon sıcaklığı, normal nişastalara göre oldukça yüksek olduğundan, basınç altında pişirme uygulanmalıdır (Öztürk ve ark. 2009).

Jelatinizasyonu takiben yapılan soğutma ile hareketli haldeki düz amiloz molekülleri, hidrojen bağları ile stabil hale gelerek, ikili sarmal yapı şeklinde yeniden dizilirler. Bu ikili sarmal yapının oluşmasıyla elde edilen kristal yapı, nişastayı, hidroliz enzimlerine karşı dirençli hale getirir (Haralampu 2000).

Soğutma ve bekletme sırasında, nişastada oluşan retrogradasyon üzerine, bekletme koşulları oldukça etkilidir. Amilopektin retrogradasyonu, günler, haftalar kadar uzun bir süre içinde gerçekleşirken, amiloz retrogradasyonu, birkaç saat içinde gerçekleşmektedir (Eerlingen ve ark. 1994, Garcia-Alonso ve ark. 1999). Yapılmış bazı çalışmalar, nişastanın retrogradasyonu sırasındaki kristalizasyonunun, Tip 3 DN oluşumundan sorumlu olduğunu göstermiştir (Sievert ve Pomeranz 1989, Haralampu 2000, Chung ve ark. 2003). Retrogradasyon sonucu oluşan amilopektin kristalleri, amiloz kristallerine göre, depolama sıcaklığına daha dayanıksızdır. Amilopektin kristalleri, yaklaşık 60°C' de erimekte, dolayısıyla bekletme sırasında, yüksek

sıcaklıklara çıkılmasıyla, DN miktarında azalma görülmektedir (Garcia-Alonso ve ark. 1999).

Birçok farklı üründe, farklı otoklavlama sıcaklıkları ve bekletme döngüleri uygulanarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Berry (1986), 121°C 15 dakika otoklavlama, 4°C'de 48 saat bekletme döngüsü uygulamış ve mumsu patates nişastasında %2.8, amilotip patates nişastasında %31, yüksek amilozlu mısır nişastasında %28.5 ve buğday nişastasında %4 DN verimi tespit etmiştir.

Sievert ve Pomeranz (1989), yüksek amilozlu mısır nişastası, bezelye nişastası, buğday nişastası, patates nişastası ve mumsu patates nişastası ile yaptıkları çalışmada, 134°C'de 60 dakika otoklavlama uygulamış ve retrogradasyon için 4°C'de 12 saat bekletme işlemi yapmıştır. Bu deneme sonucunda hammadde nişasta örneklerinde sırasıyla %21.3, 10.5, 7.8, 4.4 ve 2.5 DN verimine ulaşılmıştır.

Escarpa ve ark. (1997), 115-136°C'de 20 dakika otoklavlama ve -20°C'de 12 saat bekletme (retrogradasyon) periyoduyla, mumsu mısır nişastası, amilotip mısır nişastası ve buğday nişastasında, sırasıyla, %7.6, %36.4 ve %18.2 DN verimi elde etmiştir.

Garcia-Alonso ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada ise patates nişastasına 120°C' de 20 dakika otoklavlama işlemi uygulanmış ve ardından -20°C' de 16 saat bekletilerek %21.2 DN verimi elde edilmiştir.

Aparicio-Saguilan ve ark. (2005), muz nişastasını 121°C'de 60 dakika otoklavlamış ve 4°C'de 24 saat bekletmek (retrogradasyon) suretiyle %16.0 DN verimi sağlamıştır.

Hickman ve ark. (2009), 121°C'de 60 dakika otoklavlama ve akışkan yataklı kurutucularda kurutma işlemi yaparak, mısır nişastasından %13.3, buğday nişastasından %10.9 ve yüksek amilozlu mısır nişastasından %35.4 dirençli nişasta oluşturmuşlardır.

Milasinovic ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, normal mısır nişastasına 120°C'de 30 dakika otoklavlama işlemi uygulanmış ve bunu takiben 4°C'de 24 saat bekletilerek, %7 DN verimine ulaşılmıştır.

Öztürk ve ark. (2011), 133°C 30 dakika ısıtma işlemi ve 4°C'de 24 saat bekletme periyodu uygulayarak, yüksek amilozlu mısır nişastasından, %37.4 DN elde etmişlerdir.

DN oluşumu için hammadde olarak yüksek amilozlu mısır nişastası kullanan Zhao ve Lin (2009a), 121°C'de 20 dakika otoklavlama ve ardından retrogradasyon için 4°C'de 24 saat bekletme döngüsü ile %30 DN verimi sağlamıştır.

Polesi ve ark. (2011), nohut ve bezelye nişastalarından, 121°C'de 30 dakika otoklavlama ve 4°C'de 24 saat bekletme döngüsüyle, sırasıyla, %16.35 ve %38.5 DN elde etmişlerdir.

Asit hidrolizi, nişastanın modifikasyonunda kullanılan yöntemlerden birisidir. Asit, nişastanın granüler yapısına zarar vermeden, onun fizikokimyasal özelliklerini değiştirmekte olup (Wang ve Wang 2001, Wang ve ark. 2003), bu hidroliz, iki aşamadan oluşmaktadır (Mun ve Shin 2006). İlk olarak, amorf bölgenin hızlı ilerleyen hidrolizi, ikincisi ise kristal bölgenin yavaş ilerleyen hidrolizidir (Jayakody ve Hoover 2002, Wang ve ark. 2003, Mun ve Shin 2006, Polesi ve ark. 2011). Asit, amiloz ve amilopektin moleküllerinin boyutunu ve molekül ağırlığını küçültmekte (Htoon ve ark. 2010), jelatinizasyon sıcaklığını düşürmekte, retrogradasyon oranını ve çözünürlüğünü arttırmaktadır (Wang ve Wang 2001, Wang ve ark. 2003). Bu nedenlerle asit hidrolizi ile modifiye edilen nişastalara, otoklavlama-bekletme döngülerinin uygulanması, DN verimini yükseltmiştir (Wang ve Wang 2001, Wang ve ark. 2003, Mun ve Shin 2006, Htoon ve ark. 2010). Asit hidrolizi ile otoklavlama-bekletme döngüleri, farklı asit çeşitleri, farklı hidroliz süreleri uygulanarak, birçok ürün üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

Onyango ve ark. (2006), manyok nişastasını 121°C'de 1 saat ısıtılma tabii tutuktan sonra 60°C'de 48 saat laktik asit ile hidrolizasyona uğratmış ve %9.97 DN verimi elde etmiştir.

Köksel ve ark. (2007)'nin yapmış olduğu çalışmada, mısır nişastası ilk önce 2.5 saat HCl ile hidrolize edilmiş ve daha sonra 121°C'de 30 dakika otoklavlama-bekletme döngüsü uygulanarak %16 DN verimine ulaşılmıştır.

Yüksek amilozlu mısır nişastası üzerine Zhao ve Lin (2009a)'in yaptıkları bir çalışmada, 121°C'de 20 dakika ısıtılma uygulandıktan sonra, örnekler 4°C'de 24 saat bekletilerek retrograde edilmiştir. Daha sonra retrograde örnekler HCl, asetik asit ve sitrik asit ile 12 saat hidrolize bırakılmış ve süre sonunda, sırasıyla, %29.2, 30 ve 39 oranlarında DN verimi elde edilmiştir.

Öztürk ve ark. (2011)'nin yüksek amilozlu mısır nişastası ile yaptıkları bir çalışmada ise ilk önce 1 saat HCl ile hidrolizasyon gerçekleştirilmiş, ardından 133°C'de 30 dakika otoklavlama ve 4°C'de 24 saat bekleme döngüsü uygulanmıştır, sonuçta %39.5 DN verimine ulaşılmıştır.

Polesi ve ark. (2011), nohut ve bezelye nişastalarını ilk önce 2.5 saat HCl ile hidrolize bırakmış, ardından 121°C'de 30 dakika otoklavlama, 4°C'de 24 saat bekleme döngüsü uygulamıştır. Nohut nişastasından %25.1, bezelye nişastasından ise % 53.6 DN verimi elde etmişlerdir.

Tip 3 DN verimini artırmak için yüksek amilozlu mısır nişastasının asit hidrolizi ve tekrarlanan otoklavlama-bekletme teknikleri üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Ancak, mısır nişastası üzerine enzim hidrolizinin etkisi hakkında, az sayıda çalışma mevcuttur.

Enzim hidrolizi, DN eldesinde kullanılan bir diğeri yöntemdir. Amilopektin dallarının zincir uzunluğu, jelatinizasyon, retrogradasyon ve nişastanın çirilenme özelliklerini etkilemektedir (Jane ve Chen 1992, Wang ve ark. 1993, Jiang ve Liu 2002, Cai ve ark.

2010). Amilopektinin dallanma noktalarını parçalayan ve böylelikle molekül ağırlığını düşüren pullulanaz hidrolizi yöntemi, DN oluşumunu geliştiren bir teknik olarak değerlendirilmektedir (Reddy ve ark. 2013). Amilopektin, amiloz retrogradasyonunu sınırladığından (Berry 1986, Haralampu 2000), izoamilaz, β -amilaz ve pullulanaz gibi dallanma noktalarındaki bağları kıran enzimler ile amilopektin yapısındaki α -1,6 bağları parçalanmaktadır (Cai ve ark. 2010, Hung ve ark. 2012). Pullulanaz (pullulan 6-glukanohidrolaz, EC 3.2.1.41), amilopektin ve diğer polisakkaritlerde bulunan α -1,6 bağlarını parçalayan en önemli enzimdir (Lin ve Chang 2006, Zhao ve Lin 2009b, Shi ve ark. 2013). Amilopektinin dallanma noktalarının kırılması, ikili sarmal yapının yeniden oluşabilmesi için gerekli olan düz zincirlerin sayısını arttırmakta, retrograde nişasta içeriğininin artışı (Miao ve ark. 2009, Mutungi ve ark. 2009, Polesi ve ark. 2011, Hung ve ark. 2012, Luckett ve Wang 2012, Shi ve ark. 2013) ve kristalin yapıların oluşumunu teşvik etmekte ve böylece Tip 3 DN oluşumuna yardımcı olmaktadır (Zhao ve Lin 2009b). Retrogradasyon sırasında, yeniden meydana gelen bu ikili sarmal yapılar, düz zincirlerin, moleküller arasında hidrojen bağları ile bağlanması sonucu oluşmaktadır. Bu sert jele, kristal yapı denir (Hung ve ark. 2012). Dallanma noktaları kırılmış ve yeniden kristalize olmuş nişastaların, DN miktarları yüksektir. Dallanma noktalarındaki bağların kırılması ve kristal yapının oluşması ile doğal nişastaların X-ışını kırınım desenleri değişebilmektedir. (Berry 1986, Gonzalez-Soto ve ark. 2007, Öztürk ve ark. 2009, Hung ve ark. 2012, Shi ve ark. 2013).

DN üretiminde gerekli olan retrogradasyon, amiloz/amilopektin oranı ve amiloz zincirlerinin uzunluğundan etkilenmektedir (Jane ve ark. 1999, Cai ve ark. 2010, Zhang ve Jin 2011a,b). Bu nedenle, birçok çalışmada, pullulanaz hidrolizi, otoklavlama döngüsü ile kombine edilmiştir. Pongjanta ve ark (2009), 121°C'de 30 dakika otoklavlamayı takiben, 30 gün süre ile pullulanaz hidrolizasyonu uyguladığı pirinç nişastasından, %19.81 DN verimi elde etmiştir. Zhang ve Jin (2011a), önce pullulanaz hidrolizi, daha sonra 2 kez otoklavlama (121°C de 1 saat)-bekletme (oda sıcaklığında 1 gece) döngüsü uyguladıkları mısır nişastası örneğinde, verimini %44.7 Tip 3 DN verimine ulaşımlardır. Onyango ve Mutungi(2008), manyok nişastası ile yaptıkları bir çalışmada, önce 121°C'de 15 dakika otoklavlama işlemi uygulamış, retrograde olan nişastayı 4 saat pullulanaz inkübasyonuna bırakarak, %34.6 DN üretimi sağlamıştır.

Öztürk ve ark. (2009), yüksek amilozlu mısır nişastasına 135°C'de 30 dakika otoklavlama ve ardından 48 saat pullulanaz inkübasyonu uygulamasıyla, %42.5 DN elde etmişlerdir. Normal mısır nişastasını 120°C'de 30 dakika otoklavladıktan sonra 24 saat pullulanaz hidrolizasyonu uygulayan Milasinovic ve ark. (2010), %25.5 DN verimine ulaşmıştır. Şimşek ve El (2012), gölevez nişastasından, 121°C'de 15 dakika ısıtma işlemi ve 8 saat pullulanaz hidrolizi döngüsü ile %35.1 DN elde etmişlerdir.

Polesi ve ark.(2011) ise tam tersi bir uygulamayla, önce 10 saat pullulanaz inkübasyonu, bunu takiben de 121°C'de 30 dakika otoklavlama ve ardından 4°C'de 24 saat bekletme uyguladıkları nohut örneğinde %32.3 DN (Polesi ve Sarmiento 2011), bezelyede ise %42.3 DN verimi elde etmiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise muz nişastası ilk önce pullulanaz ile hidrolize (5 saat) edilmiş, daha sonra 121°C'de 30 dakika otoklavlama ve 4°C'de 24 saat bekletme ile %18 DN verimine ulaşılmıştır (Gonzalez-Soto ve ark. 2004). Kırmızı barbunya nişastası üzerine çalışan Reddy ve ark. (2013), sadece pullulanaz inkübasyonu ile %31.47 DN verimi elde etmesine karşın, pullulanaz inkübasyonundan sonra modifiye olan bu nişastaya otoklavlama-bekleme döngüsü (121°C'de 30 dakika otoklavlama ve 4°C'de 24 saat bekletme) uygulaması ile DN verimini %42.34'e çıkarmayı başarmışlardır.

Zhang ve Jin (2011b), mısır nişastasının pullulanaz ile hidrolizinin, Tip 3 DN verimini etkin bir şekilde artırdığını, ancak, retrogradasyonun, amiloz/amilopektin oranı ve amiloz zincirlerinin uzunluğundan etkilendiği için mısır nişastasına, pullulanaz enzim hidrolizi uygulanmadan önce, basınç altında pişirme (otoklavlama, 121°C'de 1 saat) uygulamasının gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, otoklavlama işlemi yerine, pullulanaz hidrolizinden önce, α -amilaz inkübasyonu uygulamışlar ve DN veriminde artış kaydetmişlerdir (%58.87). Bu verim artışında etkili olan en önemli faktörün, amiloz/amilopektin oranındaki artış olduğunu ve bu sayede amiloz zincirlerinin ikili sarmal yapı oluşturduklarını belirtmişlerdir. Diğer önemli bir etkenin de, amiloz zincirlerinin kısalması sonucu hareketliliğinin çoğalması ve böylece kristalin yapı oluşumunun artması olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Tip 4 DN, nişastanın sindirimini azaltmak için kimyasal maddeler ile modifiye edilmiş nişasta grubu olarak tanımlanmaktadır (Sajilata ve ark. 2006, Kim ve ark. 2008, Zhang ve Jin 2011a,b). Nişastanın kimyasal modifikasyonu; asit hidrolizi, oksidasyon, eterleştirme, esterleştirme ve çapraz bağlama gibi farklı kimyasal reaksiyonlar ile gerçekleştirilmekte olup (Jayakody ve Hoover 2002), oluşan bu yeni yapılar, enzim etkisini engelleyerek, nişasta sindirimini önleyebilmektedir. Ayrıca bu tip nişastalarda, α -1,4 ve α -1,6 bağları yerine, değişik tipte bağlar oluşturmaktadır (Sajilata ve ark. 2006, Kim ve ark. 2008, Zaragoza ve ark. 2010, Zhang ve Jin 2011a,b).

2.3.2. Dirençli nişastanın fizyolojik etkileri

DN, sindirim enzimlerine yüksek direnç göstermekte ve diyet lif sınıfına girmektedir. DN'nin bir kısmını, düşük moleküler ağırlıklı dekstrin oluştursa da, önemli bir kısmını retrograde amiloz oluşturmaktadır (Haralampu 2000, Sajilata ve ark. 2006, Sharma ve ark. 2008).

DN içeren gıdalar, sindirilemeyen karbonhidratların en bol bulunduğu besin kaynaklarından (Nugent 2005) ve sağlığa faydaları ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle, dikkat çekmektedir (Sajilata ve ark. 2006). DN, araştırmalarda çözünmeyen lif gibi sonuçlar vermekte, ancak çözünür lif gibi fizyolojik faydaları bulunmaktadır. DN'nin fizyolojik faydalarından bazıları; kolon kanserine karşı koruma, hipoglisemik ve hipokolestrolemik etki, prebiyotik etki, yağ birikimini engelleme etkisi, safra taşı oluşumunu azaltma ve mineral madde absorpsiyonunu artırma etkisidir.

2.3.2.1. Kolon kanserine karşı koruma etkisi

DN, çözünür lifler gibi fekal dışkı miktarını arttırarak ve düşük fekal pH'sı oluşturarak kolon kanseri oluşma riskini azaltmaktadır (Ferguson ve ark. 2000, Haralampu 2000, Tharanathan ve Mahadevamma 2003). İnce bağırsakta sindirilemeyen DN, kalın bağırsak mikroflorasıyla fermente edilmektedir. Genellikle nişasta, insan veya hayvanların dışkılarında bulunmamaktadır. İnsan dışkısıyla yapılan in vitro denemeler, DN'dan kalın bağırsaklarda oluşan bütirat veriminin, yüksek olduğunu göstermiştir.

Diyet lif ve DN, kalın bağırsakta fermente edildiğinde bütirik asit veya tuzlarını yüksek düzeyde üretmekte (Haralampu 2000, Sajilata ve ark. 2006, Sharma ve ark. 2008) ayrıca bütirik asit üretebilen bakterilerin uyarılmasında önemli rol oynamaktadır (Champ ve ark. 2003). Kalın bağırsak epitel hücreleri için ana enerji kaynağı olan bütirat, kötü hücrelere dönüşümü inhibe etmekte ve bu sayede hücrelerdeki zarar verici değişiklikleri azaltmaktadır. Bu nedenle, DN'nin özellikle kolay fermente edilebilir fraksiyonları, kolon kanserini önlemektedir (Asp ve Bjorck 1992, Topping ve Clifton 2001, Sajilata ve ark. 2006). Çeşitli çalışmalarda, bütiratların tümör hücrelerinin büyümesi ve çoğalması ile ilgili hücre döngüsü fazlarında, inhibitör etkisi olduğunu göstermektedir (Haralampu 2000, Sharma ve ark. 2008). Bingham ve ark. (2003) diyet lif tüketimi düşük olan nüfusun, diyet lif alımını iki katına çıkartmasıyla, kolorektal kanser riskini %40'a varan oranlarda azaltabildiğini bildirmiştir. Kolon kanseri ile nişasta içermeyen polisakkaritler arasında ilişki bulunmamaktadır (Sharma ve ark. 2008). Fakat DN, çözünmeyen diyet lif ile kombine edildiğinde (örneğin buğday kepeği), dışkıdaki kısa zincirli yağ asitleri, özellikle bütirat, artmaktadır (Leu ve ark. 2002).

2.3.2.2. Hipoglisemik etki

Niştalı ürünlerin glisemik indeksi (GI), amiloz/amilopektin oranı, nişasta granüllerinin doğal yapısı, nişastanın jelatinizasyonu, su içeriği ve işlenmiş gıdaların pişirme sıcaklığı gibi bir çok faktöre bağlıdır. GI değerlerini etkileyen bu faktörler, DN oluşumunu da etkilemektedir. Glikoz referans olarak alındığında, baklagil niştaları 10 GI değerine sahip iken, patates veya pirinç ürünleri, kahvaltılık tahıllar yaklaşık 100 GI değerine sahiptir (Sharma ve ark. 2008). Gıdalara ilave edilmeden önce düşük GI değerine sahip olan DN, karbonhidratların kolayca emilir formları yerine, ingrediven olarak gıdalara ilave edildiğinde, ince bağırsakta sindirilemediği için gıdanın glisemik indeksini düşürmektedir. DN, özellikle GI değeri yüksek ekmek ve pasta üreticileri için giderek cazip bir ingrediven haline gelmektedir (Shamai ve ark. 2003, Nugent 2005, Sajilata ve ark. 2006, Pongjanta ve ark. 2009, Htoon ve ark. 2010, Shrestha ve ark. 2010). Ayrıca, DN'nin yavaş sindirilmesi, insulin etkisini azaltmakta ve depo yağların kullanımını arttırmaktadır (Nugent 2005). Bu durum, diyabet hastaları için çok önemli

olduğundan, DN tüketimi, diyabet hastalarının diyetleri için önerilmektedir (Cummings ve ark. 2004).

DN metabolizması, tüketimden 5-7 saat sonra başlamasına rağmen, normal pişmiş nişastanın sindirimi hemen başlamaktadır. DN'nın sindirimin 5-7 saat olması, tokluk kan şekerini ve insülinemi düşürmekte ve tokluk süresini arttırmaktadır (Raben ve ark. 1994, Reader ve ark. 1997, Haralampu 2000).

Reader ve ark. (1997), Tip 3 DN tüketiminin, serum glikoz ve insülin seviyelerini diğer karbonhidratlara göre, daha fazla düşürdüğünü tespit etmiştir. Ayrıca bu araştırmada DN içeren gıdaların, tokluk kan şekerini azalttığı ve tip II diyabet hastalarında metabolik kontrolü geliştirmede önemli rol oynadığı belirtilmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada, ticari Tip 3 DN (CrystaLean) tüketimi sonucu, maksimum kan şekeri seviyesinin, diğer karbonhidratlara göre (basit şekerler, oligosakkaritler ve nişasta) önemli ölçüde daha düşük olduğu saptanmıştır (Reader ve ark. 1997).

Önemli ölçüde retrograde nişasta içeren patates ve kahvaltılık gevrek tüketimi, GI değerini düşürmüştür (Truwell 1992, Sajilata ve ark. 2006). DN'nın glisemik ve insülinamik tepkilere karşı fayda sağlayabilmesi için vücuda alınan toplam nişastanın en az %14'ünü oluşturması gerekmektedir (Behall ve Hallfrisch 2002, Brown ve ark. 2003, Higgins 2004).

2.3.2.3. Prebiyotik etki

Prebiyotik etkiye sahip inülin ve oligosakkaritler ile dirençli oligosakkaritler (inülin, fruktan ve oligofruktoz), sebze ve meyvelerde (muz, yer elması, soğan, sarımsak, pırasa, buğday) bulunmaktadır (Buttriss ve Stokes 2008). Sindirilemeyen gıda ingrediyanleri olan prebiyotikler, sindirim sisteminde bir veya daha fazla bakterinin (probiyotikler) seçici bir büyüme ve / veya aktivitesini uyararak, faydalı etkiler oluşturmakta ve böylece sağlığı teşvik edici etki göstermektedir (Haralampu 2000, Roberfroid 2000, Sajilata ve ark. 2006, Sharma ve ark. 2008). DN, *Bifidobacterium* gibi yararlı

mikroorganizmaların gelişimini ve çoğalmasını teşvik ettiğinden, probiyotik bileşimlerinde kullanımı önerilmiştir (Zaragoza ve ark. 2010). DN'nin hemen hemen tamamı, ince bağırsaktan geçtiğinden, probiyotik mikroorganizmalar için substrat konumundadır ve sindirim sisteminde bu bakteriler için koruyucu görev yapmaktadır (Haralampu 2000, Sajilata ve ark. 2006).

2.3.2.4. Hipokolestrolemik etki

DN, toplam lipid, toplam kolesterol, düşük yoğunluklu lipoproteinler (LDL), yüksek yoğunluklu lipoproteinler (HDL), trigliseritler ve trigliserit içeriği zengin lipoproteinlerin değerlerini düşürerek, metabolizmayı etkilemektedir (Nugent 2005).

DN'nin hipokolestrolemik etkileri üzerine bir çok çalışma bulunmaktadır. Farelere %25 ham patates verildiği zaman, kısa zincirli yağ asidi miktarlarının arttığı, absorpsiyonunun daha iyi olduğu ve düşük plazma kolestrolü ve trigliserit seviyesi tespit edilmiştir. Ayrıca, başta HDL₁ olmak üzere tüm lipoprotein kolestrol seviyelerinin azaldığı belirlenmiştir (Sajilata ve ark. 2006).

Han ve ark. (2003)'nin yaptıkları çalışmada, farelere DN içeriği yüksek olan Adzuki fasulye nişastası ve Tebou fasulye nişastası verilmiş ve DN tüketiminin, serum kolestrol seviyelerini azalttığını belirlenmiştir.

Bir başka çalışmada, DN içeriği yüksek fasulye tüketiminin, serum kolesterol, VLDL, IDL ve LDL kolesterol seviyelerini azalttığı, kısa zincirli yağ asitlerinin (özellikle bütirik asit) konsantrasyonunu ve fekal nötr sterol boşaltımını arttığı tespit edilmiştir (Martinez-Flores ve ark. 2004).

2.3.2.5. Yağ birikimini engelleme etkisi

DN'nin yağ oksidasyonunu değiştirme, tokluk hissi oluşturma ve kilo kontrolünde ingrediyan olarak kullanımı üzerine, bir çok araştırma yapılmış olmasına rağmen, hala kesin sonuçlar bulunmamaktadır (Nugent 2005, Sajilata ve ark. 2006, Zaragoza ve ark.

2010). DN içeriği zengin gıdaların tüketimi, yağ depolarının kullanımını arttırmakta, bu da insülin salgılanmasını azaltmaktadır (Tapsell 2004). Keenan ve ark. (2006) DN içeriği zengin diyet uygulamasının, obeziteye karşı etkili olduğunu tespit etmiştir.

2.3.2.6. Safra taşı oluşumunu azaltıcı etki

Sindirim sisteminde enzimler tarafından glikoza hidrolize olabilen glisemik nişasta, (Berry 1986, Sharma ve ark. 2008, Hickman ve ark. 2009), insulinin daha fazla salgılanmasına neden olarak, safra taşı oluşumuna yol açmaktadır. Bu durumun tam tersine, mide ve ince barsakta enzim inkübasyonunda, 120 dakika sonra dahi hidrolize olmayan DN (Englyst ve ark. 1992), 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). Bu nedenle safra taşı oluşum oranını azaltmaktadır. DN tüketimi yüksek olan Çin ve Hindistan'da, Amerika, Avrupa ve Avusturya'ya göre, daha düşük düzeyde safra taşı vakası görülmektedir (Sajilata ve ark. 2006).

2.3.2.7. Mineral absorpsiyonunu artırma etkisi

Farelerde üzerinde yapılan bir araştırmada, Ca, Mg, Zn, Fe ve Cu absorpsiyonunun, DN içeriği yüksek diyet tüketimiyle, doğru orantılı olarak arttığı belirlenmiştir (Younes ve ark. 1995, Lopez ve ark. 2001). İnsanlarda ise bu etki Ca ile sınırlı kalmıştır (Trinidad ve ark. 1996, Coudray ve ark. 1997). İnsanlar üzerinde yapılan farklı bir çalışmada ise, DN'nin Ca ve Fe minerallerinin bağırsak absorpsiyonu üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu, tespit edilmiştir (Morais ve ark. 1996).

2.3.3. Dirençli nişastanın gıdalarda kullanımı

Fizyolojik etkileri ve benzersiz fonksiyonel özellikleri nedeniyle, DN gün geçtikçe değer kazanmaktadır (Yue ve Waring 1998, Baixauli ve ark. 2008). Lifli gıdaların, rafine ve işlenmiş gıdalara göre daha kaba, yoğun ve bazen daha az lezzetli olduğu bir gerçektir. Gıda ingrediyeini olarak DN kullanımı, tat ve tekstür üzerine önemli değişikliklere neden olmaksızın, kepek, gam gibi diğer diyet lif kaynaklarına kıyasla,

duyusal özellikleri geliştirebilmektedir (Sajilata ve ark. 2006, Sanz ve ark. 2009). Bu nedenle DN kullanımı ile tüketiciler tarafından daha çok kabul gören lif ile zenginleştirilmiş gıdalar üretilmektedir (Sanz ve ark. 2009).

Ürünün işlenebilme özelliğini ve son ürünün tekstürünü geliştirmesi (Yue ve Waring 1998), şişme, viskozite artışı ve jel oluşturma gibi arzu edilen fizikokimyasal özelliklere sahip olması (Fausto ve ark. 1997, Zaragoza ve ark. 2010), DN'nin fonksiyonel ingrediyan olarak kullanılabilirliğini artırmaktadır (Yue ve Waring 1998). Ayrıca DN, bazı ürünlerde gevrekliği ve genleşmeyi geliştirmekte ve diğer diyet liflere göre son üründe daha iyi çiğneme hissi, renk ve aroma sağlamaktadır (Öztürk 2008, Sajilata ve ark. 2006). Proses koşullarına daha fazla uyumlu olduğu için DN kullanıldığında, üretim koşulları ve ürün formülasyonunda daha az modifikasyon yapılmaktadır (Öztürk 2008).

Bu özellikler, hamur işlenmesinde veya reolojisinde önemli değişikliklere neden olmaksızın, un yerine, daha çok DN kullanımına, olanak sağlamaktadır. DN, ilave edildiği ürünü hem lif yönünden zenginleştirmekte, hem de farklı özellikler kazandırmaktadır (Tharanathan ve Mahadevamma 2003). Ekmek üretiminde kepek ve benzeri ticari lifler kullanıldığında, koyu renkli ve düşük hacimli bir ürün elde edilmektedir (Sajilata ve ark. 2006, Öztürk 2008). DN, kullanımı ile bu sorun giderilebilmektedir.

Ticari DN kaynaklarının içerdiği DN miktarı, işleme ve depolama koşullarından etkilenmemektedir. Oysa, DN'nin doğal kaynaklarının (kuru baklagiller, patates ve muz) içerdiği DN miktarı, işleme ve depolama koşullarından etkilenmektedir. Örneğin, yeşil muzda bulunan Tip 2 DN miktarı, muzun olgunlaşmasıyla azalırken, Tip 2 DN'nin ticari formu olan Hi-maize yapısındaki DN miktarında, depolama süresince hiçbir değişiklik tespit edilmemiştir (Nugent 2005). Gıdaların işleme koşulları, nişastanın jelatinizasyon ve retrogradasyonunu etkileyerek, gıdada doğal olarak bulunan DN içeriğini değiştirmektedir (Thompson 2000). pH, pişirme sıcaklığı ve zamanı, ısıtma-soğutma döngüsü sayısı, dondurma ve kurutma gibi işleme koşulları modifiye edilerek, gıdaların DN miktarı arttırılabilmektedir (Sajilata ve ark. 2006). Mısır, tapyoka ve

patates nişastalarının çapraz bağlanması ile elde edilen Tip 4 DN, lifli yapı, akıcılık, düşük pH ve yüksek depolama sıcaklıkları gerektiren formülasyonlarda kullanılabilir (Sajilata ve Singhal 2005).

Ekmek, muffin ve kahvaltılık tahıllar gibi fırıncılık ürünlerinde, lif kaynağı olarak DN kullanılabilir. Fırıncılık ürünleri, makarna ürünleri ve içecekler DN ilavesi, bu ürünlerin tekstürel özelliklerini geliştirmekte ve sağlığa faydalar sağlamaktadır (Premavalli ve ark. 2006).

Wepner ve ark. (1999), tost ekmeği, gofret, makarna ve ekstrüde ürünü zenginleştirmek için mısır, bezelye, patates ve buğday kaynaklı DN kullanmıştır. Böylece, diyet lif içeriği ile zenginleştirilmiş arzu edilen ürünler elde edilmiştir.

% 40 toplam diyet lif ilaveli keklerde yapılan analizlerde, DN ilavelilerinin aroma, lezzet, nem içeriği ve pişirdikten 24 saat sonraki yumuşaklığı, en iyi olarak belirlenmiştir (Sajilata ve ark. 2006).

%70 amiloz içeren nişastalardan elde edilen DN, kek formülasyonunda kısmen shortening veya buğday unu yerine ikame edilmiştir. İkame oranı değiştikçe kek kalitesi de değişmiştir. %12.5 shortening ikame oranı, kek kalitesini geliştirmiş, fakat oran %37.5'e çıktığında kek hacmi azalmış ve sertlik artmıştır. Formülasyonda buğday unu %15 oranında DN ile ikame edilince kek kalitesini önemli ölçüde etkilememiştir (Lin ve ark. 1994).

Gofretin gevrekliği, 3 dakika sonraki gevrekliği ve tüm tekstür özellikleri incelendiğinde, DN ilaveli gofretlerin, kontrol ve geleneksel lif katkılarına göre, arzu edilen değerlerde olduğu tespit edilmiştir (Sajilata ve ark. 2006).

DN ilavesi, ekstrüde tahıllar ve kahvaltılık hububat ürünlerinde tekstürü geliştirmesiyle beraber, hacim genişlemesini de artırmaktadır (Sajilata ve ark. 2006).

% 40 DN içeren ekmeklerin hacmi ve ekmek içi gözenek yapısı, diğer geleneksel lif katkılarına göre, daha iyi sonuç vermiştir (Baghurst ve ark. 1996).

DN ilavesi, makarnanın tekstür özelliklerini geliştirmiştir (Sözer ve ark. 2007, Sözer ve Dalgıç 2007, Sözer ve ark. 2008, Zaragoza ve ark. 2010). Bustos ve ark. (2011), Tip 2 DN, Tip 4 DN ve yulaf kepeği ilavesinin, makarnanın duyusal ve tekstürel özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Yulaf kepeği ilavesi 5 g/100 g oranını geçmediği sürece, iyi bir katkı özelliği taşımasına rağmen, aroma ve tekstür özelliklerini olumsuz etkilemiştir. Diğer taraftan, kokusuz olan DN ise ürünün organoleptik özelliklerini önemli ölçüde değiştirmemiş, besleyici değerini önemli ölçüde artırırken, GI değerini de beklendiği gibi düşürmüştür.

Almeida ve ark.(2013), tava ekmeğine buğday kepeği, DN ve keçi boynuzu gamı ilave ederek, ekmeğin işleme ve kalite parametreleri üzerine etkilerini incelemiştir. Buğday kepeği ilavesi, hamur yoğurma süresini ve ekmek kabuğunun nem içeriğini artırırken, ekmek hacmini ve kabuk parlaklığını azaltmıştır. Keçiboynuzu gamı ilavesi ise kabuk parlaklığını azaltmış, kabuk nem içeriğini artırmış, fakat yoğurma süresini kısaltmıştır. DN, hamurun yoğurma süresini artırmış, fakat ekmek kalite karakteristikleri üzerine etki oluşturmamıştır.

Baixauli ve ark. (2008) formülde kullanılan unun %15 veya daha yüksek düzeyde olan kısmı yerine DN kullanılarak üretilen muffinlerin, daha yumuşak, daha az elastik bir yapı kazandığı belirlenmiştir. Ayrıca ilave edilen DN miktarındaki artışa paralel olarak, viskozite değeri ve muffin hamurunun elastiktikiyeti, daha belirgin olarak azalmıştır.

Yaş öğütme işlemleri kullanılarak elde edilen ve yüksek DN içeriği ve düşük retrogradasyon seviyesine sahip olan buğday kepeği nişastası, gıda endüstrisinde yeni fonksiyonel ingrediyen olarak kullanılmaktadır (Xie ve ark. 2008).

DN, yağ ikame edici olarak da kabul edilmektedir. Yağ ikame ediciler, yağ içeriği azaltılmış ya da yağı tamamen uzaklaştırılmış gıdalarda, yağın özelliklerini sağlamak için kullanılan maddelerdir (Akoh 1998). Yapılan çalışmalara göre, günlük tüketilen

yağın, toplam kalori içindeki oranı %30'u geçmemelidir. Bu yüzden işlenmiş ve tüketime hazır ürünlerde kullanılan yağın, kısmen elemine edilebilmesi için çeşitli yağ ikame edici maddelerin kullanımı hızla artmaktadır (Alexander 1995). Mısır, buğday, patates, pirinç, tapyoka ve baklagil gibi kaynaklardan elde edilen nişasta, doğal halde ya da modifiye edilerek (hidroliz, oksidasyon, çapraz bağlama vb.), yağ ikame edici olarak kullanılmaktadır (Akoh 1998). Nişastadan elde edilen bu maddelerin yağ ikamesi olarak kullanılmasının nedenlerinden birisi, suda çözündürüldüğünde jel veya pelte oluşturmalarıdır. Bu oluşum, ortamdaki suyun absorblanarak, son üründe suyun tutulmasını sağlamakta ve yağ içeren gıdanın tekstürüne benzer bir tekstür ve ağız hissi oluşturmaktadır. Bir diğer neden, yağ ikame edicilerin düşük kalorili gıda eldesi sağlamasıdır (Alexander 1995). DN, yağ ikame edici olarak salata soslarında, kaplama materyallerinde ve bazı unlu mamüllerde kullanılmakta, böylece yağı azaltılmış ve düşük kalorili gıda maddelerinin geliştirilmesi sağlanmaktadır (Mun ve Shin 2006).

Ayrıca, süspansiyon ve opaklık gerektiren içeceklerde kullanılan çözünmeyen lifler yerine, DN kullanılabilir. DN, çözünmeyen lifler ile karşılaştırıldığında, daha az kumlu ağız hissi vermekte ve tatları daha az maskeleymektedir (Sajilata ve ark. 2006).

2.4. Erişte

2.4.1. Eriştenin tanımı

Erişte, irmik yerine, buğday ununun kullanıldığı makarna benzeri bir üründür (Oh ve ark. 1983, Moss ve ark. 1986). Erişte üretiminde kullanılan ingrediye neler, proses ve tüketim şekli ile makarnadan oldukça farklılık göstermektedir. Makarna, irmik ve suyun metal bir kalıp içerisinde, belli bir basınç altında ekstrude edilmesi ve daha sonra kurutulması ile elde edilen bir ürün olmasına rağmen, erişte sert ve yumuşak buğday ununa, su ve çeşitli tuzların ilavesi sonucunda elde edilen hamurun, yaprak şeklinde açılıp ince şeritler halinde kesilmesiyle elde edilen bir unlu mamüldür (Karadeniz 2007). Makarna üretiminde özellikle *Tr. durum* çeşitleri ile *Tr. aestivum*'un sert çeşitleri kullanılırken, eriştenin temel ingrediye neleri; sert veya yumuşak buğday unları, tuz, su ve yumurtadır. Ancak ürün çeşidine göre değişmekle birlikte, süt, peynir altı suyu,

karbonat tuzları, gamlar, çeşitli baharatlar ve benzeri diğer katkılarda kullanılabilir (Tülbek ve Boyacıoğlu 1999, Uzunoğlu 2002).

TS 12950 Erişte Standardı'nda erişte; buğday ununa, tuz, tipine göre alkali tuzlar (sodyum karbonat, potasyum karbonat ve sodyum fosfat gibi) ve yumurta katıldıktan sonra, içilebilir nitelikteki su ile hazırlanan hamurun, yoğrulmuş tekniğine uygun bir şekilde işlenmesiyle kurutulmuş, kaynatılarak pişirilmiş, buharda pişirilmiş veya doğrudan tüketime hazır bir ürün olarak tanımlanmaktadır. Yine TS 12950 Erişte Standardı'na göre; sade erişte, hiçbir çeşni maddesi içermeyen eriştedir. Çeşnili erişte tekniğine uygun olarak hazırlanan erişte hamuruna diğer tahıl unları, sebze unları, baklagil unları ve benzeri maddelerin ilavesiyle elde edilen eriştedir. Zenginleştirilmiş erişte ise erişte hamuruna katılmasına izin verilen vitamin ve mineral madde ilavesiyle hazırlanarak elde edilen eriştedir (Anonim 2003).

Eriştenin birçok ülkede yaygın şekilde tüketilmesinin sebepleri, besleyici özelliği (niasin, riboflavin, tiamin ve yüksek kalori içeriği), hızlı ve kolay hazırlanması, tüketim kolaylığı ve ekonomik olması olarak sayılabilir (Lee ve ark. 1998). Ayrıca formülasyonuna katılan ilave maddelerle (vitamin, mineral, soya, peyniraltı suyu vb. gibi) besin değeri arttırılabilen bir ürün olması ve uzun süre depolanabilmeleri erişteye olan ilgiyi arttırmıştır (Karadeniz 2007).

2.4.2. Eriştenin tarihçesi

Çinlilerin “mein”, Japonların “udon”, İtalyanların “pasta-spaghetti”, Amerikalıların “spaghetti-noodles-macaroni” ve İngilizlerin “pasta-macaroni” olarak isimlendirdiği makarnanın kökenleri konusunda farklı fikirler üretilmiş olmasına rağmen, atasının el yapımı erişte olduğu ortak görüştür. Daha ilk zamanlardan beri buğdaydan yapılmış gıdalar, Çin mutfak ve kültüründe önemli bir yere sahiptir (Eyidemiir 2006).

Erişte, orijini ise M.Ö. 5000'li yıllara dayanan ve ilk olarak Çin'de ortaya çıktığına ve ipek yolu vasıtasıyla tüm dünyaya tanıtıldığına inanılan bir gıda maddesidir (Guoquan ve Kruk 1998, Öztürk 2007). Erişte, Çin'deki Han Hanedanı (MÖ 206–MS 220) zamanında önemli ölçüde gelişmiş (Corke ve Bhattacharya 1999, Eyidemiir 2006). Doğu

Han Hanedanında (25–220 MS) tüketimi giderek artmıştır. O zamanlarda erişte yapım teknolojisi Japon elçisi ile Çin'den Japonya'ya götürülmüştür (Eyidemiir 2006). Erişte yapımı Tang Hanedanında (618–907 MS) daha fazla geliştirilmiş ve ilk kez şeritlere kesilmiştir. Yuan Hanedanında (1271–1368 MS) kurutulmuş erişte üretilmiştir. Ming Hanedanında (1368–1644 MS) eriştelere “mian” adı verilmiş ve günümüze kadar değişmeye devam etmiştir (Corke ve Bhattacharya 1999, Eyidemiir 2006).

Erişte üretimindeki en büyük gelişme, 1884 yılında Masaki adlı bilim adamının endüstriyel ölçekli erişte makinesini yapması sonucu olmuştur. Bunun sonucunda bölgesel olarak tanınmış bir ürün olan erişte, artan seyahat ve ticaret ve yaygın Çin iç ve dış göçü vasıtasıyla, Yokohama'dan tüm dünyaya yayılmaya başlamıştır (Eyidemiir 2006). Günümüzde erişte Asya'ya, Avrupa'ya, Amerika'ya ve hatta dünyanın her tarafına geniş şekilde yayılmıştır. Erişte, dünyada ekmekten sonra en çok tüketilen başlıca gıdadır (Ge ve ark. 2001). Erişte tüketiminin en fazla olduğu ülkeler, Japonya, Çin, Kore ve ABD' dir (Tülbek 1999).

2.4.3. Erişte çeşitleri

TSE'nin öngördüğü şekilde ülkemizdeki eriştelere, tiplerine göre, tuzlu ve alkali tuzlu eriştelere olarak 2 grup altında, çeşitlerine göre de sade, çeşnili ve zenginleştirilmiş eriştelere olarak 3 grup altında toplanmaktadır (Anonim 2003, Eyidemiir 2006).

Dünyada ise birçok çeşit erişte üretilmektedir. Erişteler, sistematik bir sınıflandırmaları olmamasına rağmen, üretimde kullanılan hammaddeye, erişte boyutuna, üretim metoduna, kullanılan tuz tipine ve ürüne uygulanan proseslere göre, çeşitli sınıflara ayrılmaktadır (Kim 1996, Hou ve Kruk 1998).

2.4.3.1. Kullanılan hammaddeye göre eriştelere sınıflandırılması

Erişteler kullanılan un miktarına, çeşidine ve kalitesine göre; Japon eriştelere, Çin eriştelere ve karabuğday eriştelere olmak üzere üçe ayrılır (Eyidemiir 2006). Japon eriştelere, orta düzeyde protein içerikli yumuşak buğday unundan yapılmakta olup, genel olarak krem veya kremsi beyaz renktedirler. Çin eriştelere (ra-men, chuka-men ya

da chuka-soba), yüksek protein içerikli sert buğday unundan yapılırken, karabuğday eriştelere ise karabuğday unu ve sert buğday unu paçalından yapılan erişte çeşitleridir. Bunlar açık kahve veya gri renkte, kendine özgü tat ve aromaya sahip eriştelere (Kim 1996, Miskelly 1998, Tülbek 1999, Ge ve ark. 2001, Uzunoğlu 2002, Eyidemiir 2006).

Ayrıca Uzakdoğu kökenli eriştelere üretiminde un, su ve tuz kullanılırken; Amerikan eriştelere üretiminde un, su ve yumurta kullanılmaktadır (Hoseney 1994, Nagao 1996, Guoquan ve Kruk 1998). Amerika Birleşik Devletleri standartlarına göre eriştelere %87 ve daha fazla oranlarda kuru madde, %5.5 oranında da yumurta içermelidir (Oh ve ark. 1983). Uzak doğu kökenli eriştelere üretiminde genel olarak yumurta kullanılmazken, buğday unun yerine pirinç unu, karabuğday unu, tatlı patates, mısır ve mung fasulyesi nişastaları da kullanılabilir (Oh ve ark. 1983, Miskelly 1998).

2.4.3.2. Boyutlarına göre eriştelere sınıflandırılması

Boyutlarına göre eriştelere 4 farklı sınıfa ayrılmaktadır (Çizelge 2.1). So-men ve Hiya-mughi tipi eriştelere, küçük boyutlu olduklarından, büyük boyutlu olanlara göre sıcak suda daha hızlı yumuşadıkları için yaz mevsimlerinde soğuk olarak servis edilirler. Udon ve Hira-men ise soğuk mevsimlerde sıcak olarak tüketilirler (Nagao 1996, Guoquan ve Kruk 1998, Demir 2008).

Çizelge 2.1. Genişliklerine göre eriştelere (Hou ve Kruk 1998)

Erişte Tipi	Erişte Kalınlığı (mm)
So-men (Çok ince)	0.7-1.2
Hiya-mughi (İnce)	1.3-1.7
Udon (Standart)	1.9-3.8
Hira-men (Düz yassı)	5.0-6.0

2.4.3.3. Üretim metoduna göre eriştelere sınıflandırılması

Eriştelere, üretim şekillerine göre, el ve makine yapımı olmak üzere iki gruba sınıflanmaktadır. Geleneksel yöntemlerde eriştelere, el ile hazırlanırken, ticari üretimde ise fabrikalarda makine ile üretim yapılmaktadır (Miskelley 1984, Hou ve Kruk 1998).

El yapımı olanlar tekstürel özelliklerinden dolayı, otomatik hatlarda üretilenlere göre daha çok beğenildiklerinden, tüketicilerden tarafından daha çok tercih edilmektedir (Eyidemir 2006, Öztürk 2007).

2.4.3.4. Üretimde kullanılan tuz tipine göre eriştelere sınıflandırılması

Eriştelere, formülasyonunda tuz ya da alkali tuz içerenler olarak da iki grupta incelenebilmektedir (Hou ve Kruk 1998, Anonim 2003, Fu 2008). Alkali tuzlar, sodyum karbonat, potasyum karbonat ve sodyum fosfat tuzlarının belli oranda formüle edilmiş karışımlarıdır (Tülbek 1999, Uzunoglu 2002). Alkali tuzlara *kansui* ya da *lye water* adı da verilmektedir (Kubomura 1998). Alkali tuz ile üretilen eriştelere tadı ve tekstüründe önemli değişiklikler oluşmakta olup, karakteristik sarı renge sahiptirler. Çünkü alkali çözeltisi, polisakkaritlerden flavonları ayırmak suretiyle, sarı rengin belirginleşmesine yol açar (Miskelly ve Moss 1985). Tuzlu eriştelere ise beyaz renge sahiptirler (Hou ve Kruk 1998). Japon, kurutulmuş ve Çin tipi çığ eriştelere, sofralık tuzlu eriştelere sınıfına dahil edilirken; Thai bamee ve pişmemiş Cantonese, kısmi olarak pişmiş, Hokkien, buhar verilmiş-kızartılmış veya buhar verilmiş-kurutulmuş instant eriştelere olmak üzere üç alt gruba ayrılır (Morris ve ark. 2000).

2.4.3.5. Uygulanan proseslere göre eriştelere sınıflandırılması

Eriştelere, kesme işlemini takiben uygulanan farklı işlemlere göre de değişik sınıflara ayrılmaktadır. Raf ömrünü uzatmak, yeme karakteristiklerini geliştirmek, tüketici tarafından hazırlanmasını kolaylaştırmak için, şirketlerin pazarlama stratejilerine göre (tüketici tercihlerine göre), eriştelere farklı prosesler uygulanabilmektedir (Nagao 1996, Guoquan ve Kruk 1998, Hou ve Kruk 1998, Eyidemir 2006). Taze (pişirilmemiş yaş) erişte, kurutulmuş erişte, buharlanmış erişte, haşlanmış erişte, haşlanmış dondurulmuş ve haşlanmış pastörize edilmiş erişte, instant erişte, buharlanmış ve sıcak havayla kurutulmuş erişte olmak üzere bir çok çeşidi mevcuttur (Hou ve Kruk 1998, Eyidemir 2006).

Taze eriştelere, belli uzunluğa kesilerek paketlenmesi ile elde edilir. Paketlemeden önce istifleme ve taşıma sırasında birbirlerine yapışmalarına mani olmak için üzerlerine

nişasta veya ince un serpilir. Taze eriştelere nem içerikleri %32–40 oranındadır. Bu tip eriştelere rengi çabuk bozulduğundan, 24 saat içinde tüketilmeleri gerekirken, buzdolabında depolandıklarında ise 3-5 gün saklanabilirler. Tipik örnekleri, Çin tipi çığ eriştelere, udon eriştelere, chuka-men, thai bamee, cantonese eriştelere ve soba eriştelere (Hou ve Kruk 1998, Fu 2008).

Kurutulmuş erişte, taze eriştelere güneşte ya da sıcaklık ve relatif nem kontrollü bir kurutucuda kurutulması ile üretilirler (Eyidemiir 2006, Hou ve Kruk 1998). Nem içerikleri %14'den daha düşüktür (Nagao 1996, Hou ve Kruk 1998, Eyidemiir 2006, Fu 2008). Kurutmaya, eriştenin raf ömrü önemli ölçüde uzatılmış olur. Japon eriştelere ve ülkemizde üretilen eriştelere bu tip eriştelere verilebilecek örneklerdendir (Eyidemiir 2006).

Buharlanmış eriştelere, taze alkali eriştelere doymuş ve doymamış buharda kısmen pişirilmesi ve daha sonra suya daldırarak yumuşatılması sonucu elde edilir. Eriştelere nem içeriği genellikle %28-56 arasında değişmektedir. Yüzey yapışkanlığı düşük olan buharlanmış eriştelere elle taşınması, taze eriştelere göre daha kolaydır. Ayrıca buharlanmış eriştelere, daha uzun raf ömrüne sahiptir (Fu 2008). Buharlanmış eriştelere “yaki-soba” da denilmektedir (Hou ve Kruk 1998). Buharlanmış ve kurutulmuş eriştelere ise buharlanmış eriştelere sıcak havayla kurutulması (80°C'de 30-60 dakika) ile elde edilmektedir. Son ürünlerdeki nem içeriği %12'den düşüktür. Kısmen kurutulmuş bu ürün, eğer uygun materyalle paketlenmiş ise, bu nem içeriğiyle 1 yıl raf ömrüne sahiptir (Fu 2008).

Haşlanmış eriştelere, taze eriştelere kısmen kaynatılması ya da tamamen kaynatılarak pişirilmesi sonucu elde edilir. Haşlama işlemi, geleneksel yöntemde büyük tencerelerde yapılırken, fabrikalarda kaynar su banyosunda yapılmaktadır. Bu işlemden sonra eriştelere, hemen soğuk suya batırılır ve bunu takiben de fazla su süzülerek uzaklaştırılır (Fu 2008). Bunlara örnek; Çin tipi yaş (taze) eriştelere, Hokkien eriştelere, Udon eriştelere ve Soba eriştelere. Çin tipi yaş (taze) eriştelere ve hokkien eriştelere haşlama işleminden sonra, soğuk suyla çalkalanır, süzülür ve yapışmayı önlemek için %1–2 oranında bitkisel yağla kaplanır. Haşlanmış udon ve soba eriştelere bu işlem

uygulanmaz. Haşlanmış eriştelere servisten önce 1–2 dakika süre ile tekrar pişirilir (Hou ve Kruk 1998).

Haşlanmış eriştelere, pişirilmesinden hemen sonra tekstürleri kalite kaybına uğramaya başladığı için, dondurma ve hızlı dondurma yöntemleri uygulanarak kalitelerinin korunma süresi uzatılabilir. Dondurulmuş eriştelere, daha çok özel tasarlanmış haşlama kabıyla hazırlanarak, satışa sunulmaktadır. Dondurulmuş eriştenin çözünmesi, mikrodalga fırın ile çok kısa sürede gerçekleşmekte ve çözünen erişte kolayca sosla ya da çorba ile hazırlanarak servis edilebilmektedir (Nagao 1996, Fu 2008). Yüksek su absorpsiyonu ve modifiye nişasta ilavesi, haşlanarak dondurulmuş eriştelere tekstürünü geliştirmektedir. Haşlanmış eriştelere ambalajlamadan önce asit ilavesi ve ısı işlem uygulamasıyla pastörize edilebilmekte, pastörize edilmiş ve iyi ambalajlanmış haşlanmış erişte, 3 ay gibi bir raf ömrüne sahip olabilmekte ve genellikle uzun ömürlü erişte olarak kabul edilmektedir (Fu 2008, Aydın 2009).

İstant eriştelere, taze olarak elde edilen eriştelere önce bir buhar tüneline geçirilip, daha sonra ise kızartılması ya da yüksek sıcaklıkta kurutulması ile elde edilirler. Bu tip eriştelere, kızartılmış ya da kızartılmamış olmak üzere iki çeşittir. Çin tipi instant eriştelere, çeşitli baharatlarla aroma verilerek ya da çeşitli çorba soslarıyla (soupbase) birlikte tüketilirler (Eyidemiir 2006). Kap tipi instant erişte ise hem Çin hem de Japon eriştelere içermede olan bir erişte çeşididir. Ürünler içinde çorba sosu, sebze, karides veya et içeren stiroköpükten yapılmış olan kaplarda paketlenip, pazara sunulurlar. Böylece ürün, kabın içine kaynar su dökülerek servise hazır hale getirilir (Nagao 1996).

Birçok Asya ülkesinde, tüketilen unun yaklaşık olarak %40'ı erişte için kullanılmaktadır (Miskelly 1996). Asya eriştelere bir çok çeşidi mevcuttur. Bu çeşitlilik, kültür, iklim, bölge ve tüketici tercihindeki farklılıkların sonucudur (Hou ve Kruk 1998). Çizelge 2.2'de Asya eriştelere bir çok tipleri ve tüketildikleri ülkeler verilmiştir.

Çizelge 2.2. Asya erişteleri ve tüketildikleri ÷lkeler (Hou ve Kruk 1998)

Bölge	Tip
Çin/Hong Kong	İstant kızartılmış, çin tipi çiiğ (taze), kurutulmuş, elle yapılmış
Endonezya	İstant kızartılmış, çin tipi yaş
Japonya	Chuka-men (çin tipi sarı alkali erişte), japon tipleri (hira-men, udon, hiya-mughi, so-men), soba
Kore	İstant kızartılmış, Kurutulmuş, Udon, Soba
Malezya	Hokkien, instant kızartılmış, cantonese (alkali çiiğ), kurutulmuş
Filipinler	İstant kızartılmış, kurutulmuş, çin tipi yaş, udon
Singapur	Hokkien, cantonese, instant kızartılmış
Tayvan	Çin tipi yaş, çin tipi çiiğ, instant kızartılmış, kurutulmuş
Tayland	Bamee, kurutulmuş, instant kızartılmış
Avrupa. Afrika	İstant kızartılmış
Latin Amerika	İstant kızartılmış ya da kurutulmuş
Kuzey Amerika	İstant kızartılmış ya da kurutulmuş, çin tipi çiiğ, udon, soba

Erişte, Japon mutfağında hem temel gıda maddesi hem de atıştırmalık olarak tüketilmekte ve erişte kalitesindeki gelişmeler, yakından takip edilmektedir. Çin, erişte üretiminin dünyada ilk olarak yapıldığı ÷lkedir ve erişte pazarında önde gelen ÷lkeler arasındadır (Nagao 1998). Çin’de tüketilen buğdayın %75–80’i buharlanmış ekmek ve erişte yapımında kullanılmaktadır. Çin’de hala eriştelerin %80’i evlerde el ile ve %20’si ise makineyle yapılmaktadır (Eyidemir 2006).

2.4.4. Erişte üretiminde kullanılan hammaddeler

Dünyada birçok tip erişte üretilmektedir. Erişte üretiminde kullanılan hammaddeler, erişte tipi, kullanım oranı ve kalite özellikleri bakımından çok geniş bir yelpazeye sahiptir. Erişte yapımında kullanılan temel ingrediyenler un, su ve tuzdur (Edwards ve ark. 1996, Ross ve ark. 1997).

2.4.4.1. Buğday

Erişte üretiminde istenilen özelliklere sahip son ürün elde edebilmek için una öğütülecek olan buğdayın kalitesi, önemli bir kriterdir. Buğdayın temiz ve sağlam olması, tane boyutlarının tekdüze olması gerekir (Guoquan ve Kruk 1998).

Buğdayın hektolitreye ağırlığı, camsı tane, yabancı madde (buruşuk ve kırık tane, hasarlı tane vb), nem ve protein miktarı analizleri yapılarak kalitesi belirlenir (Nagao 1996). Alkali erişte üretiminde kullanılacak olan unun, yağmurdan etkilenmemiş (çimlenmemiş) buğdaydan öğütülmüş olması gerekmektedir. Çimlenmiş buğdaydan öğütülen unun erişteleri, koyu ve arzu edilmeyen bir görünüme, pişirildiğinde yapışkan yüzeye ve yumuşak, lapamsı yeme kalitesine sahip olmaktadır. Amerikan buğdaylarında yapılan bir çalışmada, çimlenmiş buğdaylardan elde edilen unların, zayıf ve yapışkan karakterde hamur verdiği bildirilmiştir. (Eyidemir 2006). Buğdayın tane sertliği; tavlama şartlarını, öğütme sırasında oluşacak nişasta zedelenmesini, un partikül büyüklüğünü ve öğütme verimini etkilediği için, önemli bir kalite kriteridir (Hou ve Kruk 1998).

Eriştelik un eldesinde, buğdayının çok sert olmaması ve öğütme işleminin aşırı nişasta zararı oluşmaması için kademeli olarak yapılması gerekmektedir. Buğday protein içeriği ve kalitesi, oldukça önemli bir kalite kriteridir. Genellikle, protein miktarı ve sedimentasyon testiyle, buğdayın gluten kalitesi belirlenir. Farklı erişte tipleri, farklı protein içeriği ve hamur dayanıklılığı gerektirmektedir. Çin tipi eriştelerin yapımında yüksek protein içerikli ve sağlam glutenli sert buğdaylardan elde edilmiş una ihtiyaç duyulurken, Japon eriştelerinin üretiminde orta düzeyde protein içeren, yumuşak buğday unları tercih edilmektedir (Hou ve Kruk 1998). Çin tipi erişte üretiminde ise sert kırmızı Amerikan, Kanada ve Avustralya buğdaylarından elde edilmiş unlar kullanılmaktadır (Oh ve ark. 1985a, Nagao 1996). Genellikle arzu edilen kalitede erişte üretmek için farklı buğdaylara paçal işlemleri yapılarak eriştelik un öğütülür (Hou ve Kruk 1998).

2.4.4.2. Un

Erişte üretiminde temel ingrediyan olan un, son ürün kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Un, eriştelerin yüzey görünüşü, tekstür, renk, pişme özellikleri gibi kalite özelliklerini etkilemektedir (Nagao 1996). Eriştelik unların, kül miktarı, protein miktarı ve kalitesi, nişasta özellikleri, hamur reolojisi (farinograf, miksograf, ekstensograf değerleri) un partikül boyutu ve renk, önemli kalite kriterleri arasındadır (Hou ve Kruk

1998, Eyidemiir 2006). Erişte üretiminde kullanılacak un, parlak renkli, düşük kepek oranına sahip, nişastası az zarar görmüş ve ince partiküllü olmalıdır ve bunun için de doğru öğütme prosedürlerinin uygulanması çok kritiktir (Fu 2008).

2.4.4.2.1. Kül miktarı

Unun kül miktarı, erişte rengini etkileyen önemli un parametrelerinden biridir (Hou ve Kruk 1998, Eyidemiir 2006). Unun sahip olduğu kül içeriği, çoğunlukla elde edildiği buğdayın kül bileşimiyle yakın ilişkilidir. Undaki kül miktarı arttıkça erişte rengi koyulaşmakta ve dolayısıyla erişte rengi olumsuz yönde etkilenmektedir (Hou ve Kruk 1998). %1.4 veya daha az kül içeriğine sahip olan buğdaylar, erişte üretiminde daha çok tercih edilmektedir. Çoğu eriştenin üretiminde ihtiyaç duyulan unun kül miktarı %0.5'in altında olmalıdır. Fakat daha iyi kalitedeki erişteler için bu oran %0.4 veya daha az olmalıdır. Bununla birlikte, kepek rengi de (kırmızı ya da beyaz) erişte rengi açısından önemlidir (Miskelly 1996, Hou ve Kruk 1998). Asya'da üretilen bazı eriştelerin kül miktarları Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Bazı erişteler için unun kül oranları (Hou ve Kruk 1998)

Erişte Tipi	Kül (%)
Chuka-men	0.33-0.40
Çin taze	0.35-0.41
Japon udon	0.35-0.40
İstant kızartılmış	0.36-0.45
Çin yaş	0.40-0.45
Kore instant	0.40-0.45
Tayland bamee	≤0.46
Malezya hokkien	≤0.48

2.4.4.2.2. Protein miktar ve kalitesi

Genel olarak, kurutulmuş erişte üretiminde kullanılan unların protein içerikleri %9.6–11.8 arasında iken, taze erişte üretiminde kullanılan unların protein içerikleri ise %7.9–9.8 arasında değişiklik gösterebilmektedir (Eyidemiir 2006). İstenilen yeme kalitesinin sağlanması açısından, her erişte tipi için gerekli olan un protein miktarı,

farklılık gösterir (Toyokawa 1989a, Nagao 1996, Hou ve Kruk 1998, Jun ve ark. 1998). Erişte tipine göre gerekli olan protein miktarları Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Bazı eriştelere için unun protein oranları (Hou ve Kruk 1998, Fu 2008)

Erişte Tipi	% Protein (%14 nem üzerinden)
Japon udon	8.0-9.5
Beyaz alkali tuzlu	8.0-11.0
İstant	8.5-12.5
Sarı alkali	9.0-13.0
Malezya hokkien	10.0-11.0
Chuka-men	10.5-11.5
Çin taze	10.5-13.0
Çin yaş	11.0-12.5
Tayland bamee	11.5-13.0

İstant erişte üretiminde düşük protein içerikli un kullanımı, daha fazla hava boşluğu içeren hamur eldesine neden olmakta ve bu hava boşluklarından kızartma sırasında yağ absorbe edilmektedir, bu da kalite kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle instant erişte üretiminde kullanılacak unların protein içerikleri yüksek olmalıdır (Miskelly 1996, Hou ve Kruk 1998).

Eriştelere kurutmaya dayanıklı olması ve kurutma işlemi sırasında kırılmaması için yüksek oranda protein içermeleri arzu edilmektedir. Ayrıca unun protein içeriği, pişme süresi ile doğru, erişte parlaklığı ile ters orantılıdır (Ross ve ark. 1997, Hou ve Kruk 1998, Tülbek 1999). Miskelly ve Moss (1985) %9.5’in altında protein içerikli unların, tatmin edici yeme kalitesine sahip eriştelere vermediğini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalarda, daha yüksek protein içeriğinin, pişirme süresini uzattığı (Uzunoğlu 2002) ve kaynatılmış eriştelere elastikiyetini artırdığı (Miskelly ve Moss 1985) saptanmıştır. Düşük protein içeren undan yapılmış eriştelere, pişirme sırasında, yüksek protein içeren eriştelere göre, daha fazla pişme suyu penetre olmuştur (Oh ve ark. 1985a). Eriştelere pişmiş ağırlıkları ile unun protein içeriği ve kuru gluten miktarı arasında, istatistiksel olarak önemli bir ilişki saptanmıştır (Tülbek 1999). Eriştelere pişmeye karşı gösterdiği direncin bir ölçüsü olan suya geçen madde miktarı (pişme kaybı), genel olarak protein içeriği ve kalitesi düşük olan örneklerde, yüksek bulunmuştur. Pişme sırasında zayıf bir protein matriksi, nişasta granüllerinin jelatinizasyonu sırasında önemli oranda sızıntıya

neden olduğundan, nişasta matriksten ayrılabilen ve yapışkanlığa neden olmaktadır. Böylece pişirme suyuna geçen madde miktarı da artmaktadır (Galvez ve ark. 1994).

2.4.4.2.3. Nişasta özellikleri

Erişte kalitesinin belirlenmesinde, buğday unundaki nişastanın özellikleri önemli bir rol oynamaktadır (Toyokawa 1989b, Black ve ark. 2000). Nişastanın şişme gücü, jelatinizasyon viskozitesi ve sıcaklığı ve zedelenmiş nişasta miktarı, eriştelik buğdayların kalitesinin tahmininde, belirleyici özelliklerdir (Batey ve ark. 1997, Curtin ve ark. 1997). Unun bulunan amiloz ve amilopektin oranı, nişasta jelatinizasyon karakteristiklerini belirlemektedir. Yüksek şişme gücü ve arzu edilen duyu özellikleri için erişte üretiminde, düşük amiloz içeriğine sahip unlar tercih edilmektedir (Wang ve Seib 1996, Noda ve ark. 2001). Yüksek amiloz oranına sahip unlardan yapılan erişte, duyu analiz testlerinde daha düşük yumuşaklık (6.8-7.1), elastikiyet (17.0-18.1) ve pürüzlülük (10.3-11.0) değerleri verdiği görülmüştür. Bunun yanı sıra, amilopektin zincir uzunluğunun, erişte kalitesi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı saptanmıştır (Noda ve ark. 2001). Unun jelatinizasyon viskozitesinin ölçümü de eriştenin kalitesi hakkında önemli bilgiler vermektedir. Az miktarda dahi olsa α -amilaz enzim varlığı, jelatinizasyon viskozitesini düşürmektedir (Hou ve Kruk 1998). Japon udon erişte üretiminde ölçülen nişastanın çirilenme karakteristiklerinin, duyu özellikleri etkilediği bildirilmiştir. Japon udon erişte üretiminde yumuşak fakat elastik bir tekstür arzu edilir, bu da daha yüksek amilograf pik viskozitesine ve daha düşük jelatinizasyon sıcaklığına sahip buğday unları kullanılarak elde edilebilmektedir (Kruger 1996). Yüksek jelatinizasyon viskozitesi, genellikle eriştede düşük pişme kaybı ve üstün duyu kalite sağlamaktadır (Beta ve Corke 2001). Kullanılan unların zedelenmiş nişasta miktarının yüksek olması, erişte üretim süresini arttırmakta, su penetrasyonunu azaltmakta, pişirme sırasında suya geçen kuru madde miktarını arttırarak yapışkan ve yenebilirlik özelliği iyi olmayan erişte üretimine neden olmaktadır (Moss ve ark. 1987, Uzunoglu 2002).

2.4.4.2.4. Reolojik özellikler

Farinograf ve ekstensograf gibi reolojik testler, eriştelik unların spesifikasyonunda ve erişte kalitesinin tahmininde önemli rol oynamaktadır (Bejosano ve Corke 1998). Çünkü bu özellikler, erişte üretimi sırasında işleme karakteristiklerini ve eriştenin yeme kalitesini etkilemektedir (Hou ve Kruk 1998).

Ekstensograf parametreleri, hamurun uzayabilirliği ile elastikiyeti arasındaki dengenin ölçümünü sağlamaktadır. Zayıf hamur, fazla uzama kabiliyetine sahip olduğundan, son erişte kalınlığının ayarlanması daha güçtür. Farinografdaki stabilite süresi, Çin tipi ham eriştelerin tolerans değerleri ve tekstürü ile pozitif yönde ilişkilidir. Erişte hamurunun su absorpsiyon değeri (%28-36), ekmek hamurununkinden (%58-64) daha düşüktür (Hou ve Kruk 1998).

2.4.4.2.5. Partikül boyutu

Erişte üretiminde kullanılan unun partikül boyutu da, önemli kalite kriterlerindedir. Araştırmacılar 180 μ 'dan küçük partiküllere sahip unların, erişte kalitesi üzerine olumsuz bir etki göstermediğini, iri partiküllü unların (>180 μ) ise daha yavaş gluten gelişimine neden olduğunu belirtmişlerdir. İnce partikül iriliğine sahip olan unlar, yoğurma sırasında eşit hidrasyon oluşumunu sağlamakta, optimum gluten gelişimi ve yapraklama aşaması meydana gelmektedir (Fu 2008). Çok ince partiküllü unda nişasta zedelenmesi daha çok olduğundan, unun su absorpsiyonu artırmakta ve gluten özellikleri değişmektedir (Moss ve ark. 1987).

2.4.4.2.6. Renk

Undaki doğal sarı renk pigmentlerinin (ksantofil) seviyesi, eriştenin rengi ile yüksek oranda bağlantılıdır. Erişteler parlak renkli olmalı ve üretimden sonra renk ağarması, yavaş olmalıdır. Sofralık tuzlu erişteler için, beyaz veya beyaz krem renk kabul edilebilirken, sarı renkli eriştelerde ise parlak sarı renk arzulanır. Alkali eriştelerde sarı rengin gelişmesi, pH'ya bağlıdır. Kimyasal olarak renk değişimi, suda çözünebilir un

flavanoidleri ve un ksantofillerinin etkisiyle teşvik edilir (Fu 2008). Flavonoidler, asidik pH'da renksizdirler ve ruşeym ve kepekte bol miktarda mevcuttur (Eyidemiir 2006).

Unun kül miktarı, erişte rengini etkileyen önemli bir faktördür (Hou ve Kruk 1998, Eyidemiir 2006). Undaki kül miktarı arttıkça, erişte rengi koyulaşmakta ve dolayısıyla olumsuz yönde etkilenmektedir (Hou ve Kruk 1998, Eyidemiir 2006). Yüksek kaliteli parlak erişte elde edebilmek için düşük kül içerikli (%0.35–0.40) un gereklidir (Nagao 1996, Eyidemiir 2006).

Erişte renginde esmerleşmenin bir diğeri nedeni ise polifenol oksidaz enzimidir (Kruger 1996, Eyidemiir 2006, Fu 2008). Polifenol oksidaz enzimi, taze (çiğ) eriştelerde enzimatik esmerleşmeye neden olur (Eyidemiir 2006). Bu enzim, yoğun olarak kepekte bulunur (Eyidemiir 2006, Fu 2008) ve fenollerini kinonlara okside eder, bunları da daha sonra koyu renkli pigmentlere dönüştürür. Polifenol oksidaz aktivitesi pH 8.4'te maksimumdur ve optimum pH'sı ise 5.6'dır. Renk koyulaşma oranının, alkali erişteler için beyaz tuzlu eriştelerden daha hızlı olduğu kaydedilmiştir. Eriştede renk koyulaşması, kaynatma ya da buharlamayla enzim inaktivasyonu sayesinde durdurulabilmektedir (Eyidemiir 2006).

2.4.4.3. Su

Erişte üretiminde kullanılan diğeri bir ingrediyen ise sudur. Pürüzsüz, düzgün yüzeyli ve düzgün kenarlı hamur yapraklarının eldesinde, erişte üretiminde kullanılan su miktarı etkilidir (Bejosano ve Corke 1998, Morris ve ark. 2000).

Aşırı su kullanımı, yoğurma sırasında erişte hamurunun ele yapışmasına, açılan hamur yapraklarının sarkmasına, yırtılmasına ve zor işlenmesine neden olmaktadır. Gereğinden az su kullanımı ise un partiküllerinin yetersiz hidrasyonu sonucu sert bir hamur oluşumuna ve dolayısıyla açılan hamurlarda düzensiz kenar oluşumuna ve tekdüze olmayan yüzeye neden olmaktadır (Oh ve ark. 1985a, Hatcher ve ark. 1999, Morris ve ark. 2000). Bu nedenle, erişte üretiminde hamur yoğurmada kullanılacak optimum su miktarı, hamurun el ile işleme karakteristiklerine veya farinograf verilerine göre

dikkatle hesaplanmalıdır (Hatcher ve ark. 1999). Genelde un ağırlığı üzerinden %30-38 oranında su kullanılmaktadır (Morris ve ark. 2000, Fu 2008).

Erişte üretiminde kullanılan su, yabancı tat ve kokuya sahip olmamalı ve içilebilir nitelikte olmalıdır (Donnelly ve Ponte 2000). Kullanılan suyun sertliği, alkalitesi ve pH'sı; unun su hidrasyonunu, hamurun yaprak özelliklerini, nişasta jelatinizasyonunu ve bitmiş ürünün tekstürünü etkileyen faktörlerdir. Çok sert su, gluten proteinlerini çok fazla sertleştirmekte ve un partiküllerinin hidrasyonunu geciktirmektedir. Çok yumuşak su ise gluten yapısını yumuşattığı için sakıncalıdır. Her iki su sertliği de erişte üretiminde istenmemektedir (Fu 2008).

2.4.4.4. Sofralık tuz ve alkali tuz

Erişte üretiminde kullanılan bir diğer ingrediyen, tuzdur. Ürüne tat kazandırmak, hamurun su absorpsiyonunu arttırmak, hamuru kuvvetlendirmek ve eriştelere yapışkanlığını azaltmak için genellikle % 1-2 oranında sofralık tuz kullanılmaktadır (Bean ve ark. 1974, Dexter ve ark. 1979, Demir 2008). Haşlanan Udon ve el yapımı eriştelere formülasyonuna ise %8'e kadar tuz ilave edilebilmektedir. Bu tip eriştelelerde, kullanılan tuza bağlı olarak, beyaz renk oluşur (Fu 2008).

Asya eriştelere üretiminde ise sofralık tuz dışında değişik fonksiyonlara sahip, "kansui" veya "lye water" adı verilen sodyum karbonat, potasyum karbonat ve sodyum fosfat gibi alkali tuzlar da kullanılmaktadır. Bu tuzlardan biri veya birkaçı farklı oranlarda kullanılabilir. Alkali tuz ilavesi ile oluşan yüksek pH, (Miskelly 1996, Hou ve Kruk 1998, Tülbek 1999), erişte kalitesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu sayede; eriştenin depolanması sırasında mikrobiyal gelişme kontrol edilebilmekte, hamurun su absorpsiyonu artmakta ve yoğurma ihtiyacı düşmekte, hamur daha sağlam ve daha az uzatılabilir olmakta, sarı renk oluşumu, tat ve aroma gelişimi sağlanmakta, tekstür ve pişme karakteristikleri iyileşmektedir (Morris ve ark. 2000).

Genel olarak, Japon tipi erişte üretiminde de, ülkemizde üretilen eriştelelerde olduğu gibi sofralık tuz kullanılırken, Çin tipi erişte üretiminde alkali tuzlar tercih edilmektedir (Moss ve ark. 1986, Hou ve Kruk 1998, Morris ve ark. 2000).

Yapılan bir çalışmada, sodyum karbonat ilavesinin, pişmiş eriştelere renk, pH ve sağlamlığını etkilediği ve artan alkali konsantrasyonunun eriştenin sarı rengini artırdığı; sofraya tuzunun ise renk, pH ve sağlamlık üzerinde az bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Shelke ve ark. 1990).

2.4.5. Erişte üretim teknolojisi

Erişte üretim aşamaları, temel prosesler ve ürüne göre uygulanan ilave prosesler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Temel prosesler; hamur yoğurma ve dinlendirme, hamur açma ve birleştirme, hamur inceltme ve kesme işlemleridir (Oh ve ark. 1983, Kim 1996, Hou ve Kruk 1998, Tülbek ve Boyacıoğlu 1999, Karadeniz 2007). Kesilen taze eriştelere ürün tipine göre değişmekle birlikte uygulanan ilave prosesler ise kurutma, kaynatarak pişirme, buharda pişirme, yıkama, kızartma, soğutma ve dondurma işlemleridir (Tülbek ve Boyacıoğlu 1999).

2.4.5.1. Hamur yoğurma ve dinlendirme

Erişte üretiminde ilk aşama, hammaddelerin (un, su, tuz ve diğer maddelerin) karıştırılarak yoğrulmasıdır. Yoğurmada temel amaç, hamur bileşimine giren bütün ingrediyenlerin tekdüze bir şekilde karıştırılması ve un partiküllerinin hidrate olmasının sağlanmasıdır (Kim 1996, Miskelly 1996, Uzunoğlu 2002, Eyidemir 2006, Fu 2008). Erişte üretiminde kullanılan suyun sıcaklığı, iklim şartları nedeniyle farklılık göstermekle birlikte genellikle 30°C'dir (Eyidemir 2006). Ayrıca suyun pH'sı 7.2–7.5 arasında olmalıdır (Hou ve Kruk 1998). Yoğurma sırasında optimum su absorpsiyonunun sağlanması gerekir. Su absorpsiyonu, un tipine, partikül büyüklüğüne, formüldeki diğer ingrediyenlere, işleme ekipmanına, işleme değişkenlerine, hamurun işleme özelliklerine, iklime ve eriştede arzu edilen karakteristiklere göre belirlenir (Oh ve ark. 1983, Oh ve ark. 1986, Nagao 1996).

Hamura ilave edilen su miktarı, ekmekteğine göre daha düşük olduğundan, yoğurma işlemi sırasında, gluten oluşumu minimize edilmiş olur. Bu durum, hamurun açılabilirliğini kolaylaştırır, inceltmiş hamurda ise pürüzsüz bir yapı ve tekdüzelik sağlar (Hou ve Kruk 1998, Tülbek 1999). Sınırlı su absorpsiyonu, ayrıca eriştede renkte

istenmeyen değişiklikleri yavaşlatır ve son kurutma ya da kızartma işlemi sırasında uzaklaştırılacak su miktarını da azaltır. Un partikül boyutu ve dağılımı, suyun una penetrasyon süresini etkiler. Optimum hamur karışımı elde edebilmek için oldukça küçük partikül boyutlu ve homojen unlar tercih edilir (Hou ve Kruk 1998).

Yoğurma işleminde dikey ve yatay karıştırıcılar kullanılır. Ticari erişte üretiminde, daha iyi sonuç verdiği için yatay karıştırıcılar tercih edilmektedir. Daha tekdüze ve düzgün yapıya sahip hamur eldesi için yoğurucu kullanımı tavsiye edilir (Hou ve Kruk 1998). Ülkemizde uygulanan geleneksel yöntemlerde ise yoğurma işlemi el ile yapılır. Yoğurma süresi, kullanılan unun kalitesi, ilave edilen su ve tuz miktarı gibi etkenlere bağlı olmakla birlikte, genellikle 10-20 dakika arasında değişmektedir. Ayrıca yoğurucu hızının da 2-3 rpm olması istenmektedir. Bu hız, yüksek hızda olabilecek gluten ağındaki parçalanmaların ve protein denaturasyonunun önlenmesi açısından önemlidir. Yoğurma işleminin yetersiz yapılması durumunda ise su, un partikülleri arasına yeterince penetre olamamaktadır (Hou ve Kruk 1998). Karıştırmadan sonra hamur suyun penetrasyonu için 20–40 dakika dinlendirilir. Bu aşama, hamur özelliklerini geliştirir, inceltmeden sonra daha düzgün ve pürüzsüz hamur elde edilmesini sağlar. Endüstriyel üretimde, hamur yavaş karıştırılır ve oda sıcaklığında dinlendirilir (Hou ve Kruk 1998, Eyidemiir 2006).

2.4.5.2. Hamur açma, birleştirme, dinlendirme

Yoğurma ve dinlendirme işlemlerinden sonra, katı/sert ve ufalanabilir özellikteki iki adet hamur parçasının her biri, döner inceltici silindirler arasından geçirilerek açılır, daha sonra iki hamur levhası birleştirilir ve tek bir levha oluşturmak için ikinci kez inceltme silindirleri arasından geçirilir. Bu inceltme aşaması, “birleştirme” olarak adlandırılır (Nagao 1996, Hou ve Kruk 1998, Kubomura 1998). İnceltme silindir aralığı, hamur levhasının kalınlığındaki azaltma oranı %20–40 arasında olacak şekilde ayarlanır. Açılan hamur yaprakları, gluten matriksinin oluşması için 30-40 dakika (kullanılan unun kalitesi ve işlem koşullarına göre değişmekle beraber) süre ile dinlendirilir. Dinlendirilmiş ve açılmış haldeki hamurlar üst üste konularak birleştirilir ve silindirler arasından geçirilir (Hou ve Kruk 1998). Hamurların dinlendirilmesi,

kaliteli pişmiş eriştelere elde edilmesini sağlar (Miskelly 1996). Ayrıca bu aşama, hamur levhasını yumuşatarak, sonraki inceltme işlemini kolaylaştırır (Nagao 1996, Hou ve Kruk 1998). Hamur açma işleminin el ile yapılması durumunda gluten oluşumu belli yönlerde olurken, makine ile açılan hamurlarda, düzenli ve her yöne dağılmış bir gluten oluşumu gözlenir (Tülbek 1999).

2.4.5.3. İnceltme (yaprak haline getirme)

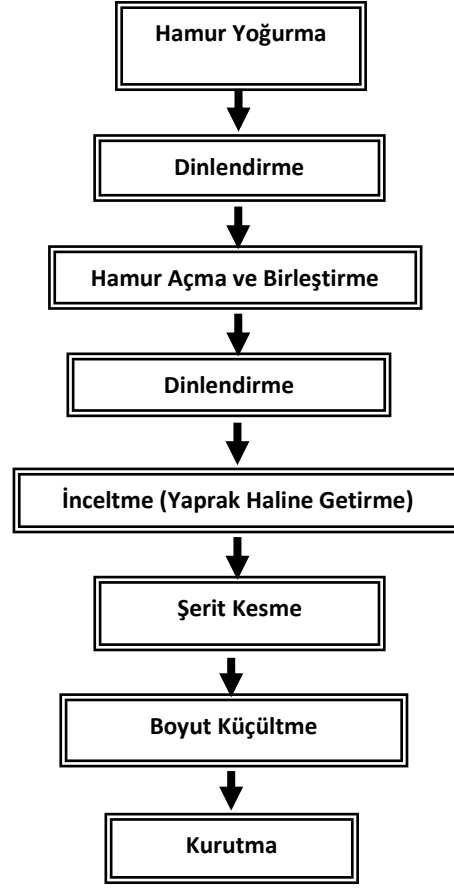
Birleştirilen hamurlar, sırayla 4-6 çift silindir aralığından geçirilerek, kademeli olarak inceltilir. Bu aşamada, silindirlerin çapı ve aralıkları, hamur inceltme hızı ve oranı gibi faktörler, hamur inceltme kalitesini etkiler (Hou ve Kruk 1998). İnceltme işleminin kademeli yapılmadığı eriştelere, gluten yapısının çok fazla zarar gördüğü, ayrıca eriştelere yüzeylerinin düzgün olmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, değişik silindir aralıkları, inceltme hızı ve oranları kullanılmıştır. Japon eriştelere 2 ve 4 mm arasında, Çin tipi eriştelere 1.3 ve 2 mm arasında, çığ, cantonese ya da kurutulmuş eriştelere 1–2 mm arasında, hokkien eriştelere 2.0–2.5 mm arasında ve instant eriştelere ise yaklaşık olarak 1 mm olacak şekilde inceltilir (Miskelly 1996, Nagao 1996, Tülbek 1999, Ge ve ark. 2001). Glutenin tam olarak gelişmesi, inceltme sırasında olur. En iyi yeme kalitesi için bu aşamada, tekdüze bir protein matriksinin elde edilmesi gerekir (Kim 1996, Miskelly 1996).

2.4.5.4. Şerit kesme ve boyut küçültme

İstenen kalınlığa kadar inceltilecek hamur yapraklarına uygulanan bir sonraki işlem, kesme işlemidir. Kesme işleminde, hamur yaprakları, erişte şeritleri haline getirilir, daha sonra ise bir kesiciyle uygun uzunluğa küçültülür. Eriştelere ürünlerin tüketimine göre yuvarlak, kare veya spagetti şeklinde, kesme makinelerinde kesilir. Kesilmiş halde başka herhangi bir işlem uygulanmadan tüketilen eriştelere, taze erişte olarak piyasaya sürülürken, ülkemizde ve dünyada üretilen bazı tip eriştelere kurutma işlemi de uygulanmaktadır (Hou ve Kruk 1998, Fu 2008).

2.4.5.5. Kurutma

Erişte kurutma işlemindeki temel amaç, eriştede bulunan fazla nemi uzaklaştırarak, mikrobiyal gelişimi önlemektir. Ayrıca kurutma işlemi, ürünün raf ömrünü uzatmakta, taşıma ve depolama sırasında yapışmayı veya kırılmayı önlemektedir. Kurutma işlemi uygulanan kurutma sıcaklığına göre iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlardan birincisi sıcak hava(>70°C) ile kurutma, ikincisi ise sıcak olmayan hava (<50°C) ile kurutmadır. Sıcak hava ile kurutma işlemi, buharlanmış ve instant eriştelerde uygulanırken; sıcak olmayan hava ile kurutma, normal eriştelerin kurutulmasında uygulanmaktadır. Tuz, kurutma sırasında üründeki nemin hareketini önemli derecede etkiler. Yüksek oranda tuz içeren erişteler, düşük oranda tuz içerenlere göre, daha yavaş kurur. Eğer çok hızlı kurutma yapılırsa, eriştinin yüzeyi ile iç kısmı arasında büyük nem farkı oluşacağından, uygun bir kurutma işlemi, ön kurutma, ara kurutma ve son kurutma olmak üzere 3 adımda yapılır. Ön kurutma aşamasında, erişte şeritlerinin yüzeye yakın kısımlarında bulunan serbest suyu uzaklaştırmak için düşük sıcaklıkta hava (15-20°C) kullanılır. Ara kurutmada ise 30-35°C sıcaklıkta ve %70-80 gibi yüksek bağıl neme (rH) sahip hava kullanılır. Son kurutma aşamasında ise erişte, kademeli olarak azalan sıcaklık kullanılarak, istenen son nem oranına kadar kurutulur (yaklaşık %12) (Fu 2008). Şekil 2.1'de erişte üretim akım şeması verilmektedir.



Şekil 2.1. Erişte üretimi

2.4.6. Erişte kalitesi

Erişte kalitesinin değerlendirilmesinde, erişte rengi, görünümü, tekstürü ve pişme özellikleri önem kazanmıştır. Erişte kalitesini belirleyen kriterler, kullanılan hammaddelerin (un, su, tuz) özellikleri ve erişte üretim koşulları ile ilgilidir (Edwards ve ark. 1996, Ross ve ark. 1997).

2.4.6.1. Renk ve görünüm

Eriştede birincil kalite kriteri, renk ve görünümdür (Panozzo ve McCormick 1993, Symons ve ark. 1999). Tüketici tarafından kabul edilebilir olması için eriştenin parlak bir görünüme sahip olması ve istenmeyen renk bozukluklarının olmaması gerekmektedir (Hatcher ve Symons 2000a, Hatcher ve Symons 2000b).

İstenen renk, erişte tipine göre farklılık göstermekle birlikte, kullanılan unun özelliği, tuz tipi ve üretimde uygulanan proseslerden etkilenmektedir (Miskelly 1984, Baik ve ark. 1995, Corke ve ark. 1997, Hou ve Kruk 1998). Erişte rengini etkileyen faktörler izelge 2.5’de verilmiştir.

Çizelge 2.5. Erişte rengini etkileyen faktörler (Karadeniz 2007)

Un Kaynaklı	İngredient Kaynaklı	Proses Kaynaklı
Un randımanı	Tuz/ Alkali miktarı	Hamur açma sayısı
Kepek rengi	Su kaldırma miktarı	Pişirme
Proteinler	Yumurta miktarı	Kurutma
Proteinazlar	Renk maddelerinin miktarı	Kızartma yağı sıcaklığı
PPO ve oksidazlar	Gluten miktarı	Ambalajlama yöntemi
Un Partikül Büyüklüğü	Nişasta miktarı	(r:Modifiye Atmosfer)
Zedelenmiş Nişasta Miktarı	Koruyucu miktarı	-

Eriştenin parlaklığı, undaki kahverengi pigment içeriğinin ve kepek miktarının artması ile azalma göstermektedir (Miskelly 1984, Baik ve ark. 1995, Corke ve ark. 1997).

Kurutulmuş eriştedeki beyazlık ve parlaklık, artan protein miktarı ile azalmaktadır (Baik ve ark. 1995).

Alkali eriştelerde kullanılan kansui solüsyonu, erişteye karakteristik sarı rengini verirken, beyaz eriştelerde ise kullanılan sofralık tuz (NaCl) beyaz rengi vermektedir (Akashi ve ark. 1999). Alkali eriştelerdeki sarı renk oluşumu üzerine etkili olan diğer bir faktör de, unda doğal olarak bulunan flavonlardır. Bu bileşikler, asidik veya nötr pH’da sarı renkli bileşiklere dönüşmektedir (Morris ve ark. 2000). Bazı eriştelerinin renk özellikleri de izelge 2.6’da verilmiştir.

Çizelge 2.6. Bazı eriştelerin renk zellikleri

Erişte Tipi	Renk zellikleri
Çin Tipi	Parlak, beyaz; 24 saat içinde renkte az kötüleşme olmalı
Japon Udon	Parlak, kremsi beyaz; 24 saat içinde renkte az kötüleşme olmalı
Çin Tipi Yaş	Parlak sarı; 24 saat içinde renkte az kötüleşme olmalı
Malezya Hokkien	Parlak sarı; 48 saat içinde renkte az kötüleşme olmalı
Chuka-men	Parlak açık sarı; 24 saat içinde renkte az kötüleşme olmalı
Tayland Bamee	Parlak. koyu sarı; 24 saat içinde renkte az kötüleşme olmalı
Çin Tipi İstant Kızartılmış	Parlak sarı renk
Kore İstant Kızartılmış	Parlak sarı renk
Filipin İstant Kızartılmış	Parlak sarı renk

Kullanılan unun ekstraksiyon oranı da, erişte rengini etkilemektedir. Ekstraksiyon oranı arttıkça, una karışan kepek oranı artmakta ve böylece yüksek miktarda oksidatif enzim (polifenol oksidaz, peroksidaz), fenolik madde ve pigment, una karışmaktadır (Oh ve ark. 1985b). Eriştede zamana bağlı olarak meydana gelen esmerleşmelerin sebebi, polifenol oksidaz (PPO) ve peroksidaz (PO) enzimleridir (Corke ve ark. 1997, Morris ve ark. 2000). Bu enzimler, serbest ve indirgenmiş fenolik bileşiklerin oksidasyonunu katalizleyerek, kahverengi pigment oluşumuna neden olmaktadır (Vadlamani ve Seib 1996, Hatcher ve Symons 2000c). PPO enziminin erişte üzerine olumsuz etkilerini azaltmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. PPO enzimi, bakır prostetik grubuna sahiptir, bu prostetik grup, çinko ve kalsiyum iyonları ile inhibe edilebilmekte, fakat bu katkılar aromayı etkilemektedir. Bunun yanı sıra, sulfidler, PPO enziminin denaturasyonunda yaygın olarak kullanılmakta, ancak bunlar hamur elastikiyeti üzerine olumsuz etki göstermektedirler. L-askorbik asit ise oksijen ile kendisi reaksiyona girmek suretiyle ortamdaki serbest oksijeni bağlamakta ve böylece esmerleşme reaksiyonlarını önlemektedir. Ayrıca L-askorbik asit, eriştede parlaklığın gelişmesini de sağlamaktadır. PPO esmerleşmesi, modifiye atmosferde paketlenme ve proteaz enzim ilavesiyle de önlenmektedir. Ayrıca erişte üretiminde kullanılacak unların elde edildiği buğdaylara 95-110°C'de 4-12 dakika ısıtma işlemi uygulanması, unların fiziksel ve fonksiyonel özelliklerini değiştirmeden, lipolitik ve oksidatif enzimlerin inaktivasyonunu sağlamaktadır (Vadlamani ve Seib 1996).

2.4.6.2. Tekstür

Pişmiş eriştenin tekstür parametreleri; pürüzlülük, yapışkanlık, yumuşaklık, elastikiyet ve sakızimsılıktır (Yun ve ark. 1997, Hatcher ve Symons 2000a). Haşlanmış eriştelerin sıkı, yapışkan olmayan ve pürüzsüz tekstüre sahip olması istenir. Erişte tekstürü üzerine, buğday ve unun protein miktar ve kalitesi, etkilidir. Protein oranının yüksek olması, eriştenin sıklığı ve elastikiyetini olumlu yönde etkilerken, pürüzlülüğünü olumsuz yönde etkilemektedir. Kuvvetli hamur veren unların yani protein kalitesi yüksek olan unlardan elde edilen erişteler daha sıkı ve daha elastik yapıda, fakat biraz pürüzlü olmaktadır (Karadeniz 2007).

Erişte tekstürünü etkileyen parametrelerden biri de nişasta kalitesidir. İyi erişte tekstürü için düşük jelatinizasyon sıcaklığı ve yüksek sedimentasyon değeri gerekmektedir (Crosbie ve ark. 1999).

2.4.6.3. Pişme kalitesi

Eriştenin pişme kalitesini; sıklık, elastiklik, su tutma kapasitesi, pişme kaybı, yüzey karakteristikleri, fazla pişirmeye karşı dayanıklılık, pişme suyuna geçen madde miktarı ve hacim artışı gibi özellikler oluşturmaktadır (Özkaya ve ark. 1984, Oh ve ark. 1985b).

TS 12950 Erişte Standardı'nda pişme sırasında suya geçen madde miktarının en fazla %10 (kuru maddede) olması gerektiği bildirilmektedir (Anonim 2003). Yüksek ağırlık, yüksek hacim artışı ve düşük pişme kaybı, eriştelere için istenen özelliklerdir (Lee ve ark. 2002). Daha kısa pişme süresi, kabul edilir tekstürün sağlanması açısından tercih edilmektedir (Topgül 1996). Protein miktar ve çeşidi ile gluten dayanıklılığı, makarnanın pişme kalitesi için önemlidir. Düşük gluten miktarı, eriştenin teknolojik ve pişme özelliklerini olumsuz etkilemektedir (Matsuo ve Irvine 1970).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

DN üretiminde kullanılan yüksek amilozlu doğal mısır nişastası (Hylon VII, % 70 amiloz) National Starch Chemical Co. (Bridgewater, NJ,USA) firmasından, pullulanaz ve α -amilaz enzimleri ise Megazyme International Ireland Ltd. (Wicklow, Ireland) firmasından satın alınmıştır.

Erişte üretimlerinde piyasadan temin edilen Tip 650 un, sofralık rafine mutfak tuzu ve içilebilir nitelikte su kullanılmıştır.

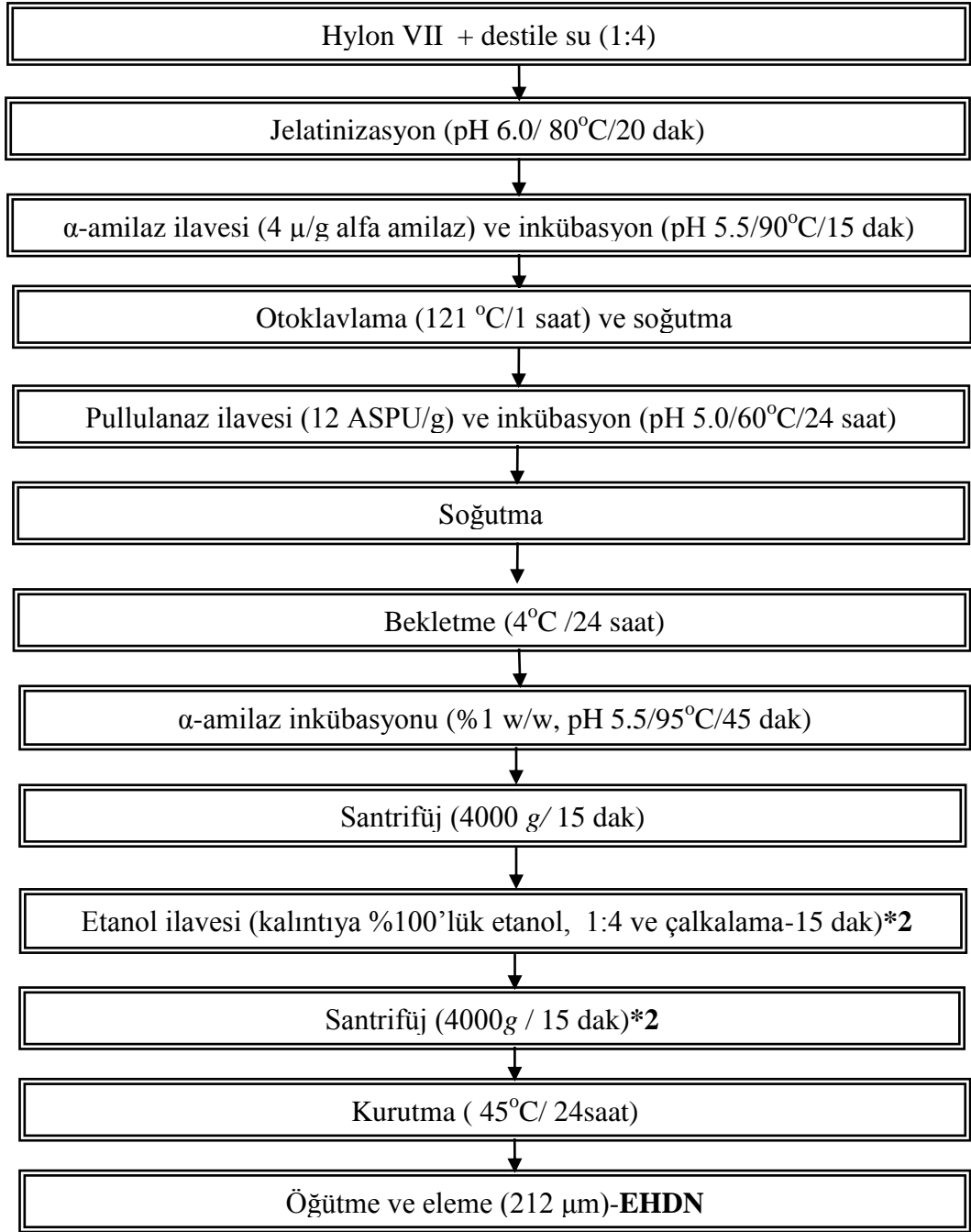
3.2. Yöntem

3.2.1. Enzim hidrolizi ve otoklavlama-bekletme metodu ile dirençli nişasta türevi üretimi

Yüksek amilozlu doğal mısır nişastası Hylon VII'den DN üretiminde, Zhang ve Jin (2011a) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır (Şekil 3.1).

Hylon VII nişasta örneği ve destile su (1:4) karışımının pH'sı 6'ya ayarlanmış ve jelatinizasyon işlemi için 80°C'de 20 dakika çalkalamalı su banyosunda karıştırılarak bekletilmiştir. Süre sonunda 4 μ /g termostabil α -amilaz ilave edilerek, 90°C'lik çalkalamalı su banyosunda, pH 5.5'da, 15 dakika inkübe edilmiş ve 121°C'de 1 saat otoklavlama işlemi uygulanmıştır. Daha sonra 60°C'ye soğutulan örneğe, 12 ASPU/g pullulanaz enzimi ilave edilmiş ve pH 5.0'de, 60°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Bunu takiben oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, 4°C'de 24 saat bekletilmiştir. Tekrar termostabil α -amilaz (%1 w/w) ilave edilerek çalkalamalı su banyosunda, 95°C'de, pH 5.5'da, 45 dakika inkübe edilmiştir. Süre sonunda, oda sıcaklığına soğutularak, 4000g'de 15 dakika santrifüjlenmiş, supernatant döküldükten sonra, kalıntıya %100'lük etanol (1kısım kalıntı:4 kısım etanol) ilave edilerek, 15 dakika çalkalanmıştır. Bu işlemi takiben 4000g'de 15 dakika daha santrifüjlenmek suretiyle, etanol ayrılmıştır. Etanol ile yıkama işlemi iki kez tekrarlanmış ve kalan kalıntı, 45°C' de kurutulmuştur. Kurutulan

kalıntı öğütülerek 212 μm ' lik elekten elenmiştir (enzim hidrolizi ile üretilen dirençli nişasta türevi-EHDN).



Şekil 3.1. Enzim hidrolizi-otoklavlama-bekletme işlemleri ile dirençli nişasta türevi üretimi (EHDN: enzim hidrolizi ile üretilen dirençli nişasta türevi)

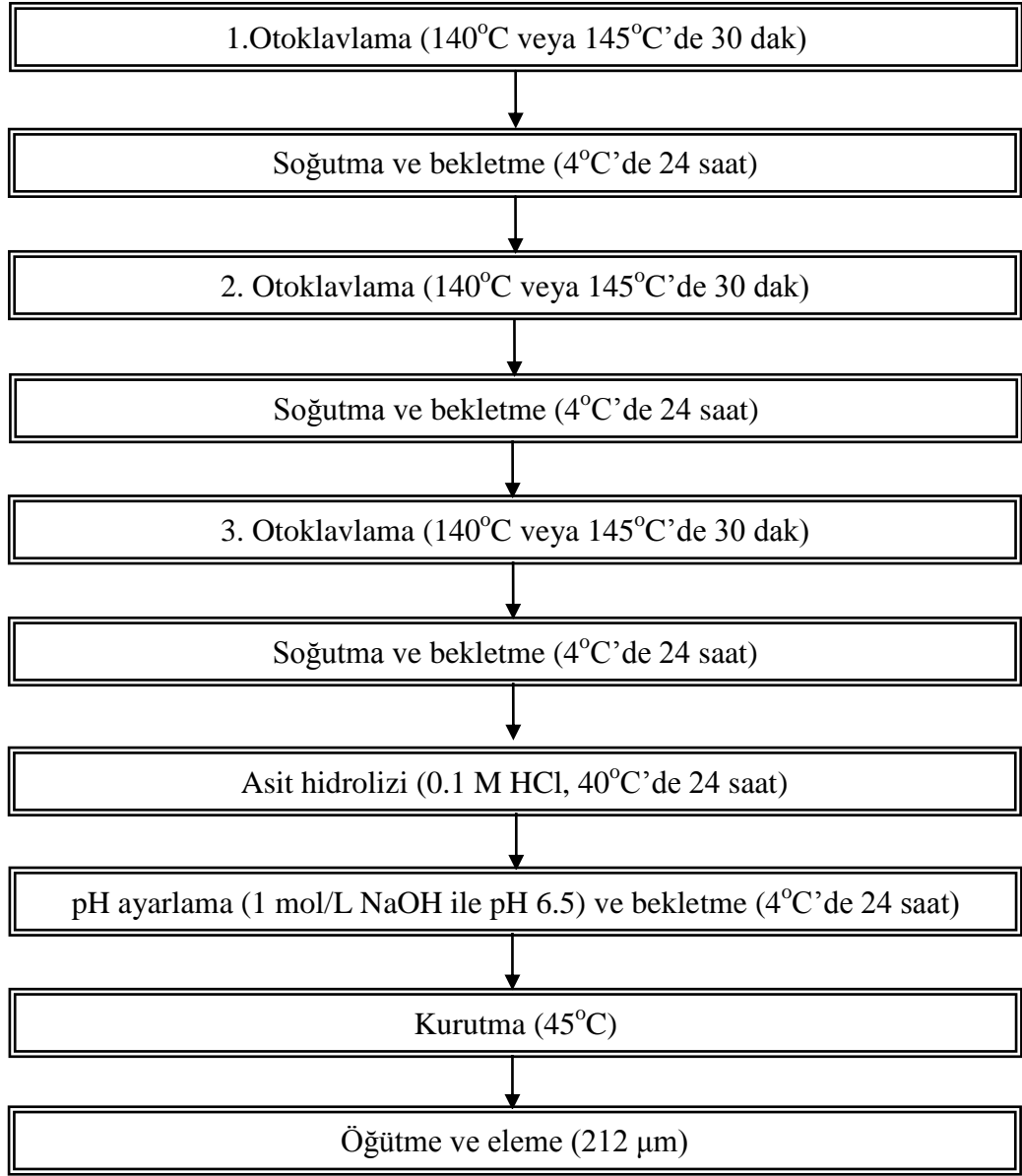
3.2.2. Asit hidrolizi ve otoklavlama-bekletme döngüleri ile dirençli nişasta türevi üretimi

Hylon VII nişasta örneğinden asit hidrolizi ve otoklavlama-bekletme döngüleri ile DN üretiminde, Öztürk ve ark. (2009), Zhao ve Lin (2009b) ve Mun ve Shin (2006) tarafından belirtilen yöntemler modifiye edilerek uygulanmıştır (Şekil 3.2). Hylon VII nişasta örneği (10 g) üzerine 40 mL destile su (1:4) ilave edildikten sonra, iki farklı sıcaklık derecesinde (140°C ve 145°C) 30 dakika otoklavlanmış ve oda sıcaklığına soğutulularak, 4°C'de 24 saat bekletilmiştir. Bu otoklavlama-bekletme döngüsü 3 kez tekrarlanmıştır. Örnekler 45°C'de kurutulduktan sonra, öğütülerek 212 µm'lik elekten elenmiştir. Elde edilen bu kuru örnek üzerine 0.1 M HCl ilave edildikten (1:4 kısım) sonra 40°C'ye ayarlı çalkalamalı su banyosunda, 24 saat bekletilerek hidrolize edilmiştir. Hidroliz süresi sonunda pH, 1 mol/L NaOH ile 6.5'e ayarlanmış ve 4°C'de 24 saat bekletildikten sonra 45 °C'lik etüvde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler (AHDN-O140-B24 ve AHDN-O145-B24) öğütülerek, 212 µm'lik elekten elenmiştir.

Yukarıda verilen işlemler otoklavlamadan sonra uygulanan bekletme periyodunun 48 ve 72 saat uygulamalarıyla da yapılmıştır (AHDN-O140-B48 ve AHDN-O145-B48; AHDN-O140-B72 ve AHDN-O145-B72). Asit hidrolizi ve otoklavlama (140°C veya 145°C, 3 kez)-bekletme (24, 48, 72 saat) döngüleri ile dirençli nişasta türevi üretimi Şekil 3.2, 3.3 ve 3.4'te, denemedeki örnek kodları ise Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Örnek kodları

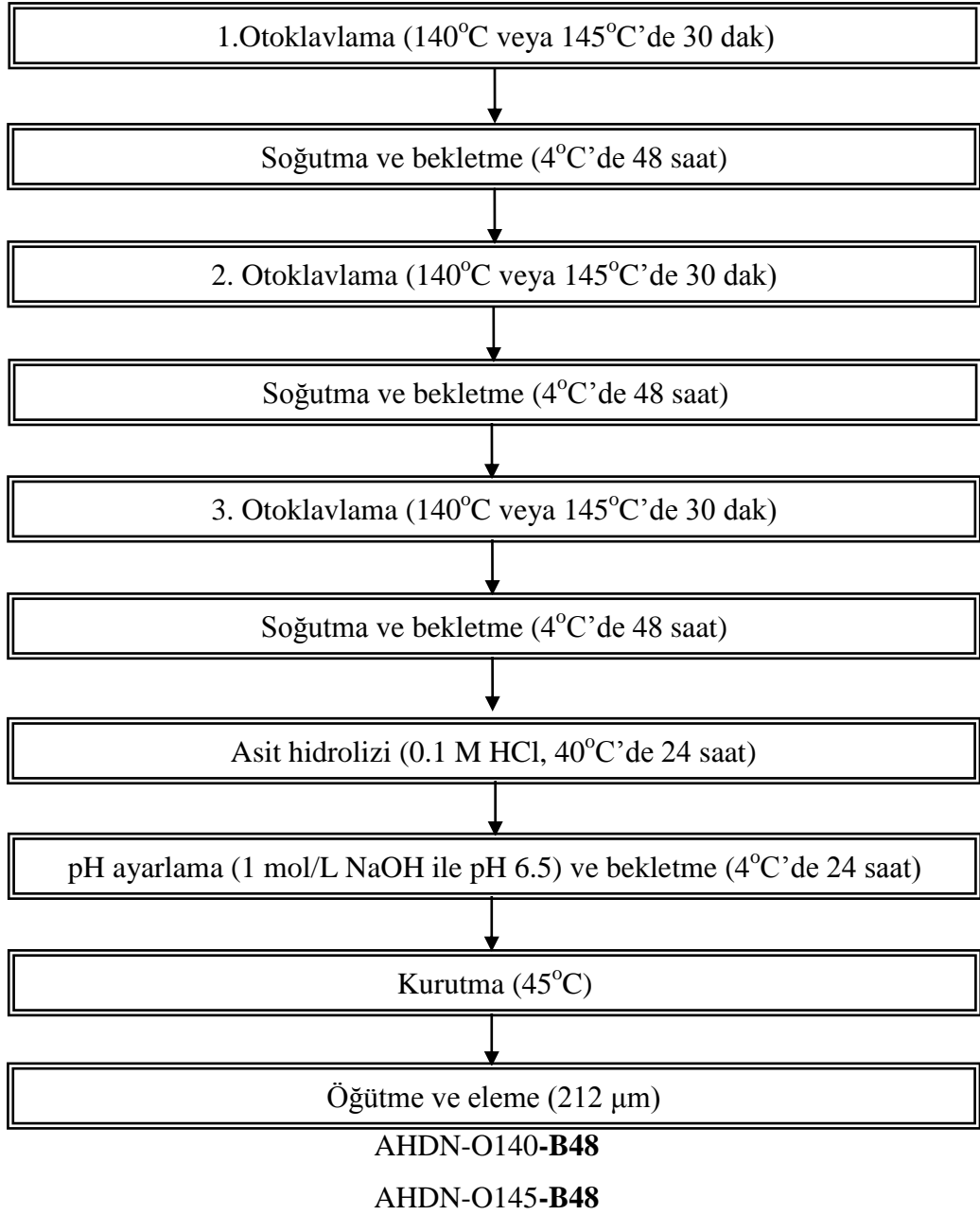
Nişasta	Örnek Kodu	Otoklavlama	Bekletme (Retrogradasyon)
Yüksek amilozlu mısır nişastası	Hylon VII	-----	-----
Enzim hidrolizi ve otoklavlama-bekletme metodu ile üretilen dirençli nişasta türevi	EHDN	121°C'de 1 saat	4°C'de 24 saat
Asit hidrolizi ve otoklavlama-bekletme döngüleri ile üretilen dirençli nişasta türevleri	AHDN-O140-B24	140°C'de 30 dak	4°C'de 24 saat
	AHDN-O140-B48	140°C'de 30 dak	4°C'de 48 saat
	AHDN-O140-B72	140°C'de 30 dak	4°C'de 72 saat
	AHDN-O145-B24	145°C'de 30 dak	4°C'de 24 saat
	AHDN-O145-B48	145°C'de 30 dak	4°C'de 48 saat
	AHDN-O145-B72	145°C'de 30 dak	4°C'de 72 saat



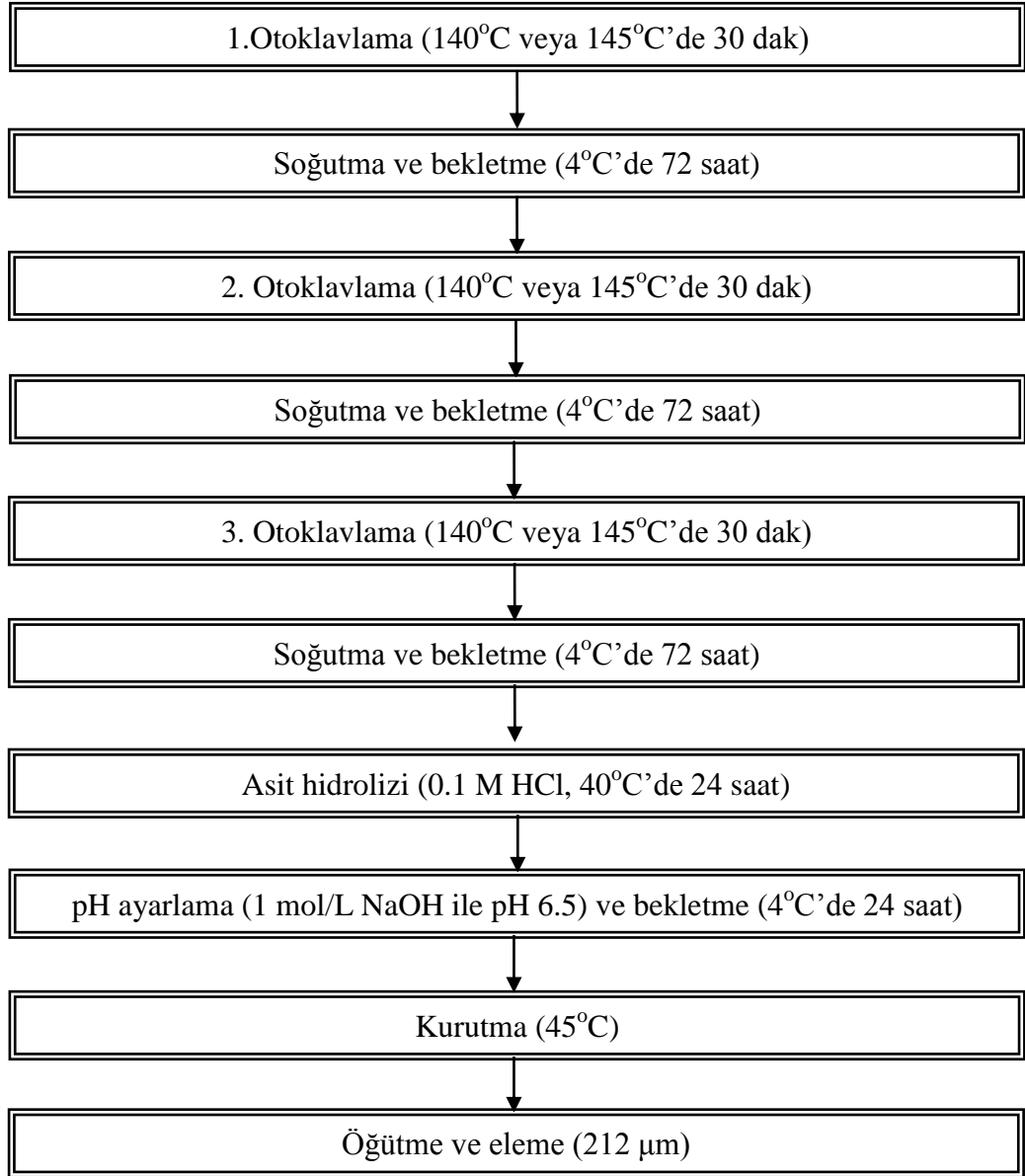
AHDN-O140-B24

AHDN-O145-B24

Şekil 3.2. Asit hidrolizi ve otoklavlama (140°C veya 145°C, 3 kez)-bekletme (24 saat) döngüleri ile dirençli nişasta türevi üretimi (AHDN: Asit hidrolizi ile üretilen dirençli nişasta türevi)



Şekil 3.3. Asit hidrolizi ve otoklavlama (140°C veya 145°C, 3 kez)-bekletme (48 saat) döngüleri ile dirençli nişasta türevi üretimi (AHDN: Asit hidrolizi ile üretilen dirençli nişasta türevi)



AHDN-O140-**B72**

AHDN-O145-**B72**

Şekil 3.4. Asit hidrolizi ve otoklavlama (140°C veya 145°C, 3 kez)-bekletme (72 saat) döngüleri ile dirençli nişasta türevi üretimi (AHDN: Asit hidrolizi ile üretilen dirençli nişasta türevi)

3.2.3. Nişasta örneklerinin analizleri

3.2.3.1. Nem miktarı tayini

Doğal nişasta Hylon VII ve DN nişasta türevi örneklerinin (AHDN ve EHDN) nem miktarları, AACCI Metod: 44-15A metoduna göre tespit edilmiştir (AACCI 2009).

3.2.3.2. Dirençli nişasta miktarı tayini

Nişasta örneklerinin DN miktarları, Megazyme DN Kiti kullanılarak AOAC Metod: 2002. 02 (AOAC 1998) ve AACC 32-40 (AACCI 2009) yöntemlerine göre tespit edilmiştir. Örnek, pankreatik α -amilaz ve amiloglikozidaz enzimleri ile 37°C'deki çalkalamalı su banyosunda 16 saat inkübe edilerek, sindirilebilir nişastanın çözünmesi ve glikoza dönüşmesi sağlanmış ve reaksiyon etil alkol ilavesi ile sonlandırılıp, 5000 g'de 10 dakika santrifüjlenerek çöken DN peleti alınmıştır. Çökelti KOH (2M) ile çözündürülmüş ve sodyum asetat (1.2M) ile nötrlenmiştir. DN, amiloglikozidaz ile glikoza dönüştürülmüştür. 50°C'de 20 dakika inkübasyondan sonra, spektrofotometrik olarak 510 nm absorbansta okuma yapılmıştır. DN değerleri, glikoz miktarının 0.9 ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. 0.9 değeri, serbest D-glikozun dönüşüm faktörüdür (AACCI 2009). Tüm örnekler 3 kez analiz edilmiştir.

3.2.3.3. Nişasta örneklerinin termal özellikleri (DSC Analizi)

Nişasta örneklerinin termal değişimleri (jelatinizasyon ve retrogradasyon), diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC: differential scanning calorimetry, Perkin Elmer Sapphire SII model) ile Ndife ve ark.(1998) yöntemi modifiye edilerek saptanmıştır. Yüksek hacimli ve basınca dayanıklı DSC kaplarına yaklaşık 3 mg nişasta örneği tartılmış, üzerine 4 katı su ilave edilmiş ve hemen hermetik kapatma düzeneğinde kapatılarak, 1 gece buzdolabında bekletilmiş ve suyun homojen dağılımı sağlanmıştır. 5°C/dakika ısıtma hızıyla oda sıcaklığından, 180°C'ye ısıtılarak termogramları hazırlanmıştır. Referans olarak boş DSC kabı kullanılmıştır. To (başlangıç sıcaklığı), Tp (pik sıcaklığı) ve ΔH (entalpi, pikin altında kalan alan) belirlenmiştir. Her analiz üç kez tekrarlanmıştır. Pikin

başlama noktası, nişasta çift kırınım özelliğinin başladığı noktayı, ΔH ise düzenli halden düzensiz hale geçmesi için gerekli olan enerji miktarını vermektedir.

3.2.3.4. Nişasta örneklerinin viskozite özellikleri (RVA Analizi)

Nişasta örneklerinin viskozite özellikleri, mikro viskoanalizör (Rapid ViscoAnalyser: RVA, Newport Scientific, New Brunswick, New Jersey, U.S.A.) kullanılarak, AACC Yöntem No: 61-02 (AACCI 2009)'de belirtilen yöntemle tespit edilmiştir (mevcut profillerin farklı pikler oluşturarak, doğru sonuç vermemesi nedeniyle, söz konusu yöntemde minor değişimler yapılarak uygulanmıştır). Nişasta örneklerinin çirşlenme özelliklerinin tespit edilebilmesi için %14 nem esasına göre tartılan 4 gram örnek, cihazın özel kabına konulmuş olan distile su üzerine ilave edilerek, karıştırıcı palet yerleştirildikten sonra cihaza yerleştirilmiş ve sıcaklık-süre profiline RVA özellikleri tespit edilmiştir. DN içeren nişasta türevlerinin viskozite özelliklerinin belirlenebilmesi için uzun profil uygulanması gerekmektedir. RVA cihazından elde edilen veriler, Thermocline yazılımı version 1.2 (Newport Scientific Inc. New Brunswick. New Jersey. U.S.A.) ile değerlendirilmiştir. Düşük sıcaklıktaki viskozite (ısıtma öncesi viskozite-cold viscosity), 95°C' deki maksimum viskozite (peak viscosity), karıştırma ile viskozite azalması (breakdown), son viskozite (final viscosity) ve çirşlenme başlangıç sıcaklığı (pasting temperature) değerleri belirlenerek, uygulanan işlemler sonucu nişasta özelliklerinde ortaya çıkan değişiklikler tespit edilmiştir. Tüm örnekler 3 kez analiz edilerek değerlendirilmiştir. Kullanılan profilin detayları Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Analizde kullanılan su ve örnek miktarları aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$M_2 = (100 - 14) \times M_1 / (100 - W_1)$$

$$W_2 = 25.0 + (M_1 - M_2)$$

M_1 = %14 nem esasına göre tartılması gereken örnek miktarı (4 g)

M_2 = nem miktarına göre düzeltilmiş örnek miktarı (g)

W_1 = örneğin nem miktarı (%)

W_2 = düzeltilmiş su miktarı (g)

Çizelge 3.2. “Hylon” profilindeki sıcaklık-hız değişimi

Süre Saat:Dak:Sn	Kriter	Değer
00:00:00	Sıcaklık	30°C
00:00:00	Hız	960 rpm
00:00:10	Hız	160 rpm
00:06:00	Sıcaklık	30°C
00:11:00	Sıcaklık	95°C
00:31:00	Sıcaklık	95°C
00:36:00	Sıcaklık	40°C
00:38:00	Sıcaklık	40°C

3.2.3.5. Nişasta örneklerinin fonksiyonel özellikleri

3.2.3.5.1. Çözünürlük ve su bağlama

Doğal nişasta Hylon VII ve DN nişasta türevi örneklerinin (AHDN ve EHDN) su bağlama ve çözünürlük özelliklerinin belirlenmesi için Singh ve Singh (2003) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Bu amaçla deney tüplerine 0.5 g örnek tartılıp üzerine 5 mL saf su ilave edilmiş ve 5 dakika aralıklarla 15'er saniye olmak üzere 8 kez vortekslenmiştir. Karıştırma işlemi sonunda örnekler 10 dakika santrifüj (2100g'de) uygulanmıştır. Süpernatant ve çöküntü kısımları ayrılarak tartılmış ve etüvde 100°C'de 1 gece bekletilerek kurutulmuştur. Çözünürlük ve su bağlama değerleri aşağıdaki formüllere göre % olarak hesaplanmıştır:

$$\text{Çözünürlük (\%)} = M_2 / M_1 \times 100$$

M_1 = örnek miktarı (g)

M_2 = kuru ağırlık (g)

$$\text{Su bağlama (\%)} = M_3 - M_4 / M_1 \times 100$$

M_1 = örnek miktarı (g)

M_3 = tüpteki yaş çökelti (g)

M_4 = tüpteki kuru çökelti (g)

3.2.3.5.2. Emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi

Nişasta örneklerinin emülsiyon kapasitesi ve stabilitesinin belirlenmesi için Ahmedna ve ark. (1999) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Örnekler Köksel ve ark. (2007) tarafından belirtilen yöntemle göre hazırlanmıştır. 0.5 g örnek üzerine 5 mL %0.05' lik protein çözeltisi ilave edilerek, süspansiyon 15 saniye vortekslenmiştir. Örnekler protein içermediği için emülsiyon kapasitesinin belirlenmesi esnasında oluşan emülsiyon fazı çok az olduğundan, emülsiyon oluşturma kabiliyeti yüksek olan protein çözeltisi (albümin) kullanılmıştır. Hazırlanan bu süspansiyon üzerine 5 mL mısır özü yağı ilave edilip 90 saniye homojenize edilerek emülsiyon oluşumu sağlanmıştır. Emülsiyon kapasitesinin belirlenmesi için homojenize edilen örnekler 20 dakika 2100g'de santrifüj edilmiştir. Tüplerdeki emülsifiye olmuş tabakanın yüksekliği ve toplam sıvı yüksekliği kaydedilmiş ve emülsiyon kapasitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Emülsiyon Kapasitesi (\%)} = H_1 / H_T \times 100$$

H₁: Emülsifiye olan tabakanın yüksekliği

H_T: Toplam sıvı yüksekliği

Emülsiyon stabilitesinin belirlenmesi için, homojenize edilen örnekler 45°C' deki su banyosunda 30 dakika inkübasyona bırakılmış ve ardından oda sıcaklığında 10 dakika bekletilmiştir. Örnekler bu süre sonunda 20 dakika santrifüj (2100g'de) edilmiştir. Tüplerdeki emülsifiye olmuş tabakanın yüksekliği ve toplam sıvı yüksekliği kaydedilmiş ve emülsiyon stabilitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Emülsiyon Stabilitesi(\%)} = H_2 / H_T \times 100$$

H₂: Emülsifiye olan tabakanın yüksekliği

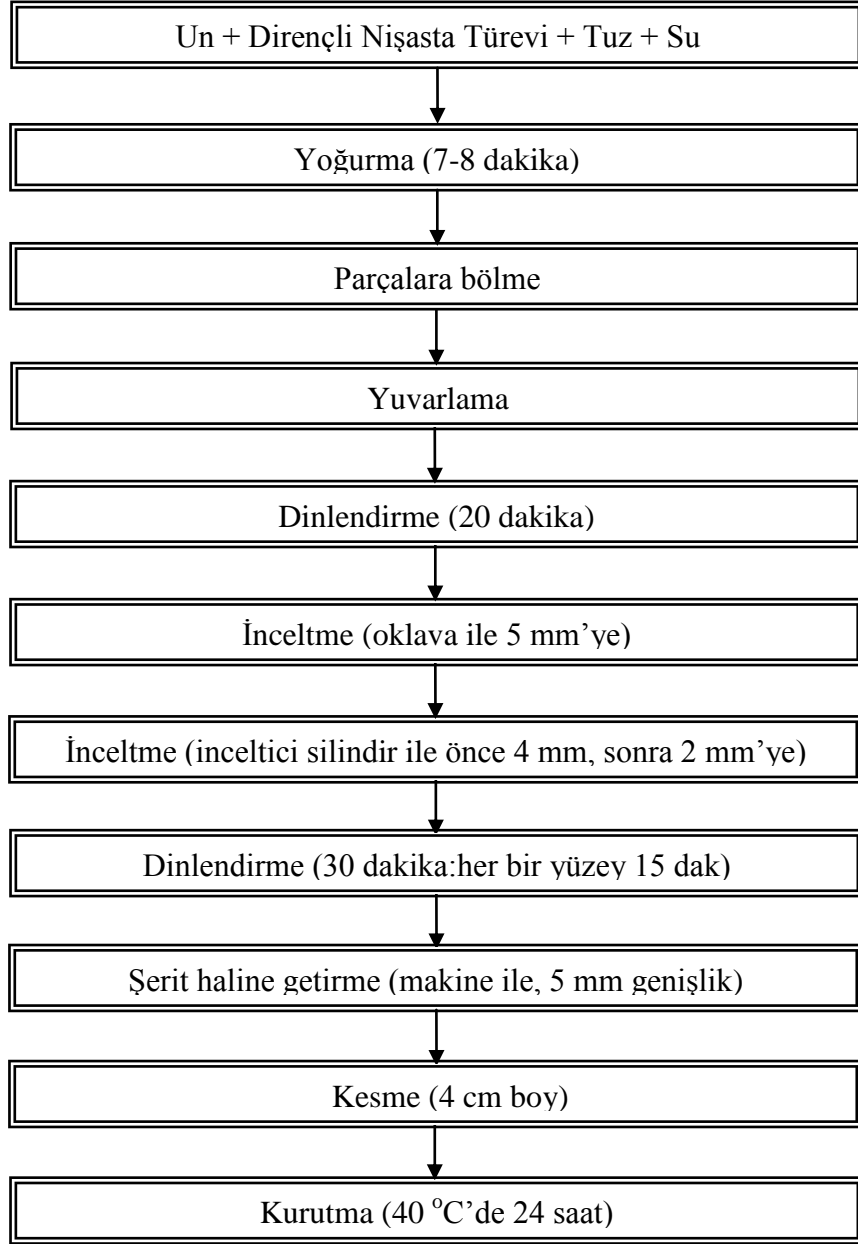
H_T: Toplam sıvı yüksekliği

3.2.3.6. Nişasta örneklerinde renk analizi

Doğal nişasta Hylon VII ve DN nişasta türevi örneklerinin (AHDN ve EHDN) renkleri, Minolta Spectrophotometer (CM-3600d, Japan) kullanılarak belirlenmiştir. CIE Renk Değerleri (L^* , a^* , b^*)'nden oluşan üçlü skalada $L^*=100$ beyaz, $L^*=0$ siyah; yüksek pozitif a^* kırmızı, yüksek negatif a^* yeşil; yüksek pozitif b^* sarı ve yüksek negatif b^* mavi olarak değerlendirilmiştir.

3.2.4. Erişte üretimi

Erişte üretiminde Demir ve ark. (2010)'nın erişte üretim yöntemi modifiye edilerek uygulanmıştır. Buna göre erişte üretiminde buğday unu kendi ağırlığının %5, 10 ve 15 ikame oranlarında DN nişasta türevi örnekleri (AHDN ve EHDN) ile yer değiştirilerek kullanılmıştır. Ayrıca un ağırlığı üzerinden %0.5 sofralık rafine mutfak tuzu ve ön denemelerle tespit edilen oranda su (%47.5) kullanılmıştır. Hamur bileşenleri, Electrolux mikserde (Electrolux Model Ditomix) önce düşük devirde daha sonra yüksek devirde 8 dakika yoğrulmuştur. Yoğurma sonrası elde edilen hamur, 3 eşit parçaya ayrılarak yuvarlanmış ve 20 dakika süreyle dinlendirilmiştir. Dinlendirilen yuvarlak hamurlar, oklava yardımıyla açılarak, ön inceltme işlemine tabi tutulmuş (5 mm), daha sonra bu hamurlar, erişte makinesinin (Shule Pasta Machine, Çin) inceltici silindirlerden (6 ve 7 nolu bölümden 1'er kez) geçirilerek önce 4 mm'ye sonra da 2 mm'ye inceltilmiştir. Bu hamurlar erişte kesme makinesinden geçirilerek, 5 mm genişliğinde uzun şeritler haline getirilmiş ve elde edilen bu şeritler bıçak yardımıyla 4 cm uzunluğunda kesilmiştir. Erişteler, birbirine yapışmayacak şekilde tepsilere dizilerek kurutulmuştur. Laboratuvar ölçekli erişte üretimi akış şeması Şekil 3.5'de, üretim aşamalarının fotoğrafları Şekil 3.6'da, denemedeki örnek kodları ise Çizelge 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Laboratuvar ölçekli erişte üretimi akış şeması



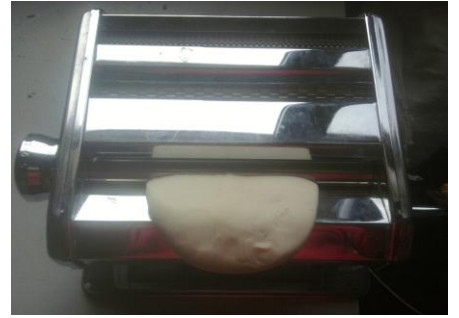
1. Yoğurma



2. Parçalara bölme ve yuvarlama



3. İnceltme



4. İnceltme (inceltici silindirlerde)



5. Dinlendirme



6. Şerit haline getirme



7. Kesme



8. Kurutma

Şekil 3.6. Laboratuvar ölçekli erişte üretimi

Çizelge 3.3. Erişte örneklerinin kodları

Kullanılan Dirençli Nişasta	Örnek Kodu	Oran (%)
-----	Kontrol	0
	AHDN-O140-B24-5	5
AHDN-O140-B24	AHDN-O140-B24-10	10
	AHDN-O140-B24-15	15
	AHDN-O140-B48-5	5
AHDN-O140-B48	AHDN-O140-B48-10	10
	AHDN-O140-B48-15	15
	AHDN-O140-B72-5	5
AHDN-O140-B72	AHDN-O140-B72-10	10
	AHDN-O140-B72-15	15
	AHDN-O145-B24-5	5
AHDN-O145-B24	AHDN-O145-B24-10	10
	AHDN-O145-B24-15	15
	AHDN-O145-B48-5	5
AHDN-O145-B48	AHDN-O145-B48-10	10
	AHDN-O145-B48-15	15
	AHDN-O145-B72-5	5
AHDN-O145-B72	AHDN-O145-B72-10	10
	AHDN-O145-B72-15	15
	EHDN-5	5
EHDN	EHDN-10	10
	EHDN-15	15

3.2.5. Erişte örneklerinin kalite karakteristiklerinin belirlenmesi

3.2.5.1. Kurutulmuş erişte örneklerinin kimyasal analizleri

Eriştelerin nem, kül, protein miktarı tayinleri sırasıyla AACC (44-19), AACC (08-01), AACC (46-12) yöntemlerine göre yapılmıştır (AACCI 2009).

3.2.5.2. Kurutulmuş erişte örneklerinin termal özellikleri (DSC Analizi)

Kurutulmuş erişteler öğütülmüş ve 212 µm' lik elekten elenmiş ve termal değişimleri (jelatinizasyon ve retrogradasyon), diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC: differential scanning calorimetry, Perkin Elmer Sapphire SII model) cihazı ile Ndife ve ark. (1998) tarafından belirtilen yöntemle göre madde 3.2.3.3'de belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.5.3. Kurutulmuş erişte örneklerinin dirençli nişasta miktarı tayini

Kurutulmuş erişteler öğütülmüş ve 212 µm' lik elekten geçirilmiştir. Daha sonra elde edilen erişte örneklerinde DN miktarı, Megazyme DN Kiti kullanılarak AOAC Metod: 2002. 02 (AOAC 1998) ve AACC 32-40 (AACCI 2009) yöntemlerine göre madde 3.2.3.2'de belirtildiği şekilde tespit edilmiştir.

3.2.5.4. Kurutulmuş erişte örneklerinin renk analizi

Üretilen eriştelerin renkleri, Minolta Spectrophotometer (CM-3600d, Japan) model renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. CIE Renk Değerleri (L^* , a^* , b^*)'nden oluşan üçlü skalada $L^*=100$ beyaz, $L^*=0$ siyah; yüksek pozitif a^* kırmızı, yüksek negatif a^* yeşil; yüksek pozitif b^* sarı ve yüksek negatif b^* mavi olarak değerlendirilmiştir.

3.2.5.5. Kurutulmuş erişte örneklerinin tekstür analizi

Eriştelerin sertliği, Stable Micro systems marka TA.XT plus model tekstür analiz cihazı ile belirlenmiştir. 50 N yük hücreli 1 mm/sn başlık hızına sahip tekstür analiz cihazı ile 0.8 mm enli bıçak probu kullanılarak belirlenmiştir. Eriştelerin kırılma direnci bu örnekleri kırmak için gerekli kuvvet (N) olarak ölçülmüştür. Her erişte için tekstürel özelliklerinin ölçümü beş paralelli olarak yapılmış ve sonuç bu değerlerin ortalaması olarak verilmiştir.

3.2.5.6. Pişme özellikleri

Üretilen eriştelerin pişme süresi, suya geçen madde miktarı, hacim artışı, su absorpsiyonu ve suya geçen toplam organik madde miktarının tespiti için pişme testi yapılmıştır (Özkaya ve Kahveci 1990).

3.2.5.6.1. Pişme kaybı

Pişme kaybı miktarının hesaplanması için 25 g erişte, 400 mL'lik beherde 250 mL damıtık su içinde, sıcaklığı ayarlı (98 ± 2 °C) su banyosu yardımıyla, 5 dakikada bir hafifçe karıştırılarak, 20 dakika süreyle pişirilmiş ve süre sonunda erişte buhner hunisinden süzülerek alınmıştır. Süzülen erişte tekrar behere alınarak üzerine 90 mL su konup hafifçe karıştırılarak yıkanmış ve tekrar aynı huniden süzülmüştür. Pişirme suyu ve yıkama suyu birleştirilip, üzerine bir miktar su ilave edilerek 350 mL'ye tamamlanmıştır. Önceden kurutulup darası alınmış olan beher içine pişirme suyu ve yıkama suyu karışımından 50 mL alınıp, önce su banyosunda suyu uçurulmuş, sonra etüvde 98 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutularak, pişme kaybı (%) kurumadde üzerinden hesaplanmıştır (Özkaya ve Kahveci 1990).

$$\text{Pişme Kaybı (\%)} = \frac{G \times 28}{100 - W}$$

G: Etüvde kurutulan kap ağırlıkları arasındaki fark

W: Erişte nemi

3.2.5.6.2. Pişme süresi tayini

Behar içerisinde pişirilen örneklerden, pişirme başlangıcından 7-8 dakika sonra, penset yardımıyla bir parça alınıp cam levhalar arasında sıkılarak ezilmiştir. Cam levhalar arasında ezilen makarnanın ortasında açık renkli kısım görülmeyinceye kadar bu işleme birer dakika ara ile devam edilmiş ve başlangıçtan bu ana kadar geçen süre tespit edilmiştir (Özkaya ve Kahveci 1990). Tüm örnekler 3 kez analiz edilmiştir.

3.2.5.6.3. Su absorpsiyonu (Ağırlık artışı)

Suya geçen madde miktarı analizinde 20 dakika süreyle pişirilmiş ve buhner hunisinden suyu süzölmüş erişte tartılmış ve pişmiş örnek ağırlığı bulunmuştur. Ağırlık artışı yüzde (%) olarak tespit edilmiştir. Tüm örnekler 3 kez analiz edilmiştir (Özkaya ve Kahveci 1990).

$$\text{Ağırlık Artışı (\%)} = \frac{G_2 - G_1}{G_1} \times 100$$

G₂:Pişmiş makarna ağırlığı

G₁:Pişmemiş makarna ağırlığı

3.2.5.6.4. Hacim artışı

Suya geçen madde miktarı analizinde 20 dakika süreyle pişirilmiş ve buhner hunisinden suyu süzölmüş erişte, içerisinde 150 mL saf su bulunan 250 mL'lik ölçü silindirine konulmuş ve su miktarındaki artış mL olarak saptanmıştır. Pişirmede kullanılan kuru örneklerin de aynı şekilde taşıdığı su miktarı tespit edilerek aradaki farktan hacim artışı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Tüm örnekler 3 kez analiz edilmiştir (Özkaya ve Kahveci 1990).

$$\text{Hacim Artışı (\%)} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100$$

V₂:Pişmiş makarna hacmi

V₁:Pişmemiş makarna hacmi

3.2.5.6.5. Suya geçen toplam organik madde miktarı (TOM) tayini

Üretilen eriştelerin suya geçen toplam organik madde miktarları D'Egidio ve ark. (1982)'ye göre belirlenmiştir. Bu yöntemeye göre 1000 mL kaynar su içerisinde 100 g erişte ilave edilmiştir. Üzerine saat camı kapatılarak ve cam bagetle zaman zaman karıştırarak 20 dakika pişirilmiştir. Pişen örnekler buhner hunisinden süzölerek 10

dakika soğumaya bırakılmıştır. Sürenin sonunda süzüntü dökülerek erişte, içerisinde 500 mL saf su bulunan bir behere alınmıştır. Her 4 dakikada bir karıştırılarak 12 dakika yıkanmış ve başka bir behere süzölmüştür. Süzüntü iyice karıştırıldıktan sonra 600 mL'lik bir erlene 5 mL alınmış ve 80°C'de suyu tamamen uçurulmuştur. Üzerine 10 mL 1 N K₂Cr₂O₇ çözeltisi ve çeker ocak altında 20 mL derişik H₂SO₄ ilave edilerek 1 dakika karıştırılmış ve 30 dakika beklemeye bırakılmıştır. Süre sonunda 200 mL saf su ilave edilerek, difenilamin indikatörü varlığında 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ çözeltisi ile titre edilmiştir. Daha sonra örnek konulmaksızın bir de kör deneme yapılmıştır. 100 g eriştedeki g cinsinden toplam organik madde miktarı aşğıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\mathbf{TOM} = (B-S) \times (20/B) \times 3.75 \times 100 \times 0.9 \times 1.0283 \times 1000$$

B = Kör denemede harcanan 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ çözeltisi (mL)

S = Örnekte harcanan 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ çözeltisi (mL)

20 = 10 mL 1 N K₂Cr₂O₇ çözeltisine karşılık gelen Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ çözeltisi (mL)

3.75 = 1 mL 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ çözeltisine karşılık gelen glikoz miktarı (mg)

100 = Seyreltme faktörü

0.9 = Glikozu nişastaya çevirme faktörü

1.0283 = Nişastanın oksitlenmeyen miktarı için düzeltme faktörü

1000 = miligramı grama çevirme faktörü

3.2.5.7. Duyusal analiz

3.2.5.7.1. Kurutulmuş eriştelere duyusal analiz

Duyusal analiz, 50 kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler birbirlerinden etkilenmeyecek şekilde, aydınlık ve dış etkenlere kapalı ortamda, aynı özelliklere sahip tabaklar içerisinde sunulan örnekleri puanlamıştır. Kurutulmuş eriştelere, renk, çatlaklık, yüzey düzgünlüğü, görünüş ve genel beğeni bakımından dokuzlu hedonik skala

üzerinden değerlendirilmiştir. Her bir panelistin her bir erişte denemesi için verdiği değerlerin ortalaması alınmıştır (Inglett ve ark. 2005).

3.2.5.7.2. Pişmiş eriştelere duyusal analiz

Duyusal analiz için 100 g erişte 500 mL suda 15 dakika süreyle pişirilmiş ve 20 sn süreyle fazla su süzülerek uzaklaştırılmıştır. Duyusal analiz, 50 kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler birbirlerinden etkilenmeyecek şekilde, aydınlık ve dış etkenlere kapalı ortamda, aynı özelliklere sahip tabaklar içerisinde sunulan örnekleri puanlamıştır. Pişmiş eriştelere renk, tat, koku, yapışkanlık, görünüş, ağızda bıraktığı his ve genel beğeni olmak üzere 7 özellik bakımından değerlendirilmiştir. Değerlendirme dokuzlu hedonik skala üzerinden yapılmıştır (1:hiç beğenmedim, 3: az beğendim, 5: ne beğendim ne beğenmedim, 7: beğendim, 9: çok beğendim).

3.2.6. İstatistiksel analiz

Analizler sonucu elde edilen veriler istatistiksel olarak SPSS paket programı (SPSS 20.0 software for windows) ile varyans analizi (ANOVA) kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi ortalamalarda önemli farklılık gösterdiğinde en az önemli fark testi (LSD), karşılaştırma amacıyla ortalamalar arasındaki istatistiksel fark ($p \leq 0.05$) belirlemek için kullanılmıştır. 2 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Nişasta türevlerinin özellikleri

4.1.1. Nem miktarı

Doğal nişasta Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin (AHDN ve EHDN) nem miktarları Çizelge 4.1’de verilmiştir. AHDN ve EHDN örneklerinin nem miktarları %7.34-8.00 arasında değişmiş ve örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık saptanmamıştır. Ancak Hylon VII’nin nem miktarı, AHDN ve EHDN örneklerinin nem miktarlarından önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin nem miktarları*

Örnek	Nem (%)
Hylon VII	12.10±0.5 ^a
AHDN-O140-B24	7.85±0.02 ^b
AHDN-O140-B48	7.34±0.56 ^b
AHDN-O140-B72	7.84±0.01 ^b
AHDN-O145-B24	7.39±0.08 ^b
AHDN-O145-B48	7.60±0.02 ^b
AHDN-O145-B72	7.96±0.00 ^b
EHDN	8.00±0.03 ^b

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

4.1.2. Dirençli nişasta miktarı

Nişasta türevlerinin Tip 3 DN miktarları, Çizelge 4.2’de verilmiştir. Hylon VII örneğinde, Tip 3 DN tespit edilememiştir. Doğal, granüler yapıdaki yüksek amilozlu mısır nişastasası olan Hylon VII’nin sadece yeterli ısıl işlem ile parçalanabilen, Tip 2 DN içerdiği tahmin edilmektedir (Brown 1996, Nugent 2005). Otoklavlama esnasındaki yüksek sıcaklıklarda Tip 2 DN’ nin yapısı bozulurken, jelatinizasyon ve

retrogradasyonla Tip 3 DN oluşmaktadır. DN içeren nişasta türevlerinin hepsinde, Tip 3 DN bulunmaktadır.

Çizelge 4.2. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin dirençli nişasta içerikleri*

Örnek	Tip 3 DN (%)
Hylon VII	-
AHDN-O140-B24	21.73±2.37 ^g
AHDN-O140-B48	22.95±0.31 ^f
AHDN-O140-B72	24.94±0.00 ^e
AHDN-O145-B24	26.45±0.01 ^d
AHDN-O145-B48	26.82±0.05 ^c
AHDN-O145-B72	30.41±0.01 ^b
EHDN	52.23±2.10 ^a

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

Enzim hidrolizi ile elde edilen nişasta türevinin Tip 3 DN verimi (%52.23), asit hidrolizi ile elde edilenlere (%21.73-30.41) göre, önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bu sonuç, yapılmış diğer araştırmalarla paralellik göstermektedir. Yapılan bir çalışmada, otoklavlama-bekletme döngüsü uygulanmaksızın, sadece pullulanaz enzimi ile muamele edilerek üretilen örnekteki DN verimi ise %41.1 bulunmuştur (Öztürk ve ark. 2009). Mevcut çalışmada elde edilen DN veriminin daha yüksek olması, pullulanaz hidrolizinden önce α -amilaz enzim inkübasyonunun uygulanmış olmasına bağlanmaktadır. Amiloz zincir uzunluğu ve amiloz/amilopektin oranı, nişastanın jelatinizasyonunu ve retrogradasyonunu etkilediğinden (Jiang ve Liu 2002, Zhang ve Jin 2011a,b), α -1,4 bağlarını kıran α -amilaz enziminin kullanılması suretiyle, uzun zincir yapısına sahip olan amiloz hidrolize edilmiş ve amilozun kısa zincirlerinin kristalin yapı oluşturmak üzere moleküler etkileşimine olanak sağlanmıştır. Pullulanaz kısa amiloz zincirleri üzerine daha yüksek aktiviteye sahip olduğundan, pullulanaz enziminin etkisi de artırılmıştır (Zhang ve Jin 2011a,b). α -amilaz uygulamasından sonra, pullulanaz ile gerçekleşen hidroliz, nişastanın dallanma noktalarındaki α -1,6 bağlarının parçalanmasını, amiloz

zincirlerinin serbest kalmasını, bu düz zincirlerin sayısının ve retrograde nişasta içeriğinin arttırılmasını sağlamakta (Öztürk 2008, Miao ve ark. 2009, Mutungi ve ark. 2009, Polesi ve ark. 2011, Zhang ve Jin 2011a, Hung ve ark. 2012, Luckett ve Wang 2012, Shi ve ark. 2013), ayrıca kristalin yapıların ve dolayısıyla da Tip 3 DN'nin oluşumuna yardımcı olmaktadır (Zhao ve Lin 2009b). Zhang ve Jin (2011b) yaptıkları benzer bir çalışmada, α -amilaz uygulaması ile önce amiloz zincir uzunluğunu kısaltılmış, daha sonra pullulanaz hidrolizi uygulayarak düz zincir uzunluklarının azalmasını ve sayılarının artmasını sağlamıştır. Böylece, kristalin yapıların oluşumu ve Tip 3 DN verimi de (%58.87) artmıştır. Bu araştırmacılar ayrıca, retrogradasyonun, amiloz/amilopektin oranını ve amiloz zincir uzunluğunu etkilediği düşüncesinden yola çıkarak, pullulanaz hidrolizinden önce otoklavlama işlemi uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada da uygulanmış olan bu yöntemin, DN içeriği zengin ürünlerin hazırlanmasında, alternatif bir yol olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Asit hidrolizli nişasta türevi eldesinde, otoklavlama sıcaklığının Tip 3 DN oluşumu üzerine etkileri incelendiğinde ise 145°C'de otoklavlananların DN verimi, 140°C'de otoklavlananlara göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur. Lee ve ark. (1997) da mısır nişastasından DN eldesinde, yüksek sıcaklık (121°C) uygulamalarının, düşük sıcaklık uygulamalarına (100°C) göre daha etkili olduğunu bildirmiştir.

Asit hidrolizi yöntemlerindeki bekletme (retrogradasyon) sürelerinin uzaması da DN verimlerini önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yükseltmiştir. Eerlingen ve ark. (1993), DN verimi üzerine, bekletme süresi ve otoklavlama sıcaklığının, büyük ölçüde etkisi olduğunu bildirilmiştir. Berry (1986), 121°C 15 dakika otoklavlama, 4°C'de 48 saat bekletme döngüsü uygulamış ve yüksek amilozlu mısır nişastasında %28.5 DN verimi elde etmiştir. Sievert ve Pomeranz (1989), yüksek amilozlu mısır nişastasına 134°C'de 60 dakika otoklavlama ve 4°C'de 12 saat bekletme işlemi uygulamış ve %21.3 DN verimi elde etmiştir. Milasinovic ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise normal mısır nişastasına 120°C'de 30 dakika otoklavlama işlemi uygulanmış ve bunu takiben 4°C'de 24 saat bekletilerek, %7 DN verimine ulaşılmıştır. Görüldüğü gibi mevcut çalışmada 145°C otoklavlama işlemi uygulanmış olan örnekte, bekletme süresinin 72

saate çıkarılması ile (%30.41 DN) daha önce yapılmış pek çok çalışmada elde edilen DN verimlerinin üzerine çıkmıştır.

4.1.3. Renk

Doğal nişasta (Hylon VII) ve DN içeren nişasta türevlerinin (AHDN ve EHDN) CIE renk değerleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. DN içeren nişasta türevlerinin L^* değerleri (90.33-94.27), doğal nişastaya (96.42) göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) düşük bulunmuştur. DN içeren nişasta türevleri içinde en yüksek L^* değeri (94.27), enzim hidrolizi ile üretilen nişasta türevinde ölçülürken, bunu 140°C ’de otoklavlama yöntemi ile elde edilmiş asit hidrolizli nişasta türevleri (91.12-91.32) izlemiştir. Asit hidrolizli örneklerde, otoklavlama sıcaklığının etkileri incelendiğinde; 145°C ’de otoklavlanan DN içeren nişasta türevlerinin L^* değerleri, (90.33-90.47), 140°C ’de otoklavlananlara göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) düşük bulunmuştur. Buna göre, enzim hidrolizi ile üretilen nişasta türevinin asit hidrolizlilerden, daha parlak olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.3. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin renk özellikleri**

Örnek	Renk		
	L^*	a^*	b^*
Hylon VII	96.42±0.13 ^a	-0.27±0.03 ^a	3.20±0.15 ^f
AHDN-O140-B24	91.12±0.27 ^c	-0.43±0.02 ^b	8.47±0.06 ^d
AHDN-O140-B48	91.24±0.22 ^c	-0.45±0.01 ^b	8.55±0.07 ^d
AHDN-O140-B72	91.32±0.22 ^c	-0.47±0.00 ^b	9.05±0.25 ^c
AHDN-O145-B24	90.33±0.35 ^d	-0.38±0.04 ^{ab}	9.18±0.16 ^{bc}
AHDN-O145-B48	90.38±0.13 ^d	-0.42±0.02 ^b	9.40±0.03 ^b
AHDN-O145-B72	90.47±0.13 ^d	-0.43±0.03 ^b	9.96±0.25 ^a
EHDN	94.27±0.13 ^b	-0.48±0.01 ^b	6.55±0.08 ^e

**LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

Nişastaların a^* (kırmızılık) değerleri incelendiğinde, en yüksek değer (-0.27) Hylon VII’de elde edilirken, en düşük değer (-0.48) EHDN türevinde tespit edilmiştir. Asit

hidrolizli örneklerde, otoklavlama sıcaklığının a^* değerleri üzerine önemli bir etkisi olmamıştır.

Doğal nişasta örneğinde b^* değeri en düşük (3.20) bulunmuş ve DN içeren nişasta türevlerinde önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek değerler (6.55-9.96) tespit edilmiştir. EHDN örneğinin b^* değeri 6.55 iken, 140°C’de otoklavlanan asit hidrolizli, DN içeren nişasta türevlerinin b^* değerleri 8.47-9.05 arasında değişmiştir. En yüksek b^* değerleri (9.18-9.96) ise 145°C’de otoklavlanmış DN içeren nişasta türevlerinde tespit edilmiştir.

Özetle; enzim hidrolizi ile elde edilen nişasta türevinde en yüksek L^* değeri, en düşük a^* ve b^* değerleri tespit edilmiştir. Bu durum, EHDN yönteminin asit hidrolizi yönteminden daha parlak ve daha beyaz renk verdiğini göstermesi bakımından, önemlidir.

4.1.4. Termal özellikler (DSC Analizi)

Doğal nişasta ve DN içeren nişasta türevlerine ait DSC değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. Hylon VII örneğinin başlangıç (T_o) ve pik sıcaklık (T_p) değerleri ile termal geçiş enerjisi (ΔH) değeri, asit ve enzim hidrolizi uygulanarak elde edilen DN içeren nişasta türevlerinden, önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur.

Doğal nişasta ve DN içeren nişasta türevlerine ait termogramlarda, amilopektin kristallerinin erime sıcaklığını (55°C) gösteren termal dönüşüm, gözlenmemiştir. Yüksek amilozlu mısır nişastasası (Hylon VII), daha dayanıklı amilopektin kristallerini oluşturabilen daha uzun zincirli amilopektine sahip olduğundan, normal nişastaya göre, ısı işleme daha dayanıklıdır (Eliasson ve Gudmundsson 1996). Bu uzun amilopektin zincirleri, nişastanın kolaylıkla retrograde olmasını sağlarken, erime entalpisini ise yükseltmektedir (Gudmundsson ve Eliasson 1990).

150-170°C arasındaki endoterm, ikili amiloz helikslerinin erime sıcaklığını temsil etmektedir. Buna göre; T_o , başlangıç erime sıcaklığı, T_p ortalama pik (erime) sıcaklığını göstermektedir. En düşük T_o değeri (118.15°C) EHDN’de elde edilmiştir. EHDN

örneğinde saptanan T_o değeri, Zhang ve Jin (2011a)'in yüksek amilozlu mısır nişastasından α -amilaz ve pullulanaz hidrolizi ile elde ettiği DN içeren nişasta türevlerinin T_o değerinden (98.92°C) yüksek bulunmuştur. Asit hidrolizli örneklerde, otoklavlama sıcaklıklarının T_o değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, 145°C 'de otoklavlananlar, 140°C 'de otoklavlananlardan önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek değerler vermiştir. Bu sonuç, Öztürk ve ark. (2009)'nın çalışmalarında elde ettikleri verilerle uyumludur. Asit hidrolizi ile elde edilmiş DN içeren nişasta türevlerinin üretimi sırasında uygulanan bekletme sürelerindeki artışın, başlangıç sıcaklığını (T_o) düşürdüğü görülmektedir.

Çizelge 4.4. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin termal (DSC) özellikleri*

Örnek	T_o ($^{\circ}\text{C}$)	T_p ($^{\circ}\text{C}$)	ΔH (J/g)
Hylon VII	151.21 \pm 0.89 ^a	156.07 \pm 0.41 ^a	13.28 \pm 0.66 ^b
AHDN-O140-B24	145.96 \pm 0.61 ^c	153.48 \pm 0.17 ^d	10.32 \pm 0.38 ^c
AHDN-O140-B48	143.16 \pm 0.86 ^f	152.45 \pm 0.21 ^e	9.17 \pm 0.52 ^f
AHDN-O140-B72	143.01 \pm 0.41 ^f	152.18 \pm 0.32 ^c	7.99 \pm 0.61 ^g
AHDN-O145-B24	147.74 \pm 0.06 ^b	155.98 \pm 0.17 ^a	12.86 \pm 0.91 ^c
AHDN-O145-B48	145.11 \pm 0.78 ^d	154.85 \pm 0.84 ^b	10.82 \pm 0.33 ^d
AHDN-O145-B72	143.98 \pm 0.93 ^e	153.94 \pm 0.73 ^c	7.45 \pm 0.91 ^h
EHDN	118.15 \pm 0.54 ^g	143.63 \pm 0.58 ^f	14.80 \pm 0.32 ^a

T_o : Başlangıç sıcaklığı T_p : Pik sıcaklığı ΔH : Termal geçiş enerjisi

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

Doğal nişasta (Hylon VII) ile AHDN ve EHDN örnekleri karşılaştırıldığında, doğal nişastanın termal geçiş enerjisi (ΔH) değerinin, EHDN içeren nişasta türevleri hariç, önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4). Bu sonuç, Öztürk ve ark.'nın (2011) asit hidrolizli örneklerinden elde ettiği sonuçlarla paralellik göstermiştir. Öztürk ve ark. (2011), granüler ve retrograde nişastanın farklı seviyelerde oluşabileceğini, granüler yapıdaki nişastanın daha yüksek sayıda hidrojen bağı içerebilmesi nedeniyle de jelatinizasyonun daha yüksek miktarda enerjiye ihtiyaç duyabileceğini bildirmişlerdir. Bu hidrojen bağlarının etkisinin yanı sıra, nişasta

granülündeki amiloz ve amilopektin, molekülden supramoleküler yapılara, helikslere ve lamel yapılara kadar, farklı düzeydeki konfigürasyonlarla, tekrar düzenlenmektedir (Gallant ve ark. 1997, Richardson ve Gorton 2003). Granül içindeki bu yapıların tekrar düzenlenmesi, amilaz enzimlerine dirençte de farklılığa neden olabilmektedir (Öztürk ve ark. 2011). DN içeren nişasta türevleri içinde en yüksek termal geçiş enerjisi (ΔH) değeri (14.80 J/g) ve termal dönüşüm aralığı (118.15-143.63) EHDN örneğinde tespit edilmiştir. EHDN içeren nişasta türevinin entalpi değeri, doğal nişastadan önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur. Doğal nişastadan bile yüksek olmasının sebebi, pullulanaz hidrolizi sonucu amilopektinden serbest kalan kısa amiloz zincirlerinin mevcudiyetine bağlanmaktadır. Bu amiloz zincirleri, ikili heliksleri oluşturabilmektedir. Alfa amilaz hidrolizi ise daha kısa amiloz zincirlerinin serbest kalmasını sağlamakta, böylece fiziksel etkileşimler için daha elverişli olan amiloz zincirlerinin bölgesel konsantrasyonunu artırmaktadır (Zhang ve Jin 2011b). Öztürk ve ark. (2011), yaptıkları bir çalışmada enzim hidrolizi süresindeki artışın, DN içeren nişasta türevlerinin ΔH değerini, doğal nişastaya göre artırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca Zhang ve Jin (2011b) de yaptıkları çalışmada enzim hidrolizi ile elde edilen DN örneğinin entalpisini, doğal nişastadan yüksek bulmuşlardır. Mevcut çalışmadaki sonuçlar, bu araştırma bulguları ile uyumlu bulunmuştur (Çizelge 4.4).

4.1.5. Viskozite özellikleri (RVA Analizi)

Nişasta örneklerinin viskozite özellikleri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Yüksek amilozlu nişastaların su alarak şişmeleri, normal oranda amiloz içeren nişastalara göre daha düşüktür (Tester ve Morrison 1990, Shi ve ark. 1998, Song ve Jane 2000). Hylon VII’nin RVA’deki düşük viskozitesi, şişme özelliğinin az olmasına bağlanabilir.

Doğal nişastanın (Hylon VII) son viskozitesi dışında tüm RVA değerleri, DN içeren nişasta türevlerinin değerlerinden, önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) düşük bulunmuştur. DN içeren nişasta türevlerinin ısıtma öncesi ve pik viskozite değerlerinin, doğal nişastadan yüksek olmasının, otoklavlamada uygulanan sıcaklık ve basıncın etkisi ile nişastanın yapısının kısmen bozulması sonucu çözünür nişastanın ortama geçmesi, asit veya enzim hidroliziyle de suda çözünmesinin kolaylaşmasından, kaynaklanmış olabileceği

düşünülmektedir. Bu nedenle, DN içeren nişasta türevlerinin RVA testinde su alması kolaylaşmış, viskozite değerlerinde (son viskozite hariç) artış görülmüştür. Bu sonuç, daha önce yapılmış farklı çalışmalardan elde edilmiş bulgularla benzerlik göstermektedir (Köksel ve ark. 2007, Köksel ve ark. 2008a, Köksel ve ark. 2008b, Öztürk ve ark. 2009, Öztürk ve ark. 2011). Ayrıca, 140°C’de otoklavlanan asit hidrolizli örneklerin viskozite değerleri, 145°C’de otoklavlanana göre yüksek bulunmuştur.

DN içeren nişasta türevlerinin tümünde, çirilenme başlangıç sıcaklıkları, doğal nişastaya göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) artmıştır. Bu durumun, örneklerde DN oluşumu sırasında, nişasta zincirlerinin yeniden düzenlenmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.5. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin viskozite özellikleri*

Örnek	Isıtma Öncesi Viskozite (cP)	Pik Viskozitesi (cP)	Karıştırmayla Viskozite Azalması (cP)	Son Viskozite (cP)	Çirilenme Başlangıç Sıcaklığı (°C)
Hylon VII	12±0.21 ^h	294±0.26 ^h	49±0.12 ^h	2905±0.79 ^a	88.5±0.72 ^b
AHDN-O140-B24	680±0.33 ^b	1357±0.91 ^b	75±0.36 ^f	2891±0.22 ^b	95±0.49 ^a
AHDN-O140-B48	410±0.66 ^d	1232±0.14 ^c	60±0.54 ^g	2298±0.87 ^d	95±0.71 ^a
AHDN-O140-B72	101±0.67 ^f	765±0.86 ^f	174±0.81 ^c	1294±0.84 ^f	95±0.21 ^a
AHDN-O145-B24	421±0.22 ^c	1485±0.74 ^a	200±0.89 ^b	2701±0.88 ^c	95±0.58 ^a
AHDN-O145-B48	233±0.16 ^e	1211±0.52 ^d	91±0.26 ^e	2112±0.92 ^e	95±0.56 ^a
AHDN-O145-B72	88±0.29 ^g	902±0.73 ^e	318±0.94 ^a	1166±0.51 ^g	95±0.50 ^a
EHDN	2138±0.44 ^a	504±0.57 ^g	141±1.23 ^d	980±0.87 ^h	95±0.46 ^a

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

4.1.6. Fonksiyonel özellikler

4.1.6.1. Çözünürlük ve su bağlama

Doğal nişasta ve DN içeren nişasta türevlerine ait çözünürlük ve su bağlama değerleri, Çizelge 4.6'da verilmiştir. Asit hidrolizi ile elde edilen örneklerin çözünürlük değerlerinin (%5.02-6.44), doğal nişastadan (%1.98) önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç, AHDN içeren nişasta türevlerinin, kullandıkları son ürünlerin çözünürlük özelliklerini arttırabileceğini göstermesi açısından önemlidir. 140°C'de otoklavlanan örneklerin çözünürlük değerleri, 145°C'de otoklavlananlara göre yüksek bulunmuş ve en yüksek çözünürlük değeri de (%6.44) AHDN-O140-B24 örneğinde tespit edilmiştir. Örneklere uygulanan bekletme sürelerindeki artış, çözünürlük değerlerinde az da olsa düşüşe neden olmuştur. Uygulanan her iki otoklavlama sıcaklığında da, en yüksek değer, 24 saat bekletme işlemi uygulanan örneklerde saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin çözünürlük ve su bağlama özellikleri*

Örnek	Su Bağlama (%)	Çözünürlük (%)
Hylon VII	145.26±0.21 ^g	1.98±0.17 ^f
AHDN-O140-B24	150.47±0.09 ^f	6.44±0.15 ^a
AHDN-O140-B48	173.55±0.28 ^d	5.82±0.19 ^b
AHDN-O140-B72	181.89±0.92 ^c	5.51±0.11 ^{bc}
AHDN-O145-B24	161.57±0.31 ^e	5.43±0.23 ^{bcd}
AHDN-O145-B48	182.03±0.11 ^c	5.20±0.15 ^{cd}
AHDN-O145-B72	190.11±0.23 ^b	5.02±0.09 ^d
EHDN	221.02±0.16 ^a	3.51±0.22 ^e

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

Asit hidrolizi ile elde edilen örneklerin su bağlama miktarları (%150.47-190.11), Hylon VII'den (%145.26) önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksektir. En yüksek su bağlama oranı

(%190.11), AHDN-O145-B72 örneğinde tespit edilmiştir. Otoklavlama sıcaklığının artmasıyla, doğru orantılı olarak, su bağlama miktarları da önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) artmıştır. Bu artışın nedeninin, otoklavlama sıcaklığının etkisiyle artan jelatinizasyon olabileceği düşünülmektedir. Bekletme süresindeki artış da su bağlama miktarını önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) arttırmıştır. Öztürk ve ark. (2011), farklı otoklavlama-bekletme döngüleri ve asit hidrolizi yöntemiyle elde ettikleri nişasta örneklerinin su bağlama kapasitelerini %132-176 arasında, çözünürlük değerlerini ise %0.87-1.29 arasında bulmuştur. Bu sonuçlar, mevcut çalışmanın sonuçları ile kıyaslandığında, DN içeren nişasta türevlerinin, her iki değerinin de, Öztürk ve ark. (2011) tarafından tespit edilenlere göre, daha yüksek olduğu görülmektedir.

Enzim hidrolizi ile üretilen örneğin çözünürlük değeri (%3.51) ise Hylon VII'den (%1.98) önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek, fakat asit hidrolizlilerden (%5.02-6.44) önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.6). EHDN örneğinin su bağlama oranı ise %221.02 bulunmuştur. Bu değer, Hylon VII (%145.26) ve AHDN örneklerinin (%150.47-190.11) su bağlama oranlarından önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksektir. Öztürk (2008) yaptığı bir çalışmada retrograde nişasta hidrolizatlarına pullulanaz enzim hidrolizi uygulamış ve çözünürlük değerini, %3.11, su bağlama miktarını ise %225 bulmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, Öztürk (2008) verilerine yakın bulunmuştur.

4.1.6.2. Emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi

Doğal nişasta (Hylon VII), AHDN ve EHDN örneklerinin emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi değerleri, Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Proteinler yaygın olarak emülsiyon oluşturucu ve stabilize edici ajan olarak kullanılmaktadır. Nişasta ise emülsiyon oluşturma yeteneğine sahip değildir ancak, diğer ajanların emülsiyon özelliklerini etkileyebilmektedir. Proteinler ve polisakkaritler arasındaki spesifik etkileşimler, mevcut polisakkarit miktar ve çeşitliliğine bağlı olarak, emülsiyon karakteristiklerini ve reolojik özelliklerini geliştirebilmekte ya da bozabilmektedir (Herceg ve ark. 2007, Öztürk 2008). Bu nedenle, doğal nişasta

(Hylon VII), AHDN ve EHDN örneklerinin, albümin proteininin oluşturduğu emülsiyona, etkisi incelenmiştir. Albümin çözeltisinin (%0.05'lik) emülsiyon kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi değerleri sırasıyla %20.96 ve %16.28 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Hylon VII ve DN içeren nişasta türevlerinin emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi*

Örnek	Emülsiyon Kapasitesi (%)	Emülsiyon Stabilitesi (%)
	0.5 g örnek+protein	0.5 g örnek+protein
Albumin	20.96±0.42 ^c	16.28±0.51 ^h
Hylon VII	21.19±0.22 ^c	20.35±0.27 ^g
AHDN-O140-B24	52.19±0.26 ^b	40.14±0.13 ^e
AHDN-O140-B48	51.85±1.84 ^b	41.23±0.25 ^d
AHDN-O140-B72	51.14±0.13 ^b	42.57±0.13 ^c
AHDN-O145-B24	56.13±0.22 ^a	42.74±0.18 ^c
AHDN-O145-B48	55.62±0.18 ^a	44.12±0.27 ^b
AHDN-O145-B72	53.75±0.22 ^a	45.91±0.16 ^a
EHDN	51.27±0.51 ^b	38.82±0.31 ^f

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

Hylon VII ilavesi, albümin çözeltisinin emülsiyon kapasitesi (%21.19) ve emülsiyon stabilitesi (%20.35) değerini artırmıştır. Albumin çözeltisine, DN içeren nişasta türevleri ilave edildiğinde ise emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi değerlerinde, istatistiki olarak önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) artış kaydedilmiştir. Albumin çözeltisine ilave edilmiş olan AHDN ve EHDN örnekleri, emülsiyon kapasitesinde Hylon VII'ye göre iki katından fazla artış sağlamıştır. Buna göre, DN içeren nişasta türevlerinin, albüminin emülsiyon kapasitesini ve stabilitesini olumlu yönde etkileyerek, iyileştirdiği görülmektedir. En yüksek emülsiyon kapasitesi (%56.13) AHDN-O145-B24 örneğinde gözlenirken, en düşük değer ise (%51.14) AHDN-O140-B72 örneğinde belirlenmiştir. Emülsiyon stabilitesinde en yüksek değer (%45.91) AHDN-O145-B72'de, en düşük değer (%40.14) AHDN-O140-B24 örneğinde tespit edilmiştir. Bekletme (retrogradasyon) sürelerindeki artış, emülsiyon kapasitesinde az da olsa düşüşe neden olurken, emülsiyon stabilitesinde önemli artış sağlamıştır (Çizelge 4.7).

Albümin çözeltisine EHDN ilave edildiğinde, emülsiyon kapasitesi (%51.27) ve emülsiyon stabilitesi (%38.82), Hylon VII ilavesiyle elde edilen değerden önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur. Enzim hidrolizli DN içeren nişasta türevinin, albümin çözeltisinin emülsiyon kapasitesini ve stabilitesini yükseltmiş olması, olumlu bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Öztürk ve ark. (2009) yaptıkları bir çalışmada tam tersi sonuç elde etmişler, albumin çözeltisine, otoklavlanmış ve pullulanaz hidrolizi uygulanmış nişasta ilavesinin, emülsiyon kapasite ve stabilite değerlerini düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

4.2. Erişte Örneklerinin Kalite Karakteristikleri

4.2.1. Kurutulmuş erişte örneklerinin kimyasal bileşimleri

Eriştelere nem miktarı önemli kalite kriterlerinden biri olup, kurutma işleminin tam yapılıp yapılmadığı, hakkında bilgi vermektedir. Kontrol ve DN ilaveli eriştelere ait nem miktarları, Çizelge 4.8'de verilmiştir. Eriştelere ait nem değerleri %3.39-7.21 arasında değişmiştir. En düşük nem miktarı (%3.39) AHDN-O140-B24-15 örneğinde bulunurken, en yüksek değer ise AHDN-O145-B72-5 örneğinde tespit edilmiştir. Tüm erişte örneklerinin nem miktarları, TS 12950 Erişte Standardında (Anonim 2003) bildirilen %13 maksimum nem sınırından düşük ve standarda uygun bulunmuştur. Bu veriler, kurutmanın iyi yapıldığını, formülasyonun standartlara uygun olduğunu ortaya koymaktadır.

Eriştelere ait kül miktarları, %1.03-2.89 arasında değişmiştir (Çizelge 4.8). Kül miktarının EHDN-15 ve AHDN-O145-B72-15 eriştelere ait örneklerinde en düşük (%1.03), AHDN-O145-B48-5 örneğinde ise en yüksek (%2.89) olduğu belirlenmiştir. EHDN ilaveli erişte örneklerinin, AHDN katkılarına (AHDN-O145-B72 eriştelere hariç) göre, önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) daha düşük kül miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. 140°C'de otoklavlanan AHDN içeren nişasta türevlerinin kullanıldığı eriştelere ait kül miktarlarının, 145°C'de otoklavlanandan elde edilenlere göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Özkaya ve ark. (2001) geleneksel yöntemlerle ürettikleri Türk tipi eriştelere ait kül

miktarlarını, % 2.20-2.68 arasında belirlemiştir. Bir başka çalışmada ise nohut unu ilave edilerek üretilen eriştelerin kül miktarları, %1.65-1.98 arasında değişmiştir (Demir 2008). Bu değerler, mevcut çalışmamızda elde edilen sonuçlarla, benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.8. Eriştelerin kimyasal özellikleri*

Örnek	Nem	Kül	Protein
Kontrol	5.85±0.39 ^g	1.83±0.05 ^f	10.69±0.32 ^a
AHDN-O140-B24-5	4.70±0.37 ^{lm}	1.96±0.43 ^e	10.16±0.54 ^{cd}
AHDN-O140-B24-10	4.52±0.13 ⁿ	1.66±0.07 ^h	10.00±0.30 ^{de}
AHDN-O140-B24-15	3.39±0.05 ^r	1.55±0.03 ⁱ	9.55±0.05 ^{gh}
AHDN-O140-B48-5	5.66±0.59 ^h	1.73±0.09 ^g	10.12±0.38 ^{cd}
AHDN-O140-B48-10	4.41±0.93 ^o	1.59±0.05 ⁱ	9.99±0.04 ^{de}
AHDN-O140-B48-15	4.22±0.28 ^p	1.42±0.02 ^j	9.83±0.55 ^{ef}
AHDN-O140-B72-5	5.24±0.03 ^j	1.73±0.05 ^g	10.66±0.00 ^a
AHDN-O140-B72-10	5.15±0.68 ^{jk}	1.55±0.03 ⁱ	9.89±0.05 ^e
AHDN-O140-B72-15	5.10±0.25 ^k	1.39±0.01 ^j	9.37±0.05 ^h
AHDN-O145-B24-5	6.21±0.20 ^e	2.79±0.55 ^b	10.42±0.07 ^b
AHDN-O145-B24-10	5.60±0.23 ^{hi}	2.48±0.39 ^c	9.86±0.11 ^e
AHDN-O145-B24-15	5.51±0.12 ⁱ	2.08±0.96 ^d	9.59±0.01 ^g
AHDN-O145-B48-5	5.06±0.01 ^k	2.89±0.02 ^a	10.59±0.07 ^a
AHDN-O145-B48-10	4.80±0.21 ^l	2.72±0.19 ^b	10.21±0.03 ^c
AHDN-O145-B48-15	4.65±0.76 ^m	1.66±0.79 ^h	9.69±0.00 ^g
AHDN-O145-B72-5	7.21±0.54 ^a	1.10±0.15 ^k	10.39±0.38 ^b
AHDN-O145-B72-10	7.04±0.12 ^b	1.10±0.04 ^k	9.39±0.06 ^h
AHDN-O145-B72-15	6.40±0.06 ^c	1.03±0.05 ^l	9.35±0.14 ^h
EHDN-5	6.31±0.03 ^d	1.07±0.04 ^{kl}	10.64±0.01 ^a
EHDN-10	6.10±0.37 ^{ef}	1.06±0.05 ^{kl}	10.27±0.08 ^{bc}
EHDN-15	6.08±0.14 ^f	1.03±0.05 ^l	9.78±0.25 ^{ef}

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

DN ilavesi ile üretilen eriştelerin protein miktarları %9.35-10.66 arasında belirlenmiştir. En yüksek protein miktarı (%10.69) kontrol örneğinde, en düşük miktar (%9.35) ise AHDN-O145-B72-15 örneğinde bulunmuştur. İlave edilen DN miktarlarının artmasıyla, protein miktarı önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) azalmıştır. Bunun, ilave edilen DN türevlerinin protein içermemesinden kaynaklanmış olabileceği düşünölmektedir. Erişteye kayısı çekirdeği unu ilavesi ile yapılan bir çalışmada eriştelerin protein oranı %12.0-14.5 arasında (Eyidemir 2006) tespit edilirken, bir diğer çalışmada nohut unu ilaveli eriştede %16.04-17.20 arasında protein saptanmıştır (Lee ve ark. 1998).

4.2.2. Kurutulmuş erişte örneklerinin termal özellikleri

Kurutulmuş erişte örneklerinin bileşimlerindeki nişastanın çift kırınım özelliğinin kaybolmaya başladığı sıcaklık (T_o), çift kırınım özelliğinin tamamen kaybolduğu sıcaklık (T_p) ve düzenli bir halden düzensiz bir hale geçmek için gerekli olan termal geçiş enerjisi (ΔH) değerleri, Çizelge 4.9’da verilmiştir.

DN içeren nişasta türevlerinin ilave edildiği tüm eriştelerin T_o (60.08-62.88°C) ve T_p değerleri (66.50-69.86°C), kontrole (T_o : 59.77°C, T_p : 66.42°C) göre önemsiz de olsa artış göstermiştir. En yüksek T_o (62.88 °C) ve T_p (69.86°C) değerleri, EHDN15 örneğinde tespit edilmiştir. İlave edilen DN oranı arttıkça, T_o ve T_p değerleri, artış göstermiştir. Bu sonuçlar, Sözer (2006)’in yaptığı Tip 3 DN ilaveli spagetti denemelerinde elde edilmiş sonuçlarla, benzerlik göstermektedir.

DSC analizi, nişasta jelatinizasyonunu ve retrogradasyonunu modelleyen bir analizdir. Nişasta granölü, amiloz ve amilopektin olmak üzere iki fraksiyondan oluşmaktadır. Dallanmış amilopektin zincirlerinden oluşan kümelerde, kristalin bölgeler mevcuttur. Amiloz ise düz zincir yapıda olup, çoğunlukla amorf formdadır (Bemiller 2007). Doğal nişasta granölü kısmen kristalin yapıda bir polimer sistemdir, ancak su varlığında jelatinizasyon sıcaklığının üstüne ısıtıldığında, granöldeki kısmi kristalin yapı, amorf forma dönüşür yani moleküler dizilimi bozulur ve kristalitesini (çift kırınım özelliğini) geri dönüşümsüz olarak kaybeder, buna ”jelatinizasyon” denir. Jelatinizasyon sıcaklığı, nişasta tipi için karakteristiktir (Atwell ve ark. 1988, Yuan ve ark. 1993, Eerlingen ve Delcour 1995).

Çizelge 4.9. Eriştelerin termal özellikleri

Örnek	T _o (°C)	T _p (°C)	ΔH(J/g)
Kontrol	59.77±0.17 ^b	66.42±0.22 ^c	5.26±0.56 ^a
AHDN-O140-B24-5	60.13±0.03 ^b	66.96±0.26 ^c	5.10±0.05 ^b
AHDN-O140-B24-10	60.58±0.28 ^{ab}	67.04±0.54 ^c	4.95±0.11 ^c
AHDN-O140-B24-15	61.52±0.32 ^{ab}	67.73±0.33 ^{abc}	4.95±0.01 ^c
AHDN-O140-B48-5	61.05±0.01 ^{ab}	67.61±0.21 ^{bc}	4.89±0.25 ^{cd}
AHDN-O140-B48-10	61.46±0.25 ^{ab}	67.67±0.37 ^{abc}	4.80±0.52 ^d
AHDN-O140-B48-15	61.85±0.32 ^{ab}	67.95±0.22 ^{abc}	4.69±0.13 ^{de}
AHDN-O140-B72-5	60.08±0.38 ^b	66.50±0.18 ^c	4.66±0.27 ^{ef}
AHDN-O140-B72-10	60.57±0.17 ^{ab}	67.00±1.25 ^c	4.55±0.37 ^f
AHDN-O140-B72-15	61.14±0.12 ^{ab}	67.25±0.55 ^{bc}	4.29±0.06 ^g
AHDN-O145-B24-5	61.02±0.25 ^{ab}	67.41±0.21 ^{bc}	3.92±0.57 ^h
AHDN-O145-B24-10	61.91±0.37 ^{ab}	68.29±0.69 ^{abc}	3.86±0.12 ^{hi}
AHDN-O145-B24-15	62.86±0.26 ^a	69.35±0.57 ^{ab}	3.78±0.58 ^{ij}
AHDN-O145-B48-5	60.40±0.42 ^b	66.84±0.04 ^c	3.77±0.02 ^{ij}
AHDN-O145-B48-10	61.42±0.18 ^{ab}	67.60±0.20 ^{bc}	3.72±0.32 ^j
AHDN-O145-B48-15	62.40±0.23 ^a	68.65±0.18 ^{ab}	3.67±0.28 ^{jk}
AHDN-O145-B72-5	60.49±0.59 ^b	67.05±0.55 ^c	3.55±0.08 ^k
AHDN-O145-B72-10	60.88±0.32 ^{ab}	68.15±0.25 ^{abc}	3.41±0.12 ^l
AHDN-O145-B72-15	61.25±0.55 ^{ab}	69.25±0.13 ^{ab}	3.39±0.05 ^{lm}
EHDN-5	60.97±0.37 ^{ab}	68.00±0.38 ^{abc}	3.78±0.58 ^{ij}
EHDN-10	61.96±0.26 ^{ab}	68.44±0.14 ^{abc}	3.41±0.12 ^l
EHDN-15	62.88±0.38 ^a	69.86±0.36 ^a	3.32±0.25 ^{lm}

T_o: Başlangıç sıcaklığı, T_p: Pik sıcaklığı, ΔH: Termal geçiş enerjisi

**LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır(p≤0.05).*

Jelatinizasyon sırasında; granül şişer, öncelikli olarak amiloz çözüner ve kristalitler erir (Atwell ve ark. 1988). Bunu takiben nişasta çirişinin soğutulması, ikili helikslerin oluşumu ile sonuçlanmaktadır. Oluşan bu ikili heliksler ise kısa sürede, stabil amiloz kristalitlerini (erime sıcaklığı 150°C) meydana getirmektedir. Sonraki aşamada ise

amilopektin yan zincirlerinin kristalizasyonu sonucu, retrograde amilopektin oluşmaktadır. Retrograde amilopektin kristallerinin erime sıcaklığı 55°C'dir (Eerlingen ve Delcour 1995) ve bunlar aside karşı oldukça kararsızdır. Retrograde amilopektin kristalitlerinin daha düşük erime sıcaklığına (55°C) sahip olması ve aside karşı kararsız yapıda olması, kısa zincirlere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Retrograde amilopektin, DSC ile kolaylıkla analiz edilebilirken, amiloz kristalitlerinin DSC ile analizi, onların yüksek erime sıcaklığından (150°C) dolayı, zordur (Mestres ve ark. 1988). Amilopektin kristalitlerinin tersine, yüksek erime sıcaklığına sahip (150°C) daha uzun zincirli amiloz kristalitleri, asit hidrolizine karşı da dirençlidir. Yani, aside karşı kararsız olan B-tip kristalitler, retrograde amilopektinden, aside dirençli B-tip kristalitler ise amilozdan oluşmaktadır. Bundan dolayı retrograde amilopektinden türeyen B-tip kristalitler, asit hidrolizine karşı gösterdikleri duyarlılıkların ve DSC karakteristiklerinin farklı olması sayesinde, amilozdan türeyen kristalitlerden ayırt edilebilmektedir (Morrison ve ark. 1993).

Nişastanın DSC erime endotermi, nişastadaki kristalin yapıları eritmek için gerekli sıcaklık kadar entalpi sağlar (Durrani ve Donald 1995). Erime entalpisi (ΔH) sıklıkla nişasta kristalitlerinin (ikili ya da tekli heliks yapıların) miktarı ile pozitif ilişkilidir (Liu ve ark. 2006). Başlangıç sıcaklığı (T_o), en az stabil kristalitlerin erime sıcaklığını temsil ederken, pik sıcaklığı (T_p) nişasta kristalitlerinin çoğunluğunun erime sıcaklığını göstermektedir (Biliaderis 1992). Daha yüksek erime sıcaklığı, daha stabil ve yeknesak kristalitlerin varlığına işaret etmektedir (Durrani ve Donald 1995).

Mevcut çalışmada, DN içeren nişasta türevlerinin ilave edildiği tüm eriştelere T_o (60.08-62.88°C) ve T_p değerleri (66.50-69.86°C), amiloz kristalitlerinin erime sıcaklığından (150°C) düşük bulunmuştur. Yukarıda da belirtildiği gibi, retrograde amilopektinden türeyen kristalitler ise 55°C'de erimektedir. DN içeren nişasta türevlerinin ilave edildiği erişte örneklerinin jelatinizasyon piki, bu sıcaklığın üstünde bulunmuştur. Bu durum, gözlenen dönüşümün, retrograde amilopektinin parçalanmasından kaynaklanabileceğini akla getirmektedir.

DN içeren nişasta türevi ilaveli tüm eriştelerin termal geçiş enerjisi (ΔH) değerleri (5.10-3.32 J/g), kontrole (5.26 J/g) göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) düşük bulunmuştur. Kontrolden sonra en yüksek ΔH değeri (5.10 J/g) AHDN-O140-B24-5 örneğinde tespit edilmiştir. DN ilave oranındaki artışa paralel olarak, ΔH değerleri, bazılarında önemsiz de olsa, tümünde azalmıştır. 140°C'de otoklavlanan AHDN içeren nişasta türevlerinin kullanıldığı eriştelerin ΔH değerlerinin, 145°C'de otoklavlanmışlardan elde edilenlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. EHDN içeren nişasta türevlerinin kullanıldığı erişte örneklerinde ise en düşük (3.32-3.78 J/g) ΔH değerleri elde edilmiştir. Değişik oranlarda DN (%5 ve %15) katkılı spagetti üzerine yapılmış bir çalışmada, termal geçiş enerjisi değerleri (sırasıyla, 2.34 ve 2.70 J/g), mevcut çalışmamızdaki değerlerden düşük bulunmuştur (Sözer ve ark. 2008). Yeo ve Seib (2000) tarafından yapılmış bir başka çalışmada ise spagetti bileşimine DN ve kepek ilavesi ile üretilen eriştelelerde DSC analizi yapılmış ve nişastanın düzenli yapısının bozulmasının, retrograde amilopektinin yapısının bozulması ile ilişkili olabileceği tespit edilmiştir. İşleme sırasında kristalitesini kaybetmiş olduğundan, DN içeren spagetti örneklerinin entalpi değerleri, kontrol ve kepek içeren spagetti örneklerinden daha düşük bulunmuştur (Yeo ve Seib 2000). Sözer (2006), %5 ve 15 DN ilaveli spagettilerin jelatinizasyonunun, kontrole göre daha hızlı gerçekleştiğini bildirmiştir.

4.2.3. Kurutulmuş erişte örneklerinin dirençli nişasta miktarları

Eriştelerin DN oranları, Çizelge 4.10'da verilmiştir. Nişasta türevi ilaveli tüm eriştelerin DN miktarları (%0.62-18.65), kontrole (%0.38) göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur. DN türevi ilave oranı arttıkça, eriştelerin DN miktarları da istatistiki olarak ($p \leq 0.05$) önemli düzeyde artış göstermiştir.

Asit hidrolizli DN türevi ilaveli eriştelelerde, otoklavlama sıcaklığının etkileri incelendiğinde; 145°C'de otoklavlanan DN içeren nişasta türevlerinin ilave edildiği eriştelerin DN miktarları, 140°C'de otoklavlanana göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek çıkmıştır. Bekletme (retrogradasyon) sürelerinin 24 saatten 72 saate uzatılması ile elde edilen DN türevlerinin kullanıldığı eriştelelerde de, DN miktarlarında istatistiki olarak önemli artışlar ($p \leq 0.05$) kaydedilmiştir.

Çizelge 4.10. Kuru eriştelerin dirençli nişasta miktarları*

Örnek	DN(%)
Kontrol	0.38±0.06 ^y
AHDN-O140-B24-5	0.62±0.12 ^v
AHDN-O140-B24-10	3.25±0.17 ^p
AHDN-O140-B24-15	5.46±0.23 ^k
AHDN-O140-B48-5	1.17±0.17 ^u
AHDN-O140-B48-10	4.90±0.25 ⁿ
AHDN-O140-B48-15	6.95±0.03 ^h
AHDN-O140-B72-5	1.62±0.12 ^t
AHDN-O140-B72-10	5.01±0.23 ^m
AHDN-O140-B72-15	7.39±0.12 ^g
AHDN-O145-B24-5	2.62±0.22 ^s
AHDN-O145-B24-10	6.40±0.33 ^j
AHDN-O145-B24-15	8.75±0.26 ^e
AHDN-O145-B48-5	3.07±0.27 ^r
AHDN-O145-B48-10	6.77±0.26 ⁱ
AHDN-O145-B48-15	9.40±0.22 ^d
AHDN-O145-B72-5	3.53±0.03 ^o
AHDN-O145-B72-10	8.37±0.21 ^f
AHDN-O145-B72-15	10.91±0.17 ^c
EHDN-5	5.40±0.34 ^l
EHDN-10	11.31±0.19 ^b
EHDN-15	18.65±0.13 ^a

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır($p \leq 0.05$).

EHDN içeren nişasta türevlerinin kullanıldığı erişte örneklerinin DN içerikleri ise (%5.40-18.65) en yüksek bulunmuştur.

4.2.4. Kurutulmuş erişte örneklerinin renk değerleri

Eriştenin rengi ve parlak görünüşü, tüketici tercihleri açısından, önemli bir kalite kriterleridir (Lee ve ark. 2002, Özkaya ve ark 2004). Beyaz, tuzlu Japon eriştelerinin kremi beyaz renkte olması arzu edilmektedir. Ayrıca eriştelerde hiç leke olmamalı ya da minimum düzeyde olmalıdır (Nagao 1996). TS 12950 Erişte Standardı'nda ise tuzlu eriştelerin beyaz ya da kremi beyaz renkte olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2003). Kuru erişte örneklerinin L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerleri, Çizelge 4.11 ve Şekil 4.1'de verilmiştir. DN içeren nişasta türevlerinin kullanıldığı eriştelerin L^* değerleri (88.27-90.09), kontrole (87.38) göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur. L^* değerindeki artış, rengin açıldığını ve parlaklığın arttığını göstermektedir. En yüksek L^* değerleri (89.98-90.09) EHDN ilaveli eriştelerde ölçülürken, bunu 140°C'de otoklavlama yöntemi ile elde edilmiş asit hidrolizli DN içeren nişasta türevlerinin kullanıldığı erişteler (88.46-89.97) izlemiştir. Asit hidrolizli örneklerde, otoklavlama sıcaklığının etkileri incelendiğinde; 145°C'de otoklavlanan DN içeren nişasta türevlerinin ilave edildiği eriştelerin L^* değerleri (88.27-88.65), 140°C'de otoklavlananlara göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) düşük bulunmuştur. Özkaya ve ark. (2001) geleneksel yöntemlerle, yumuşak, sert ve durum buğdayı kullanarak ürettikleri Türk tipi eriştelerin L^* değerlerini 83.0-90.0 arasında tespit etmiştir. Bir başka çalışmada ise nohut unu ilaveli eriştelerin L^* değerleri 82.30-84.91 arasında bulunmuştur. Eydemir (2006) ise kayısı çekirdeği unu ilave edilen eriştelerin L^* değerlerini 86.61-88.96 arasında belirlemiştir. Mevcut alışmamızda elde edilen değerler, bu çalışmalarda elde edilenlerle, benzerlik göstermektedir.

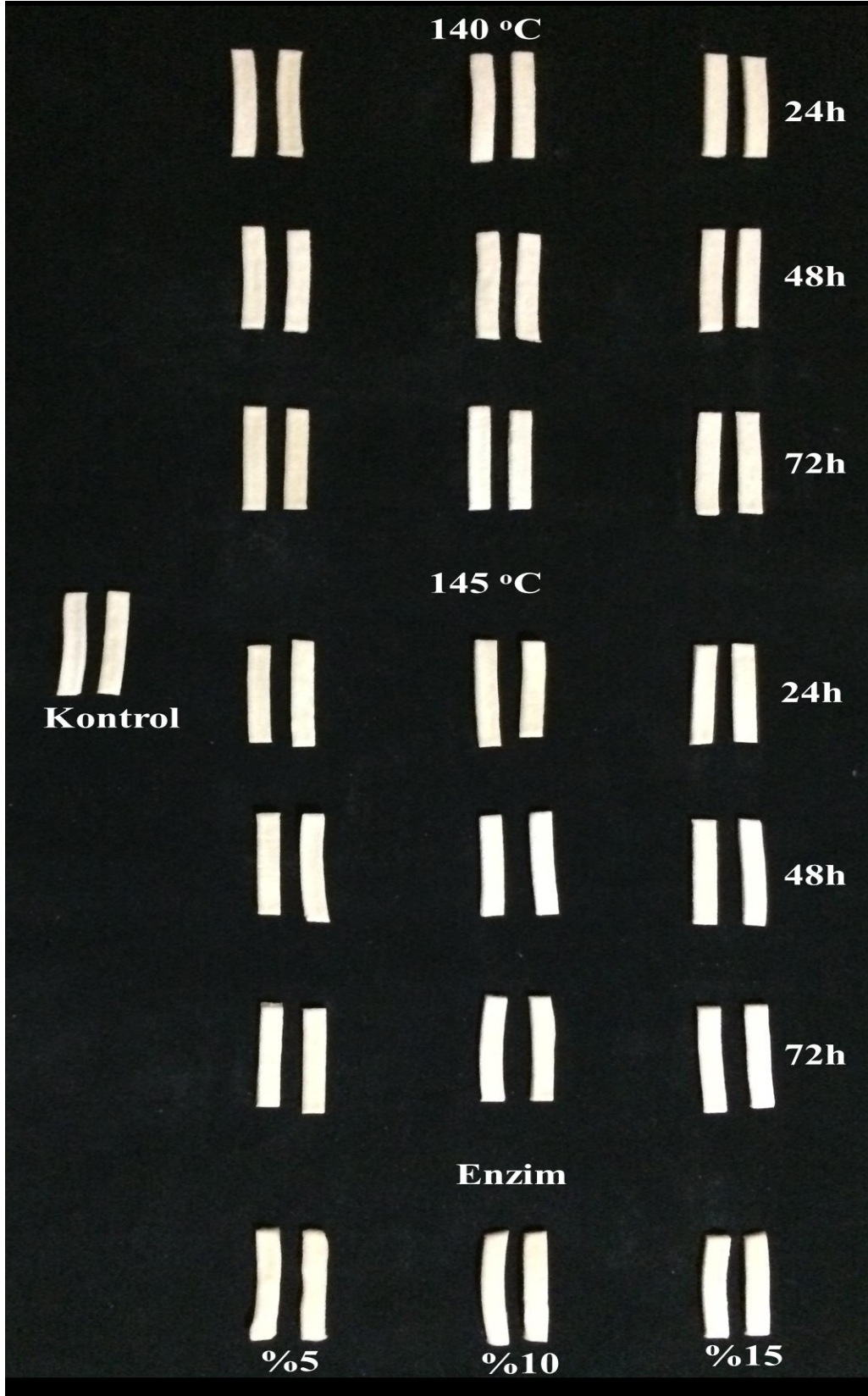
Eriştelerin a^* (kırmızılık/yeşillik) değerleri incelendiğinde, en yüksek değer (1.19) kontrol eriştesinde elde edilirken, en düşük değerler (-0.05 ile -0.04 arasında), EHDN ilaveli eriştelerde elde edilmiştir. Asit hidrolizli örneklerde, otoklavlama sıcaklığının etkileri incelendiğinde; 140°C'de otoklavlanan DN içeren nişasta türevlerinin ilave edildiği eriştelerin a^* değerleri (-0.01 ile -0.03 arasında), 145°C'de otoklavlananlara (0.01-0.09) göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) düşük bulunmuştur. Yapılan değişik çalışmalarda a^* değerleri; yumuşak, sert ve durum buğdayı kullanılarak geleneksel yöntemlerle üretilen Türk tipi eriştelerde -0.33-1.44 (Özkaya ve ark. 2001), kayısı

çekirdeği unu ilaveli eriştelelerde -2.20-1.70 (Eyidemir 2006), nohut ilavesi ile üretilen eriştelelerde -0.42-0.19 (Demir 2008) ve yulaf unlu eriştelelerde ise 0.09-0.84 (Aydın 2009) arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Kuru eriştelelerin renk değerleri*

Örnek	Renk		
	L^*	a^*	b^*
Kontrol	87.38±1.85 ^l	1.19±0.03 ^a	15.41±0.02 ^a
AHDN-O140-B24-5	88.46±0.70 ^{hij}	-0.01±0.03 ^{def}	12.76±0.08 ^{cd}
AHDN-O140-B24-10	88.52±0.65 ^{ghi}	-0.01±0.06 ^{def}	12.83±0.05 ^c
AHDN-O140-B24-15	89.54±0.89 ^f	-0.01±0.02 ^{def}	12.86±0.05 ^c
AHDN-O140-B48-5	89.68±0.56 ^{ef}	-0.02±0.02 ^{ef}	13.13±0.05 ^b
AHDN-O140-B48-10	89.74±0.56 ^{de}	-0.02±0.01 ^{ef}	13.14±0.08 ^b
AHDN-O140-B48-15	89.74±1.23 ^{de}	-0.02±0.01 ^{ef}	13.14±0.06 ^b
AHDN-O140-B72-5	89.88±0.02 ^{cd}	-0.02±0.03 ^{ef}	13.13±0.09 ^b
AHDN-O140-B72-10	89.96±1.05 ^{abc}	-0.03±0.01 ^{ef}	13.16±0.40 ^b
AHDN-O140-B72-15	89.97±1.23 ^{abc}	-0.03±0.04 ^{ef}	13.17±0.45 ^b
AHDN-O145-B24-5	88.27±0.50 ^k	0.08±0.02 ^b	13.14±0.09 ^b
AHDN-O145-B24-10	88.32±0.24 ^{jk}	0.08±0.05 ^b	13.15±0.04 ^b
AHDN-O145-B24-15	88.38±0.04 ^{ijk}	0.09±0.04 ^b	13.15±0.09 ^b
AHDN-O145-B48-5	88.44±0.20 ^{hij}	0.03±0.02 ^{bcd}	13.17±0.27 ^b
AHDN-O145-B48-10	88.56±0.23 ^{gh}	0.05±0.02 ^{bcd}	13.17±0.27 ^b
AHDN-O145-B48-15	88.58±0.19 ^{gh}	0.06±0.01 ^{bc}	13.19±0.34 ^b
AHDN-O145-B72-5	88.56±0.17 ^{gh}	0.01±0.05 ^{cdef}	13.17±0.03 ^b
AHDN-O145-B72-10	88.65±0.42 ^g	0.03±0.01 ^{bcd}	13.20±0.07 ^b
AHDN-O145-B72-15	88.65±0.24 ^g	0.05±0.01 ^{bcd}	13.22±0.34 ^b
EHDN-5	89.98±1.15 ^{abc}	-0.04±0.04 ^f	12.48±0.01 ^e
EHDN-10	90.05±0.78 ^{ab}	-0.04±0.04 ^f	12.56±0.32 ^{de}
EHDN-15	90.09±1.32 ^a	-0.05±0.01 ^f	12.56±0.05 ^{de}

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).



Şekil 4.1. Kuru eriştelerin renk değerleri

Kontrol örneğinde b^* değeri en yüksek (15.41) bulunmuş ve DN içeren nişasta türevlerinin ilavesi ile önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) azalma tespit edilmiştir. Kontrol örneğini takiben en yüksek b^* değerleri (13.14-13.22), 145°C'de otoklavlanan asit hidrolizli DN içeren nişasta türevlerinin kullanıldığı eriştelere saptanmıştır, bunu 140°C'de otoklavlanmış DN içeren nişasta türevleri ilaveli eriştelere (12.76-13.17) izlemiştir. En düşük b^* değerleri (12.48-12.56) ise EHDN ilaveli eriştelere tespit edilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda; kayısı çekirdeği unu, nohut unu ve yulaf unu kullanılan eriştelere b^* değerleri, sırasıyla; 15.27-18.16; 10.96-15.37 ve 12.41-16.70 bulunmuştur (Eyidemiir 2006, Demir 2008, Aydın 2009).

DN içeren nişasta türevlerinin kullanımı ile eriştelere L^* değerleri artarken, a^* ve b^* değerleri azalmıştır. Rengi, buğday ununa göre, daha beyaz olan DN içeren nişasta türevleri, erişte renginin, sadece buğday unu kullanılan kontrol örneğine göre, daha beyaz ve parlak olmasını sağlamıştır. En açık renk, EHDN ilaveli erişte örneklerinde elde edilmiştir.

4.2.5. Kurutulmuş erişte örneklerinin sertlik değerleri

Kuru eriştelere, depolanma sırasında kırılmaya karşı dayanıklı bir tekstüre sahip olması arzu edilmektedir (Hou ve Kruk 1998). Kuru erişte örneklerinde ölçülen sertlik değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Kontrol örneğinin sertliği en düşük (1.10 N) bulunmuş ve DN içeren nişasta türevlerinin ilavesiyle (AHDN-O140-B24-5 hariç), eriştelere sertlik değerleri istatistiki olarak önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) artmıştır. DN içeren nişasta türevlerinin ilave oranlarındaki artış da kuru eriştelere sertlik değerlerinde önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) artışa neden olmuştur.

DN ilaveli eriştelere en yüksek değer (2.22 N) AHDN-O145-B72-15 nolu örnekte, en düşük değer (1.16 N) ise AHDN-O140-B24-5 örneğinde saptanmıştır. 145°C'de otoklavlanan DN içeren nişasta türevlerinin ilave edildiği eriştelere sertlik değerleri (1.26-2.22 N), 140°C'de otoklavlanana (1.16-1.85 N) göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur. DN içeren nişasta türevi eldesinde uygulanan asit hidrolizindeki bekletme (retrogradasyon) sürelerinin 24 saatten 72 saate uzatılması da, erişte

örneklerinin sertlik değerlerinde, istatistiki olarak önemli artışlar ($p \leq 0.05$) sağlamıştır. Özetle, DN içeren nişasta türevlerinin ilavesi, kuru eriştelerin kırılmaya karşı direncini kontrole göre artırmıştır.

Çizelge 4.12. Kuru eriştelerin sertlik değerleri

Örnek	Sertlik (N)
Kontrol	1.10±0.02 ^m
AHDN-O140-B24-5	1.16±0.07 ^m
AHDN-O140-B24-10	1.31±0.02 ^{kl}
AHDN-O140-B24-15	1.50±0.12 ⁱ
AHDN-O140-B48-5	1.22±0.06 ^l
AHDN-O140-B48-10	1.41±0.05 ^j
AHDN-O140-B48-15	1.51±0.11 ^{hi}
AHDN-O140-B72-5	1.34±0.01 ^k
AHDN-O140-B72-10	1.67±0.32 ^f
AHDN-O140-B72-15	1.85±0.07 ^d
AHDN-O145-B24-5	1.26±0.23 ^l
AHDN-O145-B24-10	1.49±0.07 ⁱ
AHDN-O145-B24-15	1.71±0.14 ^f
AHDN-O145-B48-5	1.35±0.08 ^{jk}
AHDN-O145-B48-10	1.72±0.13 ^{ef}
AHDN-O145-B48-15	2.15±0.10 ^b
AHDN-O145-B72-5	1.57±0.27 ^{gh}
AHDN-O145-B72-10	1.97±0.15 ^c
AHDN-O145-B72-15	2.22±0.02 ^a
EHDN-5	1.33±0.05 ^k
EHDN-10	1.60±0.27 ^g
EHDN-15	1.78±0.08 ^e

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

4.2.6. Kurutulmuş eriştelere ait duyuusal analiz sonuçları

Erişteler için duyuusal analiz çok önemlidir ve oldukça sık kullanılır (Kruger 1996). Zenginleştirme sırasında ilave edilecek maddeler, gıdanın duyuusal özelliklerinde hiçbir değişiklik yapmamalı ya da alışılmış olan duyuusal özelliklerinde az değişiklik yapmalıdır ve tüketiciler alışkanlıklarına ters düşmemelidir (Topgl 1996).

Kuru erişte örneklerinin duyuusal özellikleri, izelge 4.13’de verilmiştir. Tuzlu eriştelerin renklerinin beyaz veya kremsi beyaz olması istenmektedir (Hou ve Kruk 1998). En düşük renk puanını (6.54) kontrol rneği almıştır. DN içeren nişasta türevlerinin kullanımı ile eriştelerin renk puanları önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yükselmiştir. DN içeren nişasta türevlerinin rengi, buğday ununa göre daha beyaz olduğundan, DN ilaveli eriştelerde daha açık renkli ve arzu edilebilir özellikte olmuştur. En iyi renk puanları (8.46-8.77), EHDN ilaveli erişte örneklerinde elde edilmiştir.

Eriştelerin pürüzsüz, parlak bir yüze ve kare kenarlara (yuvarlanmış kenar yerine) sahip olması gerekmektedir (Nagao 1996). atlaklık, yüzey düzgünlüğü, görünüş ve genel beğeni açısından, DN içeren nişasta türevlerinin kullanımı ile eriştelerin puanları önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yükselmiştir. En yüksek puanları AHDN-O145-B72-15 nolu örnek alırken, en az beğenilen erişte ise kontrol rneği olmuştur. Genel olarak, 145°C’de otoklavlanan DN içeren nişasta türevlerinin ilave edildiği erişteler, 140°C’de otoklavlananların kullanıldığı eriştelere göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek puan almıştır. Bekletme (retrogradasyon) süreleri 24 saatten 72 saate uzatılmış olan nişasta türevlerinin eriştelerde kullanımı da, puanlarda artış sağlamıştır.

Çizelge 4.13. Kuru eriştelerin duyuşal özellikleri*

Örnek	Renk	Çatlaklık	Yüzey Düzgünlüğü	Görünüş	Genel Beğeni
Kontrol	6.54±0.14 ^k	7.54±0.26 ^e	6.92±0.18 ^h	6.54±0.04 ^h	6.54±0.04 ^g
AHDN-O140-B24-5	7.65±0.12 ^{gh}	7.92±0.17 ^{bcde}	7.54±0.46 ^g	6.92±0.08 ^g	7.54±0.34 ^f
AHDN-O140-B24-10	7.72±0.27 ^{efg}	8.00±0.05 ^{bcd}	8.08±0.08 ^{cde}	7.54±0.27 ^f	7.77±0.27 ^{ef}
AHDN-O140-B24-15	7.84±0.04 ^{cdef}	8.15±0.37 ^{abc}	8.23±0.22 ^{bc}	7.54±0.24 ^f	8.00±0.18 ^{cde}
AHDN-O140-B48-5	7.69±0.23 ^{fgh}	8.00±0.25 ^{bcd}	7.92±0.17 ^{ef}	7.54±0.12 ^f	7.92±0.08 ^{de}
AHDN-O140-B48-10	7.79±0.15 ^{cdefg}	8.08±0.05 ^{bcd}	8.03±0.32 ^{cde}	8.08±0.28 ^{abcd}	8.15±0.37 ^{bcd}
AHDN-O140-B48-15	7.90±0.32 ^{cd}	8.23±0.03 ^{ab}	8.23±0.13 ^{bc}	8.23±0.03 ^{ab}	8.23±0.03 ^{bc}
AHDN-O140-B72-5	7.74±0.24 ^{defg}	8.03±0.08 ^{bcd}	8.03±0.35 ^{cde}	8.00±0.12 ^{bcde}	8.08±0.03 ^{bcd}
AHDN-O140-B72-10	7.87±0.17 ^{cde}	8.15±0.32 ^{abc}	8.23±0.47 ^{bc}	8.08±0.78 ^{abcd}	8.23±0.12 ^{bc}
AHDN-O140-B72-15	7.95±0.35 ^c	8.23±0.45 ^{ab}	8.31±0.11 ^b	8.23±0.53 ^{ab}	8.23±0.37 ^{bc}
AHDN-O145-B24-5	6.92±0.14 ^j	8.00±0.11 ^{bcd}	7.77±0.27 ^{fg}	6.92±0.32 ^g	7.77±0.08 ^{ef}
AHDN-O145-B24-10	6.92±0.27 ^j	8.15±0.23 ^{abc}	7.92±0.32 ^{ef}	6.92±0.42 ^g	8.03±0.28 ^{bcde}
AHDN-O145-B24-15	7.15±0.32 ⁱ	8.23±0.12 ^{ab}	8.15±0.18 ^{bcd}	7.15±0.05 ^g	8.15±0.57 ^{bcd}
AHDN-O145-B48-5	6.92±0.22 ^j	8.03±0.13 ^{bcd}	8.00±0.27 ^{de}	7.54±0.34 ^f	8.15±0.45 ^{bcd}
AHDN-O145-B48-10	7.54±0.27 ^h	8.23±0.05 ^{ab}	8.08±0.12 ^{cde}	7.77±0.07 ^{ef}	8.31±0.21 ^{ab}
AHDN-O145-B48-15	7.54±0.14 ^h	8.23±0.18 ^{ab}	8.23±0.03 ^{bc}	7.85±0.35 ^{de}	8.31±0.11 ^{ab}
AHDN-O145-B72-5	6.92±0.22 ^j	8.31±0.21 ^{ab}	8.15±0.25 ^{bcd}	7.92±0.02 ^{cde}	8.15±0.35 ^{bcd}
AHDN-O145-B72-10	7.54±0.52 ^h	8.31±0.13 ^{ab}	8.31±0.11 ^b	8.15±0.50 ^{abc}	8.23±0.13 ^{bc}
AHDN-O145-B72-15	7.85±0.05 ^{cdef}	8.54±0.44 ^a	8.54±0.28 ^a	8.31±0.39 ^a	8.54±0.27 ^a
EHDN-5	8.46±0.23 ^b	7.69±0.19 ^{de}	7.69±0.17 ^g	6.92±0.34 ^g	7.54±0.17 ^f
EHDN-10	8.54±0.32 ^b	7.77±0.17 ^{cde}	8.03±0.31 ^{cde}	7.54±0.14 ^f	7.54±0.34 ^f
EHDN-15	8.77±0.37 ^a	8.00±0.20 ^{bcd}	8.15±0.18 ^{bcd}	7.54±0.27 ^f	7.77±0.11 ^{ef}

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

4.2.7. Pişme Özellikleri

4.2.7.1. Pişme süresi ve pişme kaybı

Örneklere ait pişme süresi ve pişme kaybı değerleri Çizelge 4.14'de verilmiştir. DN içeren nişasta türevlerinin ilavesi, eriştelerin pişme süresini kısaltmıştır. Pişme süresi, kontrol eriştesinde en uzun (13 dak) ve %15 EHDN ilaveli eriştelerde ise en kısa

(7 dakika) bulunmuştur (Çizelge 4.14). DN nişasta türevi ilave oranı arttıkça, optimum pişme süreleri azalmıştır. DN ilavesinin, daha hızlı ısı/nem penetrasyonu sayesinde jelatinizasyonu hızlandırmasından dolayı, optimum pişme süresinin, kontrol eriştesine kıyasla, kısalmasına neden olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.14. Eriştelerin pişme süreleri ve suya geçen madde miktarları*

Örnek	Pişme Süresi (dakika)	Pişme Kaybı (%)
Kontrol	13±1 ^a	5.92±0.13 ^a
AHDN-O140-B24-5	12.5±0.5 ^a	5.34±0.22 ^c
AHDN-O140-B24-10	12±0.5 ^{ab}	5.05±0.07 ^d
AHDN-O140-B24-15	12±0.5 ^{ab}	4.96±0.35 ^e
AHDN-O140-B48-5	12±0.5 ^{ab}	4.87±0.13 ^f
AHDN-O140-B48-10	12±0.5 ^{ab}	4.86±0.25 ^f
AHDN-O140-B48-15	11.5±0.5 ^{abc}	4.76±0.15 ^g
AHDN-O140-B72-5	11.5±0.5 ^{abc}	4.57±0.11 ^h
AHDN-O140-B72-10	10±1 ^{cde}	4.56±0.13 ^h
AHDN-O140-B72-15	10±1 ^{cde}	4.54±0.52 ^h
AHDN-O145-B24-5	10±0.5 ^{cde}	4.49±0.18 ⁱ
AHDN-O145-B24-10	10.5±1 ^{bcd}	4.25±0.34 ^j
AHDN-O145-B24-15	9.5±1 ^{def}	4.20±0.23 ^k
AHDN-O145-B48-5	9.5±1 ^{def}	4.13±0.03 ^k
AHDN-O145-B48-10	8.5±1 ^{efg}	4.07±0.03 ^l
AHDN-O145-B48-15	8±1 ^{fg}	4.02±0.05 ^m
AHDN-O145-B72-5	8±1 ^{fg}	4.00±0.35 ^m
AHDN-O145-B72-10	8±1 ^{fg}	3.96±0.12 ⁿ
AHDN-O145-B72-15	8±1 ^{fg}	3.93±0.04 ⁿ
EHDN-5	7.5±1 ^g	5.64±0.24 ^b
EHDN-10	7.5±1 ^g	5.61±0.15 ^b
EHDN-15	7±1.5 ^g	5.61±0.27 ^b

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

Benzer şekilde, Izydorczyk ve ark. (2004)'rı yaptıkları bir çalışmada, lifce zengin fraksiyonların ilavesiyle, eriştelerin pişme süresinin %50'ye kadar azaldığını saptamıştır. Mevcut çalışmamızda da %15 EHDN ilaveli eriştenin pişme süresi, kontrole göre yaklaşık %54 oranında kısalmıştır.

Pişme kaybı, makarna ve eriştenin değerlendirilmesinde önemli bir kalite kriteridir. İyi kaliteli bir makarnanın pişirme sırasında dağılıp deforme olmaması, şeklini koruması ve diri özellikte olması yani pişmeye karşı direncinin yüksek olması gerekmektedir (Nagao 1996), dolayısıyla da pişme kaybının düşük olması istenmektedir (Köksel ve ark. 2000, Yalçın 2005). Özkaya ve ark. (1984) makarnaların pişme kaybının %6'dan düşük olması halinde iyi kalite, %6–8 arası orta, % 10'dan yüksek olmasının ise düşük kalite olarak belirtmişlerdir. TS 12950 Erişte Standardı'nda (Anonim 2003) ise eriştede pişme kaybının (kuru madde üzerinden) en fazla %10 olması gerektiği bildirilmiştir.

Eriştelerin pişme kayıpları (kuru madde üzerinden) %3.93 ile %5.92 arasında değişmiştir. DN içerikli nişasta türevi ilaveli eriştelerin tümünde pişme kaybı değerleri, kontrol eriştesine göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) düşük bulunmuştur. Benzer olarak, Gelencser ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada, makarna bileşiminde ticari tip 2 DN ve tip 4 DN ilave etmişler ve pişme kayıplarında kontrole göre azalma tespit etmişlerdir.

DN içerikli nişasta türevi ilaveli örnekler içinde, en yüksek pişme kaybı değerleri (%5.61-5.64), EHDN ilaveli eriştelerde elde edilmiştir. 145°C'de otoklavlama işlemi uygulanmış asit hidrolizli DN içeren nişasta türevlerinin kullanıldığı erişte örnekleri, en iyi sonucu vermiş ve bu örneklerde en düşük (%3.93-4.49) pişme kaybı değerleri saptanmıştır. Izydorczyk ve ark. (2004), pişme kaybının, zayıf protein-nişasta matriksine ya/ya da protein-nişasta matriksinin bozulmasına bağlanabileceğini ifade etmiştir. Buna göre, ilave edilen DN içerikli nişasta türevlerinin, protein-nişasta matriksini güçlendirdiği ve eriştelerin pişme kaybını azalttığı düşünülmektedir. Denemedeki tüm eriştelerin pişme kayıpları, TS 12950 Erişte Standardı'nda (Anonim 2003) verilen maksimum değer (10) çok altındadır, ayrıca Özkaya ve ark. (1984)'nın bildirdiği sınıflamaya göre de "iyi kalite" sınıfındadır.

4.2.7.2. Su absorpsiyonu ve hacim artışı

Erişte örneklerine ait su absorpsiyonu ve hacim artışı değerleri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Pişmiş eriştelere ait su absorpsiyonu ve hacim değerlerinin oldukça yüksek olması istenmektedir (Hou ve Kruk 1998). DN içerikli nişasta türevi ilaveli tüm eriştelere ait su absorpsiyon değerleri, kontrole göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur. Su absorpsiyonu, EHDN ilaveli eriştede en yüksek (%153.62), kontrol örneğinde ise en düşük (%114.56) bulunmuştur. DN içerikli nişasta türevi ilave oranı arttıkça, eriştelere ait su absorpsiyonu önemli olmasa da artmıştır. Bu sonuçlar Gelencser ve ark. (2008)’nin yaptıkları çalışma bulguları ile uyumludur. Söz konusu çalışmada, ticari Tip 2 DN ve Tip 4 DN ilavesinin makarnaların su absorpsiyonlarını, kontrole göre artırdığı tespit edilmiştir. Yapılan diğer bazı çalışmalarda ise eriştelere ait su absorpsiyonları; yulaf unu ilavelilerde %131.0-138.3 arasında (Aydın 2009), nohut unu ilavelilerde %189-200 arasında (Demir 2008), kayısı çekirdeği unu ilavelilerde ise %131.52-183.47 (Eyidemiir 2006) arasında tespit edilmiştir.

Eriştelere ait kalite kriterlerinden bir diğeri hacim artışı olup, ekonomikliğin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu değerin fazla olması istenir, çünkü hacim artışının az olması, eriştelere ait daha az su absorbladığını göstermekte ve bu da eriştelere ait pişme sonrası sert bir yapı kazanmasına neden olmaktadır (Yalçın 2005). DN içerikli nişasta türevi ilaveli tüm eriştelere ait hacim artışı değerleri, su absorpsiyonu gibi kontrole göre önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yüksek bulunmuştur. En yüksek hacim artışı değeri (%234.29) EHDN15 örneğinde, en düşük değer (%110.56) ise kontrol örneğinde tespit edilmiştir. EHDN ilaveli eriştelere ait hacim artışı değerleri, su absorpsiyonunda olduğu gibi, AHDN ilavelilere göre daha yüksek bulunmuştur. DN içerikli nişasta türevi ilave oranının artmasına paralel olarak, hacim artışı değerleri de artmıştır. Yapılan diğer çalışmalara bakıldığında, ilave edilen ingrediyelelere göre farklı sonuçlar elde edilmiştir. Yulaf unu, nohut unu ve kayısı çekirdeği unu ilaveli eriştelere, sırasıyla %135.29-182.35; %198-212; %150-220 arasındaki hacim artışı değerleri elde edilmiştir (Eyidemiir 2006, Demir 2008, Aydın 2009).

Çizelge 4.15. Eriştelerin su absorpsiyonu ve hacim artışı değerleri*

Örnek	Su Absorpsiyonu (%)	Hacim Artışı (%)
Kontrol	114.56±1.42 ^l	110.56±1.16 ^m
AHDN-O140-B24-5	121.25±2.15 ^k	125.08±0.85 ^l
AHDN-O140-B24-10	121.25±2.32 ^k	125.81±2.11 ^l
AHDN-O140-B24-15	123.45±1.41 ^j	140.31±1.23 ^k
AHDN-O140-B48-5	125.86±1.36 ⁱ	140.34±1.48 ^k
AHDN-O140-B48-10	126.36±1.23 ⁱ	140.42±0.52 ^k
AHDN-O140-B48-15	126.75±1.15 ^{hi}	145.34±1.14 ^j
AHDN-O140-B72-5	127.68±1.48 ^h	145.76±1.26 ^j
AHDN-O140-B72-10	129.43±1.93 ^g	148.12±3.12 ⁱ
AHDN-O140-B72-15	129.56±2.36 ^g	150.19±0.29 ^h
AHDN-O145-B24-5	131.67±1.17 ^f	150.23±1.13 ^h
AHDN-O145-B24-10	131.78±0.78 ^f	150.78±1.76 ^h
AHDN-O145-B24-15	132.16±1.06 ^f	155.32±1.52 ^g
AHDN-O145-B48-5	133.52±1.52 ^e	160.09±1.19 ^f
AHDN-O145-B48-10	134.52±1.52 ^d	160.27±1.17 ^f
AHDN-O145-B48-15	135.23±1.13 ^d	160.53±1.22 ^f
AHDN-O145-B72-5	137.07±1.15 ^c	164.29±2.39 ^e
AHDN-O145-B72-10	137.16±2.01 ^c	165.34±1.24 ^e
AHDN-O145-B72-15	137.98±1.73 ^c	170.65±1.25 ^d
EHDN-5	138.00±1.32 ^c	173.42±2.37 ^c
EHDN-10	139.27±2.27 ^b	195.15±1.35 ^b
EHDN-15	153.62±1.12 ^a	234.29±1.29 ^a

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır($p \leq 0.05$).

4.2.7.3. Toplam organik madde miktarı

Erişte örneklerine ait pişme sırasında suya geçen toplam organik madde miktarı değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Toplam organik madde (TOM) miktarı, makarna

veya eriştenin piştikten sonra yzeyindeki organik maddelerin su ile yıkanarak suya geçirilmesi ve kimyasal olarak tespiti ilkesine dayanan bir analizdir (D'Egidio ve ark.1982). Kaliteli bir eriştelerde TOM miktarının düşük olması istenir.

Çizelge 4.16. Eriştelerin toplam organik madde miktarı (TOM) değerleri*

Örnek	TOM(%)
Kontrol	2.41±0.16 ^a
AHDN-O140-B24-5	2.05±0.07 ^d
AHDN-O140-B24-10	2.03±0.02 ^{de}
AHDN-O140-B24-15	2.03±0.08 ^{de}
AHDN-O140-B48-5	2.01±0.08 ^{de}
AHDN-O140-B48-10	1.99±0.02 ^{def}
AHDN-O140-B48-15	1.99±0.06 ^{def}
AHDN-O140-B72-5	1.99±0.05 ^{def}
AHDN-O140-B72-10	1.97±0.09 ^{efg}
AHDN-O140-B72-15	1.92±0.10 ^{fgh}
AHDN-O145-B24-5	1.90±0.04 ^{ghi}
AHDN-O145-B24-10	1.89±0.76 ^{hij}
AHDN-O145-B24-15	1.85±0.13 ^{hijk}
AHDN-O145-B48-5	1.83±0.06 ^{ijk}
AHDN-O145-B48-10	1.82±0.09 ^{jk}
AHDN-O145-B48-15	1.80±0.26 ^{kl}
AHDN-O145-B72-5	1.74±0.12 ^{lm}
AHDN-O145-B72-10	1.70±0.16 ^m
AHDN-O145-B72-15	1.69±0.10 ^m
EHDN-5	2.25±0.07 ^b
EHDN-10	2.13±0.11 ^c
EHDN-15	2.13±0.25 ^c

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

Piştirme kaybı değerleriyle uyumlu olarak, DN içeren nişasta turevi ilaveli tım eriştelerin TOM miktarları, kontrole göre düşük bulunmuştur. En yüksek TOM değeri (%2.41) kontrol örneğinde, en düşük değer (%1.69) ise AHDN-O145-B72-15 nolu örnekte belirlenmiştir. TOM değerleri kontrole en yakın (%2.13-2.25) olanlar, EHDN ilaveli erişteler olmuştur. 145°C’de otoklavlama işlemi uygulanmış asit hidrolizli DN içeren nişasta turevlerinin kullanıldığı erişte örneklere, en iyi sonucu vermiş ve bu örneklere en düşük (%1.69-1.90) TOM değerleri elde edilmiştir.

DN içeren nişasta turevi oranlarındaki artışım, eriştelerin TOM değerleri üzerine olumlu etki göstererek, bazılarında az da olsa, bu değeri düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu noktadan hareketle, DN içeren nişasta turevi ilavesi ile oluşan sağlam protein-nişasta matriksinin, piştirme kaybını engellemek suretiyle, piştirme sonrası suya geçen toplam organik madde miktarını azaltmış olabileceği söylenebilir. Standartlara göre TOM değerleri <1.4 olduğunda “ok iyi kaliteli”, 1.4-2.1 değerleri arasında olduğunda “iyi kaliteli” ve >2.1 olduğunda ise “düşük kaliteli”dir. Çalışmamızdaki erişte örneklere “ok iyi kaliteli” grubuna giren erişte bulunmamasına rağmen, sadece kontrol rneği, EHDN ve AHDN-O140-B24 ilaveli eriştelerin “düşük kaliteli” gruba girdiği, diğerlerinin ise “iyi kaliteli” olarak sınıflanabileceği belirlenmiştir (izelge 4.16).

4.2.8. Pişmiş erişte örneklere duyuusal zellikleri

Pişmiş eriştelerin duyuusal analizinde eriştelerin renk, tat, koku, yapışkanlık, görünüş, ağız hissi ve genel beğeni özellikleri incelenmiş ve sonuçlar izelge 4.17’de verilmiştir.

Pişmiş eriştelerin renk değerleri 6.62-8.62 arasında değişmiş olup, en düşük değer(6.62) EHDN-15 rneğinde gözlenmiştir. Pişirme işleminden sonra EHDN ilaveli erişteler, tebeşir beyazı renge döndüğünden, tüketiciler alışkanlıklarıyla uyumlu olmadığı için en az beğenilen erişte olmuştur. Asit hidrolizli, DN içeren nişasta turevlerinin kullanımı ile eriştelerin renk puanları, bazılarında önemli olmamakla birlikte, çoğunda önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) yükselmiştir. DN içeren nişasta turevlerinin rengi, buğday ununa göre daha beyaz olduğundan, eriştelerin de daha açık renkli olduğu grlmştir. En iyi renk puanları (8.48-8.62), AHDN-O140-B72 nolu erişte örneklere elde edilmiştir.

DN içeren nişasta türevlerinin ilavesiyle (EHDN-15 hariç), eriştelerin tat puanları, istatistiki olarak önemli düzeyde ($p \leq 0.05$) artmıştır. DN içeren nişasta türevlerinin ilave oranlarındaki artış ise tat değerlerinde düşüşe neden olmuştur. AHDN-O145-B24-5 örneği en yüksek tat puanını (8.77) alırken, en düşük puan (5.85) ise kontrol ve EHDN-15 nolu örnekte tespit edilmiştir. EHDN ilavesinin eriştelerde yabancı bir tat oluşturmuş olması, puanların düşmesine neden olmuştur.

Koku değerleri, 5.32-8.92 arasında değişmiş olup, en düşük değer (5.32), tat ve renk özelliklerinde olduğu gibi, kontrol ve EHDN-15 nolu örnekte gözlenmiştir. EHDN'nin sahip olduğu koku, eriştenin kokusunu etkilemiş, alışık olunmayan ve arzu edilmeyen kokuya neden olmuştur.

Çizelge 4.17. Pişmiş eriştelerin duyuşal özellikleri*

Örnek	Renk	Tat	Koku	Yapışkanlık	Görünüş	Ağız Hissi	Genel Beğeni
Kontrol	7.62±0.27 ^f	5.85±0.15 ^j	5.32±0.15 ⁱ	7.15±0.05 ^d	5.85±0.12 ^e	5.85±0.23 ^h	5.32±0.52 ^f
AHDN-O140-B24-5	8.23±0.21 ^{cd}	8.54±0.24 ^{bcd}	8.77±0.07 ^{abc}	7.38±0.05 ^c	7.35±0.28 ^c	6.38±0.18 ^{fg}	6.92±0.21 ^d
AHDN-O140-B24-10	8.23±0.25 ^{cd}	8.46±0.24 ^{cde}	8.69±0.13 ^{abcd}	7.38±0.12 ^c	7.35±0.11 ^c	6.62±0.28 ^f	6.92±0.14 ^d
AHDN-O140-B24-15	8.31±0.16 ^c	8.38±0.23 ^{def}	8.62±0.23 ^{bcd}	7.38±0.16 ^c	7.35±0.09 ^c	6.62±0.22 ^f	7.15±0.87 ^{cd}
AHDN-O140-B48-5	8.23±0.14 ^{cd}	8.46±0.24 ^{cde}	8.69±0.13 ^{abcd}	7.38±0.28 ^c	7.62±0.45 ^b	6.92±0.22 ^e	7.15±0.87 ^{cd}
AHDN-O140-B48-10	8.46±0.27 ^{bc}	8.46±0.38 ^{cde}	8.46±0.16 ^{def}	7.38±0.11 ^c	7.62±0.26 ^b	7.15±0.15 ^{de}	7.15±0.45 ^{cd}
AHDN-O140-B48-15	8.54±0.28 ^{ab}	8.31±0.12 ^{efg}	8.46±0.16 ^{def}	7.62±0.28 ^b	7.62±0.15 ^b	7.15±0.35 ^{de}	7.35±0.28 ^c
AHDN-O140-B72-5	8.48±0.25 ^b	8.46±0.24 ^{cde}	8.46±0.18 ^{def}	7.38±0.28 ^c	7.77±0.02 ^b	7.35±0.17 ^d	7.15±0.56 ^{cd}
AHDN-O140-B72-10	8.54±0.23 ^{ab}	8.31±0.63 ^{efg}	8.38±0.20 ^{ef}	7.62±0.11 ^b	7.77±0.25 ^b	7.35±0.09 ^d	7.35±0.65 ^c
AHDN-O140-B72-15	8.62±0.14 ^a	8.23±0.37 ^{fg}	8.38±0.45 ^{ef}	7.62±0.08 ^b	7.62±0.14 ^b	7.35±0.18 ^d	7.35±0.35 ^c
AHDN-O145-B24-5	7.62±0.27 ^f	8.77±0.12 ^a	8.92±0.08 ^a	7.62±0.18 ^b	7.62±0.35 ^b	7.77±0.16 ^c	7.35±0.18 ^c
AHDN-O145-B24-10	7.62±0.13 ^f	8.69±0.09 ^{ab}	8.85±0.05 ^{ab}	7.62±0.03 ^b	7.62±0.26 ^b	7.77±0.11 ^c	7.35±0.35 ^c
AHDN-O145-B24-15	7.77±0.12 ^{ef}	8.69±0.09 ^{ab}	8.77±0.03 ^{abc}	7.77±0.05 ^b	7.77±0.32 ^b	7.77±0.09 ^c	7.77±0.17 ^b
AHDN-O145-B48-5	7.62±0.09 ^f	8.69±0.10 ^{ab}	8.77±0.10 ^{abc}	7.62±0.13 ^b	7.77±0.18 ^b	7.77±0.13 ^c	7.77±0.17 ^b
AHDN-O145-B48-10	7.77±0.22 ^{ef}	8.69±0.09 ^{ab}	8.69±0.18 ^{abcd}	7.77±0.07 ^b	7.77±0.19 ^b	7.77±0.21 ^c	7.77±0.12 ^b
AHDN-O145-B48-15	8.00±0.16 ^e	8.46±0.35 ^{cde}	8.69±0.13 ^{abcd}	7.77±0.03 ^b	7.77±0.10 ^b	7.77±0.17 ^c	7.77±0.21 ^b
AHDN-O145-B72-5	8.00±0.07 ^e	8.46±0.28 ^{cde}	8.69±0.13 ^{abcd}	7.77±0.08 ^b	8.23±0.23 ^a	8.23±0.23 ^b	8.23±0.32 ^a
AHDN-O145-B72-10	8.00±0.13 ^e	8.46±0.28 ^{cde}	8.69±0.21 ^{abcd}	7.77±0.15 ^b	8.31±0.13 ^a	8.62±0.22 ^a	8.31±0.21 ^a
AHDN-O145-B72-15	8.23±0.11 ^{cd}	8.38±0.13 ^{def}	8.54±0.35 ^{cde}	8.23±0.06 ^a	8.31±0.22 ^a	8.62±0.13 ^a	8.46±0.26 ^a
EHDN-5	7.62±0.14 ^f	6.62±0.32 ^h	6.38±0.23 ^g	7.15±0.21 ^d	5.85±0.12 ^e	5.85±0.23 ^h	5.32±0.52 ^f
EHDN-10	7.15±0.22 ^g	6.38±0.39 ⁱ	5.85±0.13 ^h	7.15±0.11 ^d	5.85±0.58 ^e	5.85±0.25 ^h	6.38±0.28 ^e
EHDN-15	6.62±0.23 ^h	5.85±0.15 ^j	5.32±0.15 ⁱ	7.38±0.21 ^c	6.62±0.36 ^d	6.23±0.33 ^g	6.38±0.08 ^e

*LSD testinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

Piřmiř eriştelerin yapışkanlık puanları 7.15-8.23 arasında değişmiş olup, en dūřuk değer kontrol ve % 5, 10 EHDN ilaveli eriştelerde gōzlenmiřtir. EHDN ilaveli erişteler, yapışkanlık açısından, kontrolden sonra en az beğenilen erişteler olmuştur. AHDN içeren nişasta tūrevlerinin kullanımı ile eriştelerin yapışkanlıklarında azalma kaydedilmiştir. Bu durum, pişme kaybı ve suya geçen toplam organik madde değerleriyle de uyumlu bulunmuştur.

Gōrūnūř ozelliklerinde de benzer sonuçlar elde edilmiř olup, en yūksek puanı (8.31) AHDN-O145-B72-15 nolu örnek almıřtır. Enzim hidrolizli DN içeren niřasta tūrevi ilaveliler ise kontrol ile birlikte en dūřuk puanlara sahiptir.

Eriřtelerin aęız hissi puanları arasında, en yūksek deęer (8.62) AHDN-O145-B72-10 ve 15 nolu örneklerde, en dūřuk deęer (5.85) ise kontrol, EHDN-5 ve EHDN-10 nolu örneklerde tespit edilmiřtir.

Genel beęeni deęerleri, 5.32-8.46 arasında deęiřmiř ve en yūksek genel beęeni puanını AHDN-O145-B72-15 rneęi almıřtır. DN içerikli niřasta tūrevi ilave oranı arttıa, genel beęeni puanları azalmıřtır. Kontrolden sonra en dūřuk genel beęeni puanı, EHDN ilaveli eriřtelerde tespit edilmiřtir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yüksek amilozlu doğal mısır nişastasından (Hylon VII, %70 amiloz) iki farklı yöntemle, dirençli nişasta (DN) içeren nişasta türevleri elde edilmiştir. Birinci yöntemde; yüksek sıcaklıklarda otoklavlama (140 veya 145°C) ve farklı bekletme (24, 48 veya 72 saat) periyotları uygulanarak asit hidrolizi ile dirençli nişasta (AHDN) üretilmiştir. İkinci yöntemde ise α -amilaz ile inkübe edilen örnek otoklavlanmış, bunu takiben pullulanaz enzimi ile muamele ve bekletme işlemi uygulandıktan sonra, tekrar α -amilaz inkübasyonu yapılarak DN içeren nişasta türevi (EHDN) elde edilmiştir. DN içeren nişasta türevlerinin viskozite özellikleri mikro-viskoanalizör (Rapid Visco Analyzer: RVA) ile, nişasta retrogradasyonu ise DSC (Differential Scanning Calorimetry: diferansiyel taramalı kalorimetre) ile incelenmiştir. Ayrıca tüm örneklerin fonksiyonel özellikleri (çözünürlük, su bağlama, emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi) de belirlenmiştir. Elde edilen DN içerikli nişasta türevleri, lif kaynağı olarak, erişte formulasyonunda kısmen buğday unu yerine ikame edilmiştir. DN türevi ilavesinin eriştenin pişme kalitesi, tekstürü, DN miktarı, termal özellikleri (DSC) ve duyu nitelikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

- ✓ Enzim hidrolizi ile elde edilen DN içerikli nişasta (EHDN) türevinde, en yüksek (%52.23) DN verimine ulaşılmıştır. Bu işlemde, α -amilaz uygulaması ile önce amiloz zincir uzunluğu kısaltılmıştır. Retrogradasyon, amiloz/amilopektin oranını ve amiloz zincir uzunluğunu etkilediğinden, pullulanaz hidrolizinden önce, otoklavlama işlemi uygulanmış, daha sonra pullulanaz hidrolizi ile düz zincirlerin uzunluklarının azalması ve sayılarının artması sağlanmıştır. Oluşan kısa zincirler, birbirleriyle daha kolay etkileşime girip, dirençli yapıların (kristalin yapıların) oluşumunu arttırmış ve böylece Tip 3 DN verimi de yükselmiştir. Uygulanan enzim hidrolizi ve otoklavlama-bekletme metodunun, Tip 3 DN oluşumu ve yüksek verim eldesi için uygun olduğu anlaşılmıştır. Asit hidrolizlilerde ise yüksek otoklavlama sıcaklığının DN verimini artırdığı görülmüştür, ancak enzim hidrolizi yöntemine göre, asit hidrolizi yöntemlerinde elde edilen DN verimleri düşük çıkmıştır. Asit hidrolizi yöntemindeki bekletme (retrogradasyon) süresinin uzatılmasıyla da DN veriminde artış tespit edilmiştir.

- ✓ Her iki yöntemle üretilen nişasta türevlerinin DSC başlangıç (To) ve pik (Tp) sıcaklığı değerleri, doğal nişastaya göre düşük bulunmuştur. Doğal nişastaya göre AHDN örneklerinin termal geçiş enerjisi (ΔH) değerleri düşük, EHDN'ninki yüksek bulunmuştur.
- ✓ Yüksek amiloz içeren nişastaların jelatinizasyon sıcaklığı normal oranda amiloz içeren nişastalara göre daha yüksektir. Bu nedenle bu çalışmada otoklavda yüksek basınç ve sıcaklığın etkisiyle nişastaların jelatinizasyonu kısmen gerçekleşmiştir. DN içeren nişasta türevlerinin tümünde, pik viskozitesi değerleri, doğal nişastaya göre yüksek bulunmuştur. Bu durumun, otoklavlamada uygulanan sıcaklık ve basıncın etkisi ile nişastanın yapısının kısmen bozulması ile çözünür nişastanın ortama geçmesi, asit veya enzim hidroliziyle de suda çözünmesi ve RVA testinde su almasının kolaylaşmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. DN içeren nişasta türevlerinin tümünde, çirilenme başlangıç sıcaklıklarının, doğal nişastadan yüksek olması, örneklerde DN oluşumu sırasında, nişasta zincirlerinin yeniden düzenlenmesinin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Isıtma öncesi viskozite, birçok gıda için önemli bir özelliktir. Bu çalışmada, DN içeren nişasta türevlerinin tümünde, ısıtma öncesi viskozite değerlerinin, doğal nişastaya göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- ✓ DN içeren nişasta türevlerinin, çözünürlük ve su bağlama değerlerinin doğal nişastadan yüksek olduğu görülmüştür. EHDN örneğinin su bağlama değeri, asit hidrolizlilerden yüksek, çözünürlük değeri ise düşük bulunmuştur. Asit hidrolizli örneklerin otoklavlama sıcaklığının artmasıyla, su bağlama miktarları da artmıştır. Bu artışın nedeninin, otoklavlama sıcaklığının etkisiyle artan jelatinizasyon olabileceği düşünülmektedir. Bu örneklerin eldesindeki bekletme (retrogradasyon) süresindeki artış da, su bağlama miktarını arttırmıştır.
- ✓ DN içeren nişasta türevleri, albümin çözeltilisinin emülsiyon özelliklerini iyileştirmiştir. Bu durum, DN içeren nişasta türevlerinin, emülsiyon oluşumunun önemli olduğu gıdalarda (mayonez vb.), yağ ikame edici olarak kullanılabilmesini akla getirmektedir.

- ✓ DN içeren nişasta türevlerinin erişte kalitesine etkileri incelendiğinde; T_o ve T_p değerleri, amiloz kristalitlerinin erime sıcaklığından (150°C) düşük bulunmuştur. Oysa, retrograde amilopektinden türeyen kristalitler 55°C 'de erimektedir. DN içeren nişasta türevlerinin ilave edildiği erişte örneklerinin jelatinizasyon piki, bu sıcaklığın üstünde bulunmuştur. Bu durum, gözlenen dönüşümün retrograde amilopektinin parçalanmasından kaynaklanabileceğini akla getirmektedir. Nişasta türevi ilaveli tüm eriştelerin, termal geçiş enerjisi (ΔH) değerleri ise kontrole göre düşük bulunmuştur. Entalpi değerlerinin, kontrolden düşük olmasının, retrograde amilopektinin yapısının bozulması sonucu, nişastanın kristalitesini kaybetmiş olmasından kaynaklanabileceği, düşünülmektedir.
- ✓ Nişasta türevi ilaveli tüm eriştelerin DN miktarları, kontrole göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Nişasta türevlerinin ilave oranı artıkça, eriştelerin DN içerikleri de artış göstermiştir. EHDN ilaveli erişte örneklerinin DN içerikleri en yüksek bulunmuştur. Asit hidrolizli nişasta türevi ilaveli eriştelerde, otoklavlama sıcaklığının etkileri incelendiğinde; 145°C 'de otoklavlanan DN içeren nişasta türevlerinin ilave edildiği eriştelerin DN miktarları, 140°C 'de otoklavlananlara göre yüksek çıkmıştır. Bekletme (retrogradasyon) sürelerindeki artış da, AHDN içerikli nişasta türevlerinin kullanıldığı eriştelerde DN miktarlarını arttırmıştır.
- ✓ DN içeren nişasta türevlerinin kullanımı ile kuru eriştelerin L^* değerleri artarken, a^* ve b^* değerleri azalmıştır. Rengi, buğday ununa göre, daha beyaz olan nişasta türevleri, erişte renginin, sadece buğday unu kullanılan kontrol örneğine göre, daha beyaz ve parlak olmasını sağlamıştır. En beyaz renk, EHDN ilaveli erişte örneklerinde elde edilmiştir.
- ✓ Kontrol örneğinin sertliği en düşük bulunurken, DN içerikli nişasta türevlerinin ilavesiyle, eriştelerin sertlik değerleri önemli düzeyde artmıştır. Kuru eriştelerin, depolanma sırasında kırılmaya karşı dayanıklı bir tekstüre sahip olması arzu edildiğinden, bu sonuç olumlu bulunmuştur.

- ✓ DN içerikli nişasta türevlerinin ilavesi, eriştelere pişme süresini kısaltmıştır. Daha hızlı ısı/nem penetrasyonu sayesinde jelatinizasyonu hızlandırmalarından dolayı, optimum pişme süresini kısalttıkları düşünülmektedir.
- ✓ Pişme kaybı, önemli bir kalite kriteridir. İyi kaliteli bir makarnanın pişirme sırasında dağılıp deforme olmaması, şeklini koruması ve diri özellikte olması yani pişmeye karşı direncinin yüksek, pişme kaybının ise düşük olması istenmektedir. Tüm katkıli eriştelere pişme kaybı, kontrole göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Bu durum, ilave edilen DN içerikli nişasta türevlerinin, protein-nişasta matriksini güçlendirmiş olabileceğini akla getirmektedir.
- ✓ DN içeren nişasta türevi ilaveli tüm eriştelere su absorpsiyon değerleri, kontrole göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. DN içeren nişasta türevi ilaveli tüm eriştelere hacim artışı değerleri, su absorpsiyonuna paralel olarak, kontrole göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Katkı oranının artmasına paralel olarak, hacim artışı değerleri de artmıştır.
- ✓ Pişme kaybı değerleriyle uyumlu olarak, DN içeren nişasta türevi ilaveli tüm eriştelere suya geçen toplam organik madde (TOM) miktarları da kontrole göre düşük bulunmuştur.
- ✓ Pişmiş eriştelere duyu analizi sonucunda; DN içeren nişasta türevlerinin rengi, buğday ununa göre daha beyaz olduğundan, eriştelere daha açık renkli olmuştur. Diyet lif ilavesi ile üretilen ürünlerde oluşan ve istenmeyen esmer rengin tersine, DN, olumlu etki göstererek erişte renginde açılma sağlamıştır, bu durum tüketici beğenisi açısından çok önemlidir. Ancak EHDN ilaveli eriştelere pişme sonrasında, gıdalarda alışık olunmayan yapay tebeşir beyazı bir renk aldığından, tüketiciler tarafından en az beğenilen erişte olmuştur. Tat ve koku bakımından, en düşük değerler yine EHDN ilaveli örneklerde gözlenmiştir. EHDN'nin sahip olduğu koku, eriştenin kokusunu yoğun olarak etkilemiş, alışık olunmayan ve arzu edilmeyen bir kokuya neden olmuştur. EHDN ilaveli eriştelere, yapışkanlık

açısından da en az beğenilen erişteler olmuştur. AHDN ilavesi ise eriştelerin yapışkanlıklarında azalma sağlamıştır. Bu durum, pişme kaybı ve suya geçen toplam organik madde değerleriyle uyumlu bulunmuştur. Görünüş özelliklerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Genel beğeni değerlerine göre, en yüksek puanı, AHDN-O145-B72-15 nolu örnek almıştır. Kontrolde sonra en düşük genel beğeni puanları ise EHDN ilaveli eriştelerde tespit edilmiştir.

- ✓ Sonuç olarak bu çalışmada, yüksek amilozlu mısıır nişastasından (Hylon VII), enzim hidrolizi ve otoklavlama-bekletme metodu ya da asit hidrolizi ve otoklavlama-bekletme yöntemi kullanılarak Tip 3 DN retimi başarı ile gerçekleştirilmiştir. Üretilen DN içerikli nişasta türevleri, emülsiyon özelliklerinin iyi olması nedeniyle, özellikle emülsiyon yapısının önemli olduğu gıdalarda rahatlıkla kullanılabilir. Bu çalışmada nişasta türevi ilavesinin, eriştenin DN miktarını önemli düzeyde artırdığı tespit edilmiştir. DN içerikli nişasta türevi katkısı, erişte kalitesini olumsuz etkilememiş, eriştelerin kabul edilebilir niteliklere sahip olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, DN içeren nişasta türevlerinin, diyet lif alternatifi olarak çeşitli gıda rnlerinde, DN miktarını arttırıcı, besleyici özellikleri geliştirici, fonksiyonel bir katkı olarak kullanılma imkanının yüksek olduğu söylenebilir. Tüm bu bulgular doğrultusunda, bu tür DN içeren nişasta türevlerinin değişik gıda maddelerinde kullanılabilirliğine yönelik araştırmaların sürdürülmesi yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- AACCI 2009.** AACC International Approved Methods of Analysis (Method 08-01, 32-40, 44-15A, 44-19, 46-12, 61-02), 11th edn. St. Paul MN: AACC International.
- Ahmedna, M., Prinyawiwatkul, W., Rao, R.M. 1999.** Solubilized wheat protein isolate: functional properties and potential food applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 1340–1345.
- Akashi, H., Takahashi, M., Endo, S. 1999.** Evaluation of starch properties of wheat used for chinese yellow-alkaline noodles in japan. *Cereal Chemistry*, 76(1): 50-55.
- Akoh, C.C. 1998.** Fat replacers. *Food Technology*, 52: 47-53
- Alexander, R.J. 1995.** Fat replacers based on starch. *Cereal Foods World*, 40(5): 366-368.
- Almeida, E.L., Chang, Y.K., Steel, C.J. 2013.** Dietary fibre sources in bread: Influence on technological quality. *LWT - Food Science and Technology*, 50: 545-553.
- Anonim, 2003.** Erişte Standardı, TS-12950. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- AOAC 1998.** Official Methods of Analysis of The Association of Analytical Chemistst, (Method 2002. 02) Association of Official Chemistst, Arlingo, VA.
- Aparicio-Saguilán, A., Flores-Huicocheaa, E., Tovar, J., García-Suárez, F., Gutiérrez-Meraza, F., Bello-Pérez, L. A. 2005.** Resistant starch-rich powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch: Partial characterization. *Starch/Stärke*, 57: 405–412.
- Asgar, M.A. 2013.** Anti-diabetic potential of phenolic compounds: A review. *International Journal of Food Properties*, 16: 91–103.
- Asp, N.G., Bjorck, I. 1992.** Resistant starch. *Trends in Food Science & Technology*, 3(5): 111–114.
- Atwell, W.A., Hood, L.F., Lineback, D.R., Varriano-Marston, E., Zobel, H.F. 1988.** The terminology and methodology associated with basic starch phenomena. *Cereal Foods World*, 33: 306-311.
- Aydın, E. 2009.** Yulaf katkısının eriştinin kalite kriterlerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Baghurst, P.A., Baghurst, K.I., Record, S.J. 1996.** Dietary fiber, non-starch polysaccharides and resistant starch – A review. *Food Australia*, 48(3): 3–35.
- Baik, B.K., Czuchajowska, Z., Pomeranz, Y. 1995.** Discoloration of dough for oriental noodles. *Cereal Chemistry*, 72(2): 198-2005.
- Baixauli, R., Salvador, A., Martinez-Cervera, S., Fiszman, S.M. 2008.** Distinctive sensory features introduced by resistant starch in baked products. *Food Science and Technology*, 41: 1927–1933.
- Batey, I.L., Curtin, B.M., Moore, S.A. 1997.** Optimization of Rapid-Visco Analyser test conditions for predicting Asian noodle quality. *Cereal Chemistry*, 74(4): 497-501.
- Bean, M.M., Keagy, P.M., Fullington, J.G. 1974.** Dried japanese noodle. I. Properties of laboratory – prepared noodle doughs from sound and damaged wheat flours. *Cereal Chemistry*, 51: 416-427.
- Behall, K.M., Hallfrisch, J. 2002.** Plasma glucose and insulin reduction after consumption of breads varying in amylose content. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56: 913–920.
- Bejosano, F.P., Corke, H. 1998.** Effect of amaranthus and buckweat proteins on wheat dough properties and noodle quality, *Cereal Chemistry*, 75 (2): 171–176.

- Bemiller, J.N. 2007.** Carbohydrate Chemistry for Food Scientists, second ed. AACC International.
- Berry, C.S. 1986.** Resistant starch: Formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fibre. *Journal of Cereal Science*, 4: 301–314.
- Beta, T., Corke, H. 2001.** Noodle quality as related to sorghum starch properties. *Cereal Chemistry*, 78 (4): 417–420.
- Biliaderis, C.G. 1992.** Structures and phase-transitions of starch in food systems. *Food Technology*, 46: 98–109.
- Bingham, S.A., Day, N.E., Luben, R. 2003.** Dietary fibre in food and protection against colorectal cancer in the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC): An observational study. *The Lancet*, 361: 1496–1501.
- Black, C.K., Panozzo, J.F., Wright, C.L., Lim, P.C. 2000.** Survey of white salted noodle characteristics in wheat landraces. *Cereal Chemistry*, 77(4): 468–472.
- Blaszczak, W., Fornal, J., Valverde, S., Garrido, L. 2005.** Pressure-induced changes in the structure of corn starches with different amylose content. *Carbohydrate Polymers*, 61: 132–140.
- Blaszczak, W., Fornal, J., Kiseleva, V.I., Yuryev, V.P., Sergeev, A.I., Sadowska, J. 2007.** Effect of high pressure on thermal, structural and osmotic properties of waxy maize and Hylon VII starch blends. *Carbohydrate Polymers*, 68: 387–396.
- Brown, I. 1996.** Complex carbohydrates and resistant starch. *Nutr. Rev.*, 54: 115–119.
- Brown, M.A., Storlien, L.H., Brown, I.L. 2003.** Cooking attenuates the ability of high amylose meals to reduce plasma insulin concentrations in rats. *British Journal of Nutrition*, 90: 823–827.
- Buckow, R., Jankowiak, L., Knorr, D., Versteeg, C. 2009.** Pressure-temperature phase diagrams of maize starches with different amylose contents. *J. Agriculture of Food Chemistry*, 57: 11510–11516.
- Buleon, A., Colonna, P., Planchot, V., Ball, S. 1998.** Starch granules: structure and biosynthesis. *Int. J. Biol. Macromol.*, 23: 85–112.
- Bustos, M., Perez, G., Leon, A. 2011.** Sensory and nutritional attributes of fibre-enriched pasta. *Lwt-Food Science and Technology*, 44(6): 1429–1434.
- Buttriss, J.L., Stokes, C.S. 2008.** Dietary fibre and health: An overview. *British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin*, 33: 186–200.
- Cai, L., Shi, Y.C., Rong, L., Hsiaoa, B.S. 2010.** Debranching and crystallization of waxy maize starch in relation to enzyme digestibility. *Carbohydrate Polymers*, 81: 385–393.
- Cameron, R.E., Donald, A.M. 1992.** A small-angle X-ray scattering study of the annealing and gelatinization of starch. *Polymer*, 33(12): 2628–2635.
- Champ, M., Langkilde, A.M., Brovns, F. 2003.** Advances in dietary fiber characterization 1. Definition of dietary fiber, physiological relevance, health benefits and analytical benefits. *Nutrition Research Reviews*, 16: 71–82.
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. S., Webb, C. 2002.** Application of cereals and cereal components in functional foods: A review. *International Journal of Food Microbiology*, 79: 131–141.
- Chung, H.J., Jeong, H.Y., 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.

- Corke, H., Yeung, L.A., Chen, X. 1997.** An automated system for the continuous measurement of time dependent changes in noodle color. *Cereal Chemistry*, 74(3): 356-358.
- Corke, H., Bhattacharya, M. 1999.** Wheat Products: 1. Noodles: Asian Foods: Science and Technology, Ed.: Ang, C.Y.W, Liu, K.S., Huang, Y.W., Technomic Publishing, Lancaster, Pennsylvania, USA, pp. 43-70.
- Coudray, C., Bellanger, J., Castiglia-Delavaud, C., Rémésy, C., Vermorel, M., Rayssiguier, Y. 1997.** Effect of soluble or partly soluble dietary fibres supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51: 375-380.
- Crosbie, G.B., Ross, A.S., Moro, T., Chiu, P.C. 1999.** Starch and protein quality requirements of Japanese alkaline noodles (Ramen). *Cereal Chemistry*, 76(3): 328-334.
- Cummings, J.H., Edmond, L.M., Magee, E.A. 2004.** Dietary carbohydrates and health: Do we still need the fibre concept? *Clinical Nutrition supplements*, 1: 5-17.
- Curtin, B.M., Batey, I.L., Gras, P.W. 1997.** Contribution of the chemical structure of wheat starch to Japanese noodle quality. *Journal Science of Food Agriculture*, 74: 503-508.
- Czuchajowska, Z., Otto, T., Paszezynska, B., Byung-Kee, B. 1998.** Composition, thermal behaviour and gel texture of prime and tailing starches from garbanzo beans and peas. *Cereal Chemistry*, 75: 466-472.
- D'Egidio, M. G., De Stefanis, E., Fortini, S., Galterio, G., Nardi, S., Sgrulletta, D., Bozzini, A. 1982.** Standardization of cooking quality in macaroni and pasta products. *Cereal Foods World*, 27: 367-368.
- Demir, B. 2008.** Nohut ununun geleneksel erişte ve kuskus üretiminde kullanım imkanları üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, Konya.
- Demir, B., Bilgiçli, N., Elgün, A., Demir, M.K. 2010.** The effect of partial substitution of wheat flour with chickpea flour on the technological, nutritional and sensory properties of couscous. *J. of Food Quality*, 33(6): 728-741.
- Dexter, J.E., Matsuo, R.R., Dronzek, B.L. 1979.** A scanning electron microscopy of japanese noodles. *Cereal Chemistry*, 56 (3): 202-208.
- Donnelly, B.J., Ponte J.G. 2000.** Pasta: Raw Materials and Processing: Handbook of Cereal Science and Technology. Second Edition, Revised and Expanded, Ed.: Kulp, K., Joseph, G.P., Marcel Dekker, New York, USA, pp. 647-665.
- Durrani, C.M., Donald, A.M. 1995.** Physical characterization of amylopectin gels. *Polymer Gels and Networks*, 3: 1-27.
- Edwards, N.M., Scanlon, M.G., Kruger, J.E., Dexter, J.E. 1996.** Oriental noodle dough rheology: relationship to water absorption, formulation and work input during sheeting. *Cereal Chemistry*, 73(6): 708-711.
- Eerlingen, R.C., Crombez, M., Delcour, J.A. 1993.** Enzyme-resistant starch. I. Quantitative and qualitative influence of incubation time and temperature of autoclaved starch on resistant starch formation. *Cereal Chemistry*, 70(3): 339-44.
- Eerlingen, R.C., Jacobs, H., Delcour, J.A. 1994.** Enzyme-resistant starch. V. Effect of retrogradation of waxy maize starch on enzyme susceptibility. *Cereal Chemistry*, 71 (4): 351-355.
- Eerlingen, R.C., Delcour, J.A. 1995.** Formation, analysis, structure and properties of type 3 enzyme resistant starch. *Journal of Cereal Science*, 22: 12-138.

- Eliasson, A.C., Gudmundsson, M. 1996.** Starch: Physicochemical and functional aspects: Carbohydrates in food, Ed.: Eliasson, A.C., Marcel Dekker, New York, USA, pp.431–502.
- Ellis, R.P., Cochrane, M.P., Dale, M.F.B., Dupus, C.M., Lynn, A., Morrison, I.M., Prentice, R.D.M., Swanston, J.S., Tiller, S.A. 1998.** Starch Production and Industrial Use. *J Science Food Agriculture*, 77: 289-311.
- Englyst, H.N., Kingman, S.M., Cummings, J.H. 1992.** Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clinical Nutrition*, 46(2): 33-50.
- Englyst, H.N., Kingman, S.M., Hudson, G.J., Cummings, J.H. 1996.** Measurement of resistant starch in vitro and in vivo. *British Journal of Nutrition*, 75: 749–755.
- Escarpa, A., Gonzalez, M.C., Morales, M.D., Saura-Calixto, F. 1997.** An approach to the influence of nutrients and other food constituents on resistant starch formation. *Food Chemistry*, 60(4): 527–532.
- Eyidmir, E. 2006.** Kayısı çekirdeği ilavesinin eriştinin bazı kalite kriterlerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, Malatya.
- Farhat, I. A., Protzmann, J., Becker, A., Vallès-Pàmies, B., Neale, R., Hill S.E. 2001.** Effect of the extent of conversion and retrogradation on the digestibility of potato starch. *Starch/Stärke*, 53: 431-436.
- Fausto, F.D., Kacchi, A.I., Mehta, D. 1997.** Starch products in confectionery. *Beverage & Food World*, 24(4): 4–16.
- Ferguson, L.R., Tasman-Jones, C., Englyst, H., Harris, P.J. 2000.** Comparative effects of three resistant starch preparations on transit time and short-chain fatty acid production in rats. *Nutrition & Cancer*, 36: 230–237.
- Fredriksson, H., Silverio, J., Andersson, R., Eliasson, A.C., Aman, P. 1998.** The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization and retrogradation properties of different starches. *Carbohydrate Polymers*, 35: 119-134.
- Fu, B.X. 2008.** Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing. *Food Research International*. 41: 888-902.
- Gallant, D.J., Bouchet, B., Baldwin, P.M. 1997.** Microscopy of starch: Evidence of a new level of granule organization. *Carbohydrate Polymers*, 32: 177–191.
- Galvez, F.C.F., Resurreccion, A.V.A., Ware, G.O. 1994.** Process variables, gelatinized starch and moisture effects on physical properties of mungbean noodles. *Journal of Food Science*, 59 (2): 378-386.
- Garcia-Alonso, A., Jimenez-Escrig, A., Martin-Carron, N., Bravo, L., Saura-Calixto, F. 1999.** Assessment of some parameters involved in the gelatinization and retrogradation of starch. *Food Chemistry*, 66: 181–187.
- Ge, Y., Sun, A., Ni, Y., Cai, T. 2001.** Study and development of a defatted wheat germ nutritive noodle. *Eur. Food Research Technology*, 212: 344–348.
- Gelencser, T., Juhasz, R., Hodsagi, M., Gergely, Sz., Salgo, A. 2008.** Comparative study of native and resistant starches. *Acta Alimentaria*, 37(2): 255-270.
- Gonzalez-Soto, R.A., Agama-Acevedo, E., Solorza-Feria, J., Rendon-Villalobos, R., Bello-Perez, L.A. 2004.** Resistant starch made from banana starch by autoclaving and debranching. *Starch/Stärke*, 56: 495–499.
- Gonzalez-Soto, R.A., Mora-Escobedo, R., Hernandez-Sanchez, H., Sanchez-Rivera, M., Bello-Perez, L.A. 2007.** The influence of time and storage temperature on resistant

starch formation from autoclaved debranched banana starch. *Food Research International*, 40: 304–310.

Gudmundsson, M., Eliasson, A.C. 1990. Retrogradation of amylopectin and the effects of amylose and added surfactants/emulsifiers. *Carbohydrate Polymers*, 13: 295-315.

Guoquan, H., Kruk, M. 1998. Asian noodle technology. *American Institute of Baking Research Department Technical Bulletin*, 20(12): 1-10.

Guraya, H.S., James, C., Champagne, E.T. 2001. Effect of enzyme concentration and storage temperature on the formation of slowly digestible starch from cooked debranched rice starch. *Starch/Starke*, 53: 131–139.

Han, K.H., Fukushima, M., Kato, T., Kojima, M., Ohba, K., Shimada, K. 2003. Sterol excretions and hepatic mRNA levels in rats. *Lipids*, 38(9): 919–924.

Haralampu, S.G. 2000. Resistant starch—a review of the physical properties and biological impact of RS3. *Carbohydrate Polymers*, 41(3): 285–292.

Hatcher, D.W., Kruger, J.E., Anderson, M.J. 1999. Influence of water absorption on the processing and quality of oriental noodles. *Cereal Chemistry*, 76(4): 566-572.

Hatcher, D.W., Symons, S.J. 2000a. Image analysis of Asian noodle appearance: Impact of hexaploid wheat with a red seed coat. *Cereal Chemistry*, 77(3): 388-391.

Hatcher, D.W., Symons, S.J. 2000b. Influence of sprout damage on oriental noodle appearance as assessed by analysis. *Cereal Chemistry*, 77(3): 380-387.

Hatcher, D.W., Symons, S.J. 2000c. Assessment of oriental noodle appearance as a function of flour refinement and noodle type by image analysis. *Cereal Chemistry*, 77(2): 181-186.

Herceg, Z., Rezek, A., Lelas, V., Kresic, L.G., Franetovic, L.M. 2007. Effect of carbohydrates on the emulsifying, foaming and freezing properties of whey protein suspensions. *Journal of Food Engineering*, 79: 279–286.

Hickman, B.E., Janaswamy, S., Yao, Y. 2009. Autoclave and β -amylolysis lead to reduced in vitro digestibility of starch. *J. Agric. Food Chem.*, 57: 7005-7012.

Higgins, J.A. 2004. Resistant starch: Metabolic effects and potential health benefits. *Journal of the AOAC International*, 87(3): 761–768.

Hoseney, R.C. 1994. Principles of cereal science and technology. American Association of Cereal Chemists, St.Paul, USA, 378 pp.

Hou, G., Kruk, M. 1998. Asian Noodle Technology, *AIB Research Department Technical Bulletin*, Vol: XX, Issue 12.

Htoon, A.K., Uthayakumaran, S., Piyasiri, U., Appelqvist, I.A.M., López-Rubio, A., Gilbert, E., Mulder, R.J. 2010. The effect of acid dextrinisation on enzyme-resistant starch content in extruded maize starch. *Food Chemistry*, 120:140–149.

Hung, P.V., Phi, N.T., Vy, T.T. 2012. Effect of debranching and storage condition on crystallinity and functional properties of cassava and potato starches. *Starch/Stärke*, 64: 964–971.

Inglett, G.E., Peterson, S.C., Carriere, C.J., Maneepun, S. 2005. Rheological, textural, and sensory properties of Asian noodles containing an oat cereal hydrocolloid. *Food Chemistry*, 90:1-8.

Izydorczyk, M.S., Lagasse, S.L., Hatcher, D.W., Dexter, J.E., Rossnagel, B.G. 2004. The enrichment of Asian noodles with fiber-rich fractions derived from roller milling of hull-less barley. *J. Science Food Agriculture*, 85: 2094–2104.

Jane, J., Chen, J.F. 1992. Effects of amylose molecular size and amylopectin branch chain length on paste properties of starch. *Cereal Chemistry*, 69: 60–65.

- Jane, J., Chen, Y.Y., Lee, L.F., McPherson, A.E., Wong, K.S., Radosavljevic, M., Kasemsuwan, T. 1999.** Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chemistry*, 76 (5) : 629–637.
- Jayakody, L., Hoover, R. 2002.** The effect of lintnerization on cereal starch granules. *Food Research International*, 35: 665–680.
- Jeong, H.Y., Lim, S.T. 2003.** Crystallinity and pasting properties of freeze-thawed high amylose maize starch. *Starch/Stärke*, 55: 511-517.
- Jiang, G.S., Liu, Q. 2002.** Characterization of residues from partially hydrolyzed potato and high amylose corn starches by pancreatic alpha-amylase. *Starch/Starke*, 54: 527–533.
- Jobling, S. 2004.** Improving starch for food and industrial applications. *Current Opinion in Plant Biology*, 7: 210–218.
- Juhász, R., Salgó, A. 2008.** Pasting behavior of amylose, amylopectin and their mixtures as determined by RVA curves and first derivatives. *Starch/Starke*, 60: 70–78.
- Jun, W.J., Seib, P.A., Chung, O.K. 1998.** Characteristics of noodle flours from Japan. *Cereal Chemistry*, 75(6): 820-825.
- Karadeniz, D. 2007.** Farklı besinsel lif kaynaklarının ve hidrokolloidlerin erişte üretiminde kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Anabilim Dalı, Samsun.
- Karim, A.A., Norziah, M.H., Seow, C.C. 2000.** Methods for the study of starch retrogradation. *Food Chemistry*, 71: 9–36.
- Keenan, M.J., Zhou, J., Mccutcheon, K.L., Raggio, A.M., Bateman, H.G., Todd, E. 2006.** Effects of resistant starch, a non-digestible fermentable fiber, on reducing body fat. *Obesity*, 14: 1523–1534.
- Kim, S.K. 1996.** Instant Noodles: Pasta and Noodle Technology, Ed.: Krueger, J.E., Matsuo, R.B., Dick, J.W., Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, MN, USA, pp. 195-226.
- Kim, M.J., Choi, S.J., Shin, S.I., Sohn, M.R., Lee, C.J., Kim, Y. 2008.** Resistant glutarate starch from adlay: Preparation and properties. *Carbohydrate Polymers*, 74: 787–796.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Basman, A., Karacan, H. 2000.** Hububat Laboratuvarı El Kitabı. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları (Yayın No: 47), Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye.
- Köksel, H. 2005.** Karbonhidratlar: Gıda Kimyası, Editörler: Saldamlı, İ., Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, s. 49-132.
- Köksel, H., Basman, A., Kahraman, K., Ozturk, S. 2007.** Effect of acid modification and heat treatments on resistant starch formation and functional properties of corn starch. *International Journal of Food Properties*, 10: 691–702.
- Köksel, H., Masatcioglu, T., Kahraman, K., Ozturk, S., Basman, A. 2008a.** Improving effect of lyophilization on functional properties of resistant starch preparations formed by acid hydrolysis and heat treatment. *Journal of Cereal Science*, 47: 275–282.
- Köksel, H., Ozturk, S., Kahraman, K., Basman, A., Ozboy Ozbas, O., Ryu, G.H. 2008b.** Evaluation of molecular weight distribution, pasting and functional properties and enzyme resistant starch content of acid modified corn starches. *Food Science and Biotechnology*, 17(4): 755–760.

- Kruger, J.E. 1996.** “Noodle Quality-What Can We Learn from the Chemistry of Breadmaking? ”, in *Pasta and Noodle Technology*. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN, USA, p. 157–168.
- Kubomura, K. 1998.** Instant Noodles in Japan. *Cereal Foods World*, 43(4): 194–197.
- Lee, S.K., Mun, S.H., Shin, M.S. 1997.** Enzyme-resistant starch from mild acid-treatment maize starches. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 29: 1309–1315.
- Lee, L., Baik, B.K., Czuchajowska, Z. 1998.** Gorbanzo bean flour usage in cantonese noodles. *Journal of Food Science*, 63(3): 552-558.
- Lee, C.H., Cho, J. K., Lee, J.S., Koh, W., Park, W., Kim, C.H. 2002.** Enhancing β - carotene content in Asian noodles by adding pumpkin powder. *Cereal Chemistry*, 79(4): 593-595.
- Leu, R.K., Hu, Y., Young, G.P. 2002.** Effects of resistant starch and non-starch polysaccharides on colonic luminal environment and genotoxin-induced apoptosis in rat. *Carcinogenesis*, 23 (5): 713–719.
- Lin, P.Y., Czuchajowska, Z., Pomeranz, Y. 1994.** Enzyme-resistant starch in yellow layer cake. *Cereal Chemistry*, 71(1): 69–75.
- Lin, J.H., Chang, Y.H. 2006.** Molecular degradation rate of rice and corn starches during acid-methanol treatment and its relation to the molecular structure of starch. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 5880–5886.
- Liu, H.S., Yu, L., Xie, F.W., Chen, L. 2006.** Gelatinization of cornstarch with different amylose/amylopectin content. *Carbohydrate Polymers*, 65: 357–363.
- Liu, P., Yu, L., Wang, X., Li, D., Chen, L., Li, X. 2010a.** Glass transition temperature of starches with different amylose/amylopectin ratios. *J. of Cereal Sci.*, 51: 388-391.
- Liu, X., Yu, L., Xie, F., Li, M., Chen, L., Li, X. 2010b.** Kinetics and mechanism of thermal decomposition of cornstarches with different amylose/amylopectin ratios. *Starch/Starke*, 62: 139–146.
- Lopez, H.W., Levrat-Verny, M.A., Coudray, C., Besson, C., Krespine, V., Messenger, A. 2001.** Class 2 resistant starches lower plasma and liver lipids and improve mineral retention in rats. *Journal of Nutrition*, 131: 1283–1289.
- Luckett, C.R., Wang, Y.J. 2012.** Effects of beta-amylolysis on the resistant starch formation of debranched corn starches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(18): 4751-4757.
- Martinez-Flores, H.E., Chang, Y.K., Martinez-Bustos, F., Sgarbierid, V. 2004.** Effect of high fiber products on blood lipids and lipoproteins in hamsters. *Nutrition research*, 24(1): 85–93.
- Matsuo, R.R., Irvine, G.N. 1970.** Effect of gluten on cooking quality of spaghetti. *Cereal Chemistry*, 47: 173–180.
- Matveev, Y.I., van Soest, J.J.G., Nieman, C., Wasserman, L.A., Protserov, V.A., Ezernitskaja, M., Yuryev, V.P. 2001.** The relationship between thermodynamic and structural properties of low and high amylose maize starches. *Carbohydrate Polymers*, 44: 151–160.
- Mestres, C., Colonna, P., Buleon, A. 1988.** Gelation and crystallization of maize starch after pasting, drum drying or extrusion cooking. *J. Cereal Science*, 7: 123-134.
- Miao, M., Jiang, B., Zhang, T. 2009.** Effect of pullulanase debranching and recrystallization on structure and digestibility of waxy maize starch. *Carbohydrate Polymers*, 76: 214–221.

- Milasinovic, M.S., Radosavljevic, M.M, Dokic, L.P. 2010.** Effects of autoclaving and pullulanase debranching on the resistant starch yield of normal maize starch. *J. Serbian Chemical Society*, 75 (4): 449–458.
- Miskelly, D.M. 1984.** Flour components affecting paste and noodle color, *J. Science Food Agriculture*, 35: 463–471.
- Miskelly, D.M., Moss, H.J. 1985.** Flour quality requirements for chinese noodle manufacture. *Journal of Cereal Science*, 3: 379–387.
- Miskelly, D.M. 1996.** The use of alkali for noodle processing: Pasta and noodle technology, Ed.: Krueger, J.E., Matsuo, R.B., Dick, J.W., Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, MN, USA, pp. 227–274.
- Miskelly, D.M. 1998.** Modern noodle based foods raw material needs: Pacific people and their food, Ed.: Blakeney, A.B., Brien, L.O., Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, MN, USA, pp. 123–142.
- Morais, M.B., Feste, A., Miller, R.G., Lifichitz, C.H. 1996.** Effect of resistant starch and digestible starch on intestinal absorption of calcium, iron and zinc in infant pigs. *Paediatric Research*, 39(5): 872–876.
- Morris, C.F., Jeffers, H.C., Engle, D.A. 2000.** Effect of processing, formula and measurement variables on alkaline noodle color-toward an optimized laboratory system. *Cereal Chemistry*, 77(1): 77-85.
- Morrison, W.R., Tester, R.F., Snape, C.E., Law, R., Gidley, M.J. 1993.** Swelling and gelatinisation of cereal starches. IV. Some effects of lipid-complexed amylose and free amylose in waxy and normal barley starches. *Cereal Chemistry*, 70: 385-391.
- Moss, H.J., Miskelly, D.M., Moss, R. 1986.** The effect of alkaline conditions on the properties of wheat flour dough and cantonese-style noodles. *Journal of Cereal Science*, 4: 261-268.
- Moss, R., Gore, P.J., Murray, I.C. 1987.** The influence of ingredients and processing variables on the quality and microstructure of Hokkien, Cantonese and Instant Noodles. *Food Microstructure*, 6: 63-74.
- Mun, S.H., Shin, M. 2006.** Mild hydrolysis of resistant starch from maize. *Food Chemistry*, 96(1): 115–121.
- Mutungi, C., Rost, F., Onyango, C., Jaros, D., 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.
- Nagao, S. 1996.** Processing technology of noodle products in Japan, in pasta and noodle technology. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN, USA., p. 169–194.
- Nagao, S. 1998.** Traditional and changing food trends for wheat based foods, in Pacific people and their food. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN, USA, p. 13–24.
- Ndife, M., Şumnu, G., Bayındırılı, L. 1998.** Differential scanning calorimetry determination of gelatinization rates in different starches due to microwave heating. *Lebensm.-Wiss.u.-Technology*, 31: 484–488.
- Noda, T., Tonhnooka, T., Taya, S., Suda, I. 2001.** Relationship between physicochemical properties of starches and white salted noodle quality in Japanese wheat flours. *Cereal Chemistry*, 78(4): 395-399.
- Nugent, A.P. 2005.** Health properties of resistant starch. *British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin*, 30: 27–54.
- Oh, N.H., Seib, P.A., Deyoe, C.W., Ward, A.B. 1983.** Noodle I. Measuring the textural characteristics of cooked noodles. *Cereal Chemistry*, 60 (6): 433-438.

- Oh, M., Seib, P.A., Deyoe, C.W., Ward, A.B. 1985a.** Noodles. II. The surface firmness of cooked noodles from soft and hard wheat flours. *Cereal Chemistry*, 62(6): 431-436.
- Oh, M., Seib, P.A., Deyoe, C.W., Ward, A.B. 1985b.** Noodles. III. Effects of processing variables on quality characteristics of dry noodles. *Cereal Chemistry*, 62(6): 437-440.
- Oh, N.H., Finney, P.A., Pomeranz, Y. 1986.** Noodles. V. The determination of optimum water absorption of flour to prepare oriental noodles. *Cereal Chemistry*, 63(2): 93-96.
- Onyango, C., Bley, T., Jacob, A., Henle, T., Rohm, H. 2006.** Influence of incubation temperature and time on resistant starch type III formation from autoclaved and acid-hydrolysed cassava starch. *Carbohydrate Polymers*, 66: 494-499.
- Onyango, C., Mutungi, C. 2008.** Synthesis and in vitro digestion of resistant starch type III from enzymatically hydrolysed cassava starch. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 1860-1865.
- Özkaya, H., Seçkin, R., Ercan, R. 1984.** Bazı makarna çeşitlerinin kimyasal bileşimi ve pişme kalitesi üzerine araştırma. *Gıda*, 9(3): 133 - 161.
- Özkaya, H., Kahveci, B. 1990.** Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:14, Ankara, Türkiye.
- Özkaya, B., Özkaya, H., Büyükkız, E. 2001.** The cooking properties of "erişte" (turkish noodle) produced by traditional methods. *Getreide Mehl Und Brot*, 55: 120-125.
- Özkaya, B., Özkaya, H., Bayrak, H., Gökpınar, F. 2004.** Erişte kalitesine kurutma işlemlerinin etkileri. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Geleneksel Gıda Sempozyumu, 23-24 Eylül, 2004, Van, Türkiye.
- Öztürk, B. 2007.** Çiğ ve pişmiş koyun, keçi ve inek sütü ile üretilen ev eriştelere kalite kriterlerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Öztürk, S. 2008.** Farklı nişasta kaynaklarından enzime dirençli nişasta üretimi ve karakterizasyonu. *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Anabilim Dalı, Ankara.
- Öztürk, S., Koksel, H., Kahraman, K., Ng, P.K.W. 2009.** Effect of debranching and heat treatments on formation and functional properties of resistant starch from high-amylose corn starches. *Eur Food Res Technology*, 229: 115-125.
- Öztürk, S., Koksel, H., Ng, P.K.W. 2011.** Production of resistant starch from acid modified amylopectin starches with enhanced functional properties. *Journal of Food Engineering*, 103: 156-164.
- Panozzo, J.F., McCormick, K.M. 1993.** The Rapid viscoanalyser as a method of testing for noodle quality in a wheat breeding programme. *Journal of Cereal Science*, 17: 25-32.
- Parker, R., Ring, S.G. 2001.** Aspects of the physical chemistry of starch. *Journal of Cereal Science*, 34:1-17.
- Perez, S., Bertoft, E. 2010.** The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: A comprehensive review. *Starch/Starke*, 62: 389-420.

- Polesi, L.F., Sarmiento, S.B.S, Franco, C.M.L. 2011.** Production and physicochemical properties of resistant starch from hydrolysed wrinkled pea starch. *International Journal of Food Science & Technology*, 46: 2257-2264.
- Polesi, L.F., Sarmiento, S.B.S. 2011.** Structural and physicochemical characterization of RS prepared using hydrolysis and heat treatments of chickpea starch. *Starch/Stärke*, 63(4): 226-235.
- Pongjanta, J., Utaipattanaceep, A., Naivikul, O., Piyachomkwan, K. 2009.** Debranching enzyme concentration effected on physicochemical properties and α -amylase hydrolysis rate of resistant starch type III from amylose rice starch. *Carbohydrate Polymers*, 78: 5–9.
- Premavalli, K.S., Roopa, S., Bawa, A.S. 2006.** Resistant starch – A functional dietary fiber. *Indian Food Industry*, 25(2): 40–45.
- Raben, A., Tagliabue, A., Christensen, N. J., Madsn, J., Holst, J.J., Astrup, A. 1994.** Resistant starch: The effect on postprandial glycemia, hormonal response and satiety. *American Journal of Clinical Nutrition*, 60: 544–551.
- Reader, D., Johnson, M.L., Hollander, P., Franz, M. 1997.** Response of resistant starch in a food bar vs. two commercially available bass in persons with type II diabetes mellitus. *Diabetes*, 46 (1): 254-261.
- Reddy, C.K., Suriya, M., Haripriya, S. 2013.** Physico-chemical and functional properties of resistant starch prepared from red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*.L) starch by enzymatic method. *Carbohydrate Polymers*, 95: 220-226.
- Richardson, S., Gorton, L. 2003.** Characterisation of the substituent distribution in starch and cellulose derivatives. *Analytica Chimica Acta*, 497: 27–65.
- Roberfroid, M.B. 2000.** Prebiotics and probiotics: Are they functional foods? *American Journal of clinical Nutrition*, 71(6): 1682–1687.
- Ross, A.S., Quail, K.J., Crosbie, G.B. 1997.** Physicochemical properties of Australian flours influencing the texture of yellow alkaline noodles. *Cereal Chemistry*, 74(6): 814-820.
- Sajilata, M.G., Singhal, R.S. 2005.** Specialty starches for snack foods. *Carbohydrate Polymers*, 59: 131–151.
- Sajilata, M.G., Singhal, R.S., Kulkarni, P.R. 2006.** Resistant starch—a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5: 1–17.
- Sanz, T., Salvador, A., Baixauli, R., Fiszman, S.M. 2009.** Evaluation of four types of resistant starch in muffins. II. Effects in texture, colour and consumer response. *Eur Food Research Technology*, 229: 197–204.
- Sakharam, K.P. 2004.** Resistant starches as low-carb ingredients-Current applications and issues. *Cereal Foods World*, 49: 292-294.
- Shamai, K., Bianco-Peled, H., Shimoni, E. 2003.** Polymorphism of resistant starch type III. *Carbohydrate Polymers*, 54: 363-369.
- Sharma, A., Yadav, B.S., Ritika. 2008.** Resistant starch: Physiological roles and food Applications. *Food Reviews International*, 24(2): 193–234.
- Shelke, K., Dick, J.W., Holm, Y.F., Loo, K.S. 1990.** Chinese wet noodle formulation: A response surface methodology study. *Cereal Chemistry*, 67(4): 338–342.
- Shi, Y.C., Capitani, T., Trzasko, P., Jeffcoat, R. 1998.** Molecular structure of a low-amylopectin starch and other high-amylose maize starches. *J. of Cereal Science*, 27: 289–299.
- Shi, M., Chen, Y., Yu, S., Gao, Q. 2013.** Preparation and properties of RS III from waxy maize starch with pullulanase. *Food Hydrocolloids*, 33: 19-25.

- Shrestha, A.K., Ng, C.S., Lopez-Rubio, A., Blazek, J., Gilbert, E.P., Gidley, M.J. 2010.** Enzyme resistance and structural organization in extruded high amylose maize starch. *Carbohydr. Polym.*, 80: 699–710.
- Sievert, D., Pomeranz, Y. 1989.** Enzyme-resistant starch. I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical, and microscopic methods. *Cereal Chemistry*, 66: 342–347.
- Singh, J., Singh, N. 2003.** Studies on the morphological and rheological properties of granular cold water soluble corn and potato starches. *Food Hydrocolloids*, 17: 63-72.
- Singh, J., Lelane, C., Stewart, R.B., Singh, H. 2010.** Formation of starch spherulites: Role of amylose content and thermal events. *Food Chemistry*, 121: 980–989.
- Song, Y., Jane, J. 2000.** Characterization of barley starches of waxy, normal, and high amylose varieties. *Carbohydrate Polymers*, 41: 365-377.
- Sözer, N. 2006.** Rheological properties of spaghetti enriched with resistant starch. *Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Ana Bilim Dalı, Gaziantep.*
- Sözer, N., Dalgıç, A.C., Kaya, A. 2007.** Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. *J Food Engineering*, 81(2): 476–484.
- Sözer, N., Dalgıç, A.C. 2007.** Modelling of rheological characteristics of various spaghetti types. *Eur Food Research Technology*, 225(2): 183–190
- Sözer, N., Kaya, A., Dalgıç, A.C. 2008.** The effect of resistant starch addition on viscoelastic properties of cooked spaghetti. *J Texture Studies*, 39(1): 1–16.
- Stevens, D.J., Elton, G.A.H. 1971.** Thermal properties of the starch water system. I. Measurement of heat of gelatinization by differential scanning calorimetry. *Starch/Stärke*, 23: 8–11.
- Svihus, B., Uhlen, A.K., Harstad, O.M. 2005.** Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 122: 303–320.
- Symons, S.J., Hatcher, D.W., Kruger, J.E. 1999.** Measurement of the time-dependent appearance of discolored spots in alkaline noodles by image analysis. *Cereal Chemistry*, 76(2): 189-194.
- Şimşek, S., El, S.N. 2012.** Production of resistant starch from taro (*Colocasia esculenta L., Schott*) corn and determination of its effects on health by in vitro methods. *Carbohydrate Polymers*, 90: 1204–1209.
- Tan, I., Torley, P.J., Halley, P.J. 2008.** Combined rheological and optical investigation of maize, barley and wheat starch gelatinisation. *Carbohydrate Polymers*, 72: 272–286.
- Tapsell, L.C. 2004.** Diet and metabolic syndrome: Where does resistant starch fit in? *Journal of the Association of Analytical Chemists International*, 87(3): 756–760.
- Tester, R.F., Morrison, W.R. 1990.** Swelling and gelatinisation of cereal starches. II. waxy rice starches. *Cereal Chemistry*, 67(6): 558–563.
- 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., Mahadevamma, S. 2003.** Grain legumes: A boon to human nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, 14: 507–518.
- Thompson, D.B. 2000.** On the non-random nature of amylopectin branching. *Carbohydrate Polymers*, 43: 223–239.

- Topgöl, M. 1996.** Zenginleştirilmiş makarnalarda değişik kurutma şartlarının ve pişirmenin makarna kalitesi ve bazı besin öğeleri üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Anabilim Dalı, İzmir.
- Topping, D.L., Clifton, P.M. 2001.** Short chain fatty acids and human colonic function: Roles of resistant starch and non-starch polysaccharides. *Physiological Review*, 81: 1031–1064.
- Toyokawa, H., Rubenthaler, G.L., Powers, J.R., Schanus, E.G. 1989a.** Japanese noodle qualities. I. Flour components. *Cereal Chemistry*, 66(5): 382-386.
- Toyokawa, H., Rubenthaler, G.L., Powers, J.R., Schanus, E.G. 1989b.** Japanese noodle qualities. II. Starch components. *Cereal Chemistry*, 66(5): 387-391.
- Trinidad, T.P., Wolever, T.M.S., Thompson, L.U. 1996.** Effect of acetate and propionate on calcium absorption from the rectum and distal colon of humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 63: 574–578.
- Truwell, A.S. 1992.** Glycemic index of foods. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46(2): 91–101.
- Tülbek, Ç.M. 1999.** Türkiye’de üretilen unlarda temel kalite değişkenleri ile erişte yapım kalitesi arasındaki ilişkinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gıda Müh. Anabilim Dalı, İstanbul.
- Tülbek, Ç.M., Boyacıoğlu, H.M. 1999.** Erişte: Hammadde ve son ürün kalitesi. *Dünya-Gıda Dergisi*, 50: 40-45.
- Uzunoğlu, N. 2002.** Erişte kalitesini etkileyen bazı faktörler üzerine araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Anabilim Dalı, Ankara.
- Vadlamani, K.R., Seib, P.A. 1996.** Reduced browning in raw oriental noodles by heat and moisture treatment of wheat. *Cereal Chemistry*, 73(1): 88-95.
- Varavinit, S., Shobsngob, S., Varanyanond, W., Chinachoti, P., Naivikul, O. 2002.** Freezing and thawing conditions affect the gel stability of different varieties of rice flour. *Starch/Stärke*, 54 (1): 31–36.
- Vasanthan, T., Bhatt, R.S. 1998.** Enhancement of resistant starch (RS3) in amylo maize, barley, field pea and lentil starches. *Starch/Stärke*, 50: 286–291.
- Wang, Y.J., White, P.J., Pollak, L. 1993.** Physicochemical properties of starches from mutant genotypes of Oh43 inbred line. *Cereal Chemistry*, 70: 199–203.
- Wang, L., Seib, P.A. 1996.** Australian salt noodle flours and their starches compared to U.S. wheat flours and their starches. *Cereal Chemistry*, 73(2): 167-175.
- Wang, Y.J., Wang, L. 2001.** Structures and physicochemical properties of acid-thinned corn, potato and rice starches. *Starch/Stärke*, 53: 570–576.
- Wang, Y.J., Truong, V.D., Wang, L. 2003.** Structures and rheological properties of corn starch as affected by acid hydrolysis. *Carbohydrate Polymers*, 52: 327–333.
- Wepner, B., Berghofer, E., Miesenberger, E., Tiefenbacher, K., Ng, P.K.W. 1999.** Citrate Starch – Application as resistant starch in different food systems. *Starch/Starke*, 51: 354-361.
- Witt, T., Gidley, M.J., Gilbert, R.G. 2010.** Starch digestion mechanistic information from the time evolution of molecular size distributions. *J.Agric. Food Chem.*, 58: 8444-8452.
- Xie, X., Liu, Q. 2004.** Development and physicochemical characterization of new resistant citrate starch from different corn starches. *Starch/Stärke*, 56(8): 364–370.
- Xie, X., Cui, S. W., Li, W., Tsao, R. 2008.** Isolation and characterization of wheat bran starch. *Food Research International*, 41: 882–887.

- Xie, F., Liu, W.C., Liu, P., Wang, J., Halley, P.J., Yu, L. 2010.** Starch thermal transitions comparatively studied by DSC and MTDSC. *Starch/Starke*, 62: 350–357.
- Yalçın, S. 2005.** Glutensiz erişte üretimi üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Yeo, L.L., Seib, P.A. 2000.** Physical properties of cross-linked starch RS4 and its breadmaking properties. In *Proceedings of AACCC 2000 Annual Meeting*, Kansas City, Missouri, USA.
- Yoshimoto, Y., Tashiro, J., Takenouchi, T., 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., Remesy, C. 1995.** Resistant starch is more effective than cholestyramine as a lipid-lowering agent in the rat. *Lipids*, 30: 847–853.
- Yuan, R.C., Thompson, D.B., Boyer, C.D. 1993.** Fine structure of amylopectin in relation to gelatinisation and retrogradation behaviour of maize from three wx containing genotypes in two inbred lines. *Cereal Chemistry*, 70: 81-89.
- Yue, P., Waring, S. 1998.** Resistant starch in food applications. *Cereal Foods World*, 43(9): 690–695.
- Yun, S.H., Rema, G., Quail, K. 1997.** Instrumental assesment of Japanese white salted noodle quality. *Journal of Food Agriculture*, 74:81-88.
- Yurvey, V.P., Kalistratova, E.N., Van Soest, J.G.J., Niemann, C. 1998.** Thermodynamic properties of barley starches with different amylose content. *Starch/ Stärke*, 50: 463-466.
- Zaragoza, E.F., Riquelme-Navarrete, M.J., Sanchez-Zapata, E., Perez- Alvarez, J.A. 2010.** Resistant starch as functional ingredient: A review. *Food Research International*, 43: 931–942.
- Zavareze, E.R., Mello El Halal, S.L., Santos, D.G., Helbig, E., Pereira, J.M., Guerra Dia, A.R. 2012.** Resistant starch and thermal, morphological and textural properties of heat-moisture treated rice starches with high-, medium- and low-amylose content. *Starch/ Stärke*, 64: 45–54
- Zhang, H., Jin, Z. 2011a.** Preparation of resistant starch by hydrolysis of maize starch with pullulanase. *Carbohydrate Polymers*, 83: 865–867.
- Zhang, H., Jin, Z. 2011b.** Preparation of products rich in resistant starch from maize starch by an enzymatic method. *Carbohydrate Polymers*, 86(4): 1610-1614.
- Zhao, X.H., Lin, Y. 2009a.** Resistant starch prepared from high-amylose maize starch with citric acid hydrolysis and its simulated fermentation in vitro. *Eur Food Research Technology*, 228(6): 1015–1021.
- Zhao, X.H., Lin, Y. 2009b.** The impact of coupled acid or pullulanase debranching on the formation of resistant starch from maize starch with autoclaving–cooling cycles. *Eur Food Research Technology*, 230: 179-184.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ayşe Neslihan (İNKAYA) DÜNDAR

Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa/ 06.01.1984

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bursa Ulubatlı Hasan Anadolu Lisesi, 2002

Lisans : Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği, 2006

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Müh. A.B.D., 2008

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : U.Ü.Yenişehir İbrahim Orhan MYO, 2009-

İletişim (e-posta) : neslihanayse@gmail.com

Yayınları* :

Uluslararası Makaleler

Degirmencioglu, N., Gocmen, D., Dundar, (Inkaya) A.N., Aydin, E., Guldaz, M., Gonenc, S. 2011. Influence of modified atmosphere packaging and potassium sorbate on microbiological characteristics of sliced bread. *J Food Sci Tech.*, 48(2):236-241.

Dundar (Inkaya), A.N., Gocmen, D., Ozturk, S., Koxsel, H. 2009. An investigation on the functional properties of chestnut flours and their potential utilization in low-fat cookies. *Food Sci. and Biotech.*, 18(6): 1404-1410.

Dundar, A.N., Gocmen, D. 2013. Effects of autoclaving temperature and storing time on resistant starch formation and its functional and physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*, 97:764-771.

Gocmen, D., Inkaya, A.N., Aydın, E. 2009. Flat breads. *Bulgarian J. of Agric. Sci.* 15(4): 298-306.

Sahan, Y., Dundar, A.N., Aydın, E., Kilci, A., Dulger, D., Kaplan, F.B., Gocmen, D., Celik, G. 2013. Characteristics of cookies supplemented with oleaster (*elaegnus angustifolia* l.) flour. I. Physicochemical, sensorial and textural properties. *Journal of Agricultural Science*, 5(2): 160-168.

Tosun, I., Dundar (Inkaya), A.N. 2010. Resveratrol as a health and disease benefit agent. *Food Reviews Int.*, 26(1): 85-101.

Ulusal Makaleler

Dundar (Inkaya), A.N., Tosun, İ. 2008. Gluten proteins and their determination with polyacrylamide gel electrophoresis/Gluten proteinleri ve poliakrilamid jel elektroforez ile tespiti. *Unlu Mamuller Teknolojisi/Technology of Flour Products*, 84: 26-32.

Kongreler

Aydın, E., Dundar, A.N., Aydın, M., Göçmen, D. 2013. Traditional Turkish flat breads. *2. Uluslararası Adriyatikten Kafkaslara Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 24-26 Ekim, Struga/Makedonya.

Dundar (İnkaya), A.N., Tosun, İ., Gürbüz, O., Göçmen, D. 2008. Sodyum Dodesil Sülfat Poliakrilamid Jel Elektroferez (SDS-PAGE) Tekniği ile Gluten Proteinlerinin Tespiti. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 407-408, 21-23 Mayıs, Erzurum/Türkiye.

Dundar (İnkaya), A.N., Gocmen, D., Ozturk, S., Koksel, S. 2011. Effects of chestnut flour on cookie quality. *6th International Congress "Flour-Bread'11" & 8th Croatian Congress of CerealTechnologists "Brašno-Kruh'11"*, 12-14 October, Opatija/CROATIA.

Dündar, A.N., Göçmen, D. 2011. Poliakrilmaid jel elektroferez yöntemi ile gliadin proteinlerinin ayrımı. *Uludağ Üniversitesi Bilgilendirme ve AR-GE Günleri*. 15-16 Kasım, Bursa/Türkiye.

Dündar, A.N., Göçmen, D. 2012. Dirençli Nişastanın Fonksiyonel Özellikleri. *Uludağ Üniversitesi Bilgilendirme ve AR-GE Günleri*. 13-15 Kasım, Bursa/Türkiye.

Dündar, A.N., Göçmen, D. 2013. The effect of high autoclaving temperatures on the resistant starch formation and its functional properties. *EuroFoodChem XVII*, 7-10 May, İstanbul/Turkey.

Dündar, A.N., Göçmen, D. 2013. Dirençli nişasta ilaveli fonksiyonel erişte. *II. Uluslararası Gıda Ar-Ge Pazarı*, 3-4 Haziran, İzmir/Türkiye.

Dündar, A.N. 2013. Bursa Yenişehir ilçesi ve köylerine özgü ekmek çeşitleri. *Tarihten Günümüze Yenişehir Sempozyumu*. 25-26 Ekim, Bursa/Türkiye.

Gocmen, D., Dundar (İnkaya), A.N. 2008. Mold spoilage concerns of bread and some bakery products. *Bosphorus 2008 ICC International Conference*, April 24-26, İstanbul/Turkey.

Gocmen, D., Dundar (İnkaya), A.N., Aydın, E., Yukselci, A. 2011. Nutritional and functional properties of resistant starch. *6th International Congress "Flour-Bread'11" & 8th Croatian Congress of CerealTechnologists "Brašno-Kruh'11"*, 12-14 October, Opatija/CROATIA.

Gurbuz, O., Gocmen, D., Dagdelen, A.F., Dundar (İnkaya), A.N., Tosun, I. 2007 Effect of lactic starter on electrophoretic patterns of gliadins. *5th International Food Technology Congress*, March 9-11, Thessaloniki/Greece.

Sahan, Y., Cansev, A., Inkaya, A.N., Aydın, E., Dulger, D., Kaplan, F.B., Gocmen, D., Celik, G., Gucer, S. 2012. Functional food ingredient: Oleaster flour. *1st International Conference on Nutraceutical and Cosmetic Science(ICNaCS)*, 22-23 October, Kuala Lumpur, Malaysia.

Sahan, Y., Cansev, A., Dundar, A.N., Aydın, E., Dulger, D., Kaplan, F.B., Kilci, A., Celik, G., Gocmen, D., Gucer, S. 2012. Studies on Bioactivities of Pericarp and Mesocarp Fraction of Fresh *Eleagnus angustifolia* L. Fruit. *3rd PAK-TURK Conference on Chemical Sciences*, 13-15 September, Bursa/ Turkey.

Şahan, Y., Cansev, A., Dündar (İnkaya), A.N., Aydın, E., Dülger, D., Kaplan, H.B., Göçmen, D., Çelik, G., Güçer, Ş. 2012. İğde ununun kimyasal ve mineral içeriğinin belirlenmesi. *11. Gıda kongresi*, 10-12 Ekim, Hatay/Türkiye.

Şahan, Y., Dündar (İnkaya), A.N., Aydın, E., Dülger, D., Kaplan, H.B., Çelik, G., Göçmen, D., Cansev, A., Güçer, Ş. 2013. Fonksiyonel bir gıda: İğde katkılı bisküvi. *II. Uluslararası Gıda Ar-Ge Pazarı*, 3-4 Haziran, İzmir/Türkiye.

Şahan, Y., Göçmen, D., Cansev, A., Çelik, G., Dündar (İnkaya), A.N., Aydın, E., Dülger, D., Kaplan, H.B. 2014. İğde unu üretimi ve yöntemi. *Bilim ve Teknoloji Haftası*, 12-14 Mart, Bursa/Türkiye.

Şahan, Y., Göçmen, D., Cansev, A., Çelik, G., Dündar (İnkaya), A.N., Aydın, E., Dülger, D., Kaplan, H.B. 2014. İğde unundan mamül bisküvi. *Bilim ve Teknoloji Haftası*, 12-14 Mart, Bursa/Türkiye.

TMMOB Gıda Müh. Odası Bursa Şubesi ve TÜYAP işbirliği ile düzenlenen Bursa Gıda-Tek Fuarı kapsamındaki “Türkiye’de Unlu Mamuller Teknolojisindeki Gelişmeler ve Unlu Mamuller Sektöründe Kullanılan Katkı Maddeleri“ konulu panelde **(25.02.2011) Panelist**

Tosun, İ., Dündar (İnkaya), A.N., Gürbüz, O., Göçmen, D. 2007. Protein fraksiyonlarının belirlenmesinde elektroforetik yöntemler. *3. Ulusal Afinité Teknikleri Kongresi*, 12-14 Eylül, Bursa/Türkiye.

Projeler

Şahan, Y., Göçmen, D., Cansev, A., Çelik, G., Dülger, D., Dündar (İnkaya), A.N., Aydın, E. 2010. İğde (*Eleagnus angustifolia* L.) bileşiminin belirlenmesi ve iğde ununun bisküvide kullanımı. Tübitak-TOVAG: 110O060, 2 yıl. **(Yardımcı Araştırmacı)**

Göçmen, D., Dündar (İnkaya), A.N. 2011. Yüksek amilozlu mısır nişastasından dirençli nişasta oluşumu üzerine jelatinizasyon ve retrogradasyon parametrelerinin etkisi. U.Ü. BAP, Proje No: UAP(Z)-2011/64, 2011, 2 yıl. **(Yardımcı Araştırmacı)**