

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI**

76918

**TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**FARKLI YÖNTEMLER UYGULANARAK ELDE EDİLMİŞ MODİFİYE
NIŞASTALARIN KEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

76918

M. Murat KARAOĞLU

Yönetici: Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK

Ortak Yönetici: Yrd. Doç. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

Normal ve farklı yöntemler uygulanarak modifiye edilmiş buğday ve mısır nişastalarının fizikokimyasal ve termoanalitik özelliklerinin belirlenmesi ile bu nişastaların değişik oranlarda kek karışımlarında kullanılmasının kek kalitesine etkisi ve karşılaşılan problemlerin giderilebilme imkanlarının araştırılması amaçlanmıştır.

Denemenin kuruluşunda faktör olarak; nişasta çeşidi (buğday ve mısır nişastası), modifiye yöntemi (normal nişasta, önceden çirşlendirilmiş, asit ile inceltilmiş, çapraz bağlanmış ve dekstrinize edilmiş modifiye nişasta) ve nişasta seviyesine (un esasına göre, % 0, % 10, % 20, % 30) yer verilmiştir.

Uygulanan modifikasyon işlemleri, nişastanın fizikokimyasal ve termoanalitik özelliklerinde önemli ölçüde değişiklikler meydana getirmiştir. Buğday nişastası, mısır nişastasından daha yüksek kek miksi viskozitesi, kek hacmi, kek spesifik hacmi ve daha koyu kek içi rengi vermiştir. Normal modifiye nişasta ilavesi, kek miksi viskozitesini azaltırken penetrasyon değerini ve tekstürünü artırıcı yönde etkili olmuştur.

Araştırma sonuçları ışığında, un esasına göre % 10'luk katkı seviyesinde önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta ilavesinin kek kalitesi üzerine olumlu etkisi olmuştur.

SUMMARY

The objectives of this research were to determine physico-chemical and thermoanalytical properties of wheat and corn starch modified with different techniques, and to investigate the quality of cakes prepared from these starches, and to improve the problems faced during the processing.

The during of this research was follows; starch types (wheat and corn) as factors, and modified techniques (nonmodified, pregelatinized, thinned with acid, cross-linked and modified with dextrinisation) including intact forms of these starches, starch level (0, 10, 20, and 30 %) based on flour in the cake mix.

The result of this study showed that the starch modification techniques had significant alterations on physico-chemical and thermoanalytical properties of the starches. Wheat starch had higher cake viscosity, total cake volume, specific cake volume and darker internal color than corn starch. Addition of normally modified starch increased the softness and texture value of the cakes while decreasing the viscosity of cake mix.

In the light of this research, it can be concluded that addition of 10 % pregelatinized starch could improve the general quality of the cake produced in this study.

TEŞEKKÜR

Bu çalıőmanın planlanmasında ve yşrştşlmesinde bana yardımcı olan danıőmanım Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK'e ve bştşn çalıőmalarım sırasında her tşrlş desteğini benden esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. H. Gşrbşz KOTANCILAR'a teőekkřrř bir borç bilirim. Ayrıca DSC çalıőmalarında bana yardımcı olan Arő. Gşr. Nesimi AKTAŐ'a da teőekkřrř ederim.

Erzurum, Haziran - 1998

M.Murat KARAOğLU



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
SUMMARY.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE METOT.....	19
2.1. Materyal.....	19
2.1.1. Un.....	19
2.1.2. Yumurta.....	19
2.1.3. Süt.....	19
2.1.4. Nişasta.....	19
2.1.5. Diğer Materyaller.....	19
2.2. Metot.....	20
2.2.1. Denemenin Düzenlenmesi.....	20
2.2.2. Modifiye Nişastaların Elde Edilmesi.....	20
2.2.2.1. Önceden Çişlendirilmiş Modifiye Nişasta.....	20
2.2.2.2. Asit İle İnceltilmiş Modifiye Nişasta.....	20
2.2.2.3. Çapraz Bağlanmış Modifiye Nişasta.....	20
2.2.2.4. Dekstrinize Edilmiş Modifiye Nişasta.....	21
2.2.3. DSC ile Nişasta Örneklerinin Termoanalitik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	21
2.2.4. Unda ve Nişastada Yapılan Kimyasal Analizler.....	21
2.2.5. Düşme ve Sıvılaşma Değerlerinin Belirlenmesi.....	22
2.2.6. Renk Yoğunluğu Ölçümleri.....	22
2.2.7. Çevirme Derecesi ve Nişasta Miktarının Belirlenmesi.....	22
2.2.8. Zedelenmiş Nişasta Miktarının Belirlenmesi.....	23
2.2.9. Nişasta ve Kek Karışımının Viskozite Ölçümü.....	24
2.2.10. Kek Pişirme Denemeleri.....	24
2.2.11. Kek İçi Yumuşaklığının Ölçülmesi.....	26
2.2.12. Keklerin Duyusal Analizleri.....	26
2.2.13. Kekte Yapılan Diğer Analizler.....	26
2.2.14. İstatistik Analizler.....	27
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
3.1. Analitik Çalışmalar.....	28
3.1.1. Unun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	28
3.1.2. Nişastaların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	28
3.2. Kek Karışımına Ait Viskozite ve pH Değerleri.....	37
3.3. Kek Pişirme Denemeleri.....	45
3.3.1. Kek Fiziksel Özelliklerine Ait Sonuçlar.....	45
3.3.2. Kek İç ve Kabuk Renk Yoğunluğu.....	62
3.3.3. Kek İçi Yumuşaklık Değeri.....	69
3.3.4. Kekin Duyusal Değerlendirilmesi.....	76
4. GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER.....	82
KAYNAKLAR.....	84

1.GİRİŞ

Nişasta, tarih boyunca insanoğlu tarafından en çok kullanılan maddelerden biri olmuştur. Uygarlığın gelişmesiyle birlikte nişasta da endüstride gittikçe yaygınlaşan bir kullanım alanı bulmuştur. 14. yüzyılda ticari bir ürün olarak kullanılmaya başlanmıştır. 19. yüzyılın ilk yarısından itibaren ise buğday ve arpa nişastasına ilaveten patatesten de nişasta elde edilirken, bu aşamayı günümüzde en önemli nişasta kaynaklarından biri olan mısır nişastası endüstrisinin gelişmesi izlemiştir (Uluöz vd., 1974).

Nişasta, çoğunlukla 1,4 ve daha az 1,6 pozisyonlarında olmak üzere alfa bağlarından oluşan ve bütün tahıllarda en önemli karbonhidrat kaynağı olan bir glikoz polimeridir. Buğday, arpa ve yulafda nişastanın % 23'ü , pirinç ve Dent mısır nişastasının yaklaşık % 27'si , amylo mısırın % 50'si, patates nişastasının % 24'ü, pirinç nişastasının % 17'si amilozdur. Fakat Waxy mısır nişastasının tamamı amilopektinden oluşmaktadır. Nişastanın amiloz/amilopektin oranı ve jeletinizasyon sıcaklığı gibi özellikleri, bitkinin yetişme şartları ve evre şartlarına bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Amiloz zinciri 20 - 30, amilopektin zinciri ise 18 - 36 glikoz ünitesi içermektedir (Kent, 1970; Uluöz vd., 1974; Campell et al., 1994).

Nişasta tabiatta, mikroskobik, küresel veya partiküler şekilde bulunmaktadır. Granül nişastanın kristal tabiatı, nişasta molekülünü teşkil eden amiloz ve amilopektin fraksiyonlarının, hidrojen bağları ile teşkil ettikleri misel yapısından kaynaklanmaktadır. Bir nişastanın misel agregasyonu, nişasta molekülleri arasındaki birleşmenin derecesine bağlıdır. Genellikle nişasta moleküllerinin lineer fraksiyonlarının (amiloz) paralel bir konumda bir araya gelerek, kristal misel yapısı oluşurmaya yatkınlığı daha yüksektir. Yüksek oranda birleşmenin olduğu bir granülda, miseller üç boyutlu bir ađ teşkil edecek tarzda karışık olarak bir araya gelmiştir. Bu misel yapı nişastanın, soğuk suda çözünmeme, şişmeye ve enzim aktivitesine karşı mukavemet, kristalizasyon gibi kendine has özelliklerini oluşurmaktadır (Ertugay ve Kotancılar, 1988).

Nişasta taneciğinde belli veya belirsiz hilum denilen bir küçük noktacık vardır. Bu noktacıktan dışa doğru uzanan radial amorf ve kristal bölgeler bulunmaktadır. Kristal bölge, nişastanın yaklaşık olarak % 30'unu oluşturmaktadır. Amilozun hemen hemen tamamı amorf bölgede olmasına rağmen amilopektinin büyük bir bölümü kristal bölgede yer almaktadır. Nişasta tanecikleri, bulunduğu tahıl çeşidine ve tane içindeki konumuna göre değişik Şekil ve boyutlarda, tek veya bileşik olarak bulunabilmektedir (Davis, 1994; Elgün ve Ertugay, 1997).

Nişasta, tanenin endosperm hücreleri içindeki protein matriksinde gömülü tanecikler Şeklinde bulunur. Tahıl ve tahıl ürünlerindeki nişasta; yağ, lif ve protein gibi diğer bileşenler ile direkt temas halinde olup ürünün tekstür kalitesi üzerine önemli düzeyde etki etmektedir (Eynard et al., 1995).

Buğday nişasta granülleri, oldukça ince ve yuvarlak bir yapıya sahip olup granül büyüklükleri, büyüklerde 25-35 μ ; küçüklerde ise 2-8 μ arasındadır. Őiřmiř granüller, karakteristik bir eğri Őekle sahip olmaktadır. Mısır nişastası granülleri ise, genelde prolongal bir Şekil göstermektedir (Pylar, 1979).

Yapılan araştırmalarda, farklı orjinlerden elde edilen amilozların; molekl büyüklüğü, dallı ve düz moleküllerin molar fraksiyonu ve zincir uzunluğu gibi özellikleri kendilerine has olduğu halde, farklı pirinç ve patates varyetelerinin amilozlarının belirtilen özellikleri arasında herhangi bir farklılık bulunmadığu belirtilmiştir. Bu bilgiler, amilozun doğal yapısının, bitki türüne bağlı olduğunu göstermektedir. Mesela amilo mısır nişastasının amilozu, normal mısır nişastasının amilozundan daha küçük molekl yapısına sahiptir (Takeda et al., 1989).

Nişastanın amiloz fraksiyonu, iyot ile mavi; amilopektin fraksiyonu ise iyot ile kıızıl-mor renk vermektedir. Sağlam nişastada renk değişimi gözlenmemekte, fakat nişastanın mekanik etkenlerle zedelenmesi ve nişastanın ėiriřlenmesi sonucu amiloz kısmı iyotla temas ettiğinde nişasta maviye boyanmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1997). Konu ile ilgili bir araştırmada, amiloz-iyot kompleksinin

oluşmasında, reaksiyonun başlayabilmesi için reaksiyon ortamında tri iyot (I_3) iyonlarının bulunması gerektiği bildirilmiştir (Knutson, 1986).

Günümüzde nişasta, hammadde olarak kullanılan tohumların özelliklerine göre değişik yöntemlerle elde edilmektedir. Gıda sanayinin giderek gelişmesi, piyasadaki ürün çeşidinin artması, nişastanın gıda dışındaki kullanım alanlarının genişlemesi ve kullanıldığı ürün sayısının artması, belli özelliklere sahip nişasta ihtiyacını da ortaya çıkarmıştır (Çağlarımak ve Çakmaklı, 1993).

Kimyasal alandaki teknolojik ve bilimsel gelişmeler, nişastanın modifiye edilmesi suretiyle değişik özellikte ürünlerin elde edilmesini mümkün kılmıştır. Nişasta modifikasyonunun temeli; doğal nişastanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirerek fonksiyonel özelliklerini geliştirmeye dayanmaktadır (Orthofer, F.T., 1984).

Nişastadaki yapısal değişikliğin (modifikasyonunun) amacı, doğal nişastanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini istenilen yönde değiştirmektir. Modifiye nişasta üretiminde, 20 anhidro glikoz ünitesine bir asetil grubun ilavesi gibi küçük bir yapısal değişiklik, nişastanın fiziksel ve kullanım özelliklerinde büyük değişiklikler meydana getirmektedir (Bernetti et al., 1990). Modifiye edilmemiş nişasta, soğuk suda pelte haline geçemez ayrıca amilozu retrogradasyon eğiliminde olup lapa viskozitesi yüksektir. Bundan dolayı, endüstriyel nişastanın büyük bir bölümü, sudaki çözünürlüğünü artırmak, lapa viskozitesini azaltmak ve amilozun retrogradasyon eğilimini en aza indirmek için modifiye edilmektedir (Keskin, 1987).

Günümüzde nişasta, gıdaların bileşiminde yer almakta ve gıdalara önemli fonksiyonel özellikler kazandırmaktadır. Gıda üretiminde nişastanın; yapışkanlık, bağlama, kaplama, toparlama, emülsiyon stabilizasyonu, jelleşme, şeffaflık, nem tutma, stabilizasyon ve kıvam artırıcılık gibi özelliklerinden faydalanılmaktadır. Ayrıca fırın ürünlerinde hem tazelik açısından hem de depolama yönünden önemli ölçüde etkide bulunmaktadır (Varriano-Martson et al., 1980; Smith ve Bell, 1986; Light, 1990).

Yeni ürünler üretmek veya ürünlerin fiziksel özelliklerini değiştirmek için, gıda endüstrisinde nişastanın kimyasal veya fiziksel modifikasyonu yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Dirençli bir jel yapısı vermek için granüler nişasta oksidasyona uğratılırken, düşük viskoziteye ihtiyaç duyulan ürünlerde asitle hidrolize edilmiş nişastalar kullanılmaktadır. Maltodekstrin elde etmek için de nişasta, termal, kimyasal veya enzimatik oksidasyona tabi tutulmaktadır. Önceden çirşlendirilmiş nişasta üretiminde ise sulu nişasta püskürterek veya tambur kurutucularda kurutulmaktadır (Sander, 1981).

Doğal nişastanın yaklaşık olarak % 42'si gıdalarda kullanılmak üzere modifikasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Yeni gıda sistemleri geliştirildikçe yeni nişasta modifikasyonları ve yeni teknikler ortaya çıkmıştır (Rogols, 1986). Gıda endüstrisi için hemen her üreticinin sıkça kullandığı nişasta modifikasyonları; hidroliz, oksidasyon, çapraz bağlanma ve yerine geçmedir. Bunlar teker teker veya kombinasyonlar halinde geniş fonksiyonel karakteristiklere ihtiyaç gösteren, gıdalarda kullanılmaktadır. Bunlardan başka; genetik modifikasyon, konversiyon modifikasyon, dekstrinizasyon, türevlendirme, fiziksel vasıtalarla modifikasyon, şuruplara ve şekere modifikasyon da endüstride kullanım alanı bulmuştur (Luallen, 1985).

Genel olarak modifiye nişasta, üç amaç için kullanılır. Birincisi, gıda üretiminde normal nişastanın sağlayamadığı fonksiyonel özellikleri; emülsiyon stabilizasyonunu, yumuşak ve gevrek bir tabaka gelişimini, düz ya da etli bir tekstür oluşumunu, nem çekme, nem tutma ve bağlanmadan çözünmeye kadar bir çok fonksiyonları sağlayabilmektedir. İkincisi, nişastanın oldukça bol bulunması; üçüncüsü ise kullanılmak zorunda olunan gıdalar gibi daha yüksek maliyetli uygulama yerlerinde bir ekonomik avantaj sağlayabilmesidir (Light, 1990).

Ask et al. (1990), tarafından yürütülen bir araştırmada, haşlama işleminin, undaki nişasta degradasyonuna etkisi incelenmiştir. Araştırmacılar, haşlanmış undaki nişasta degradasyonunun büyük değişiklikler gösterdiğini, haşlanmamış undaki nişastanın ise benzer sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca fırında yapılan

pişirme işlemi sonucunda, büyük bir nişasta degradasyonunun meydana geldiğini, kuru maddede maltoz içeriğinin çok yükseldiğini (% 16 - 24) tespit etmişlerdir.

Eynard et al. (1995), un, hamur ve ekmekteki nişasta üzerine 60 °C'de 30 dakikalık bir ısı işlemi etkisini araştırmışlardır. İnkübasyon sonucunda nişasta hidrolizini; unda % 6,4, hamurda % 7,1 ve normal-maya fermantasyonu ile üretilen ekmeklerde ise % 48,3 olarak tespit etmişlerdir. Sonuç olarak ekmekteki nişastanın hamur ve undaki nişastadan daha hızlı ve daha fazla hidrolize uğradığını belirtmişlerdir.

Hood ve O'shea (1977), hidroksipropil di nişasta fosfat ve normal nişastanın kalsiyumu bağlaması üzerine, nişasta jeletinizasyonu, pH, sıcaklık, zaman ve kalsiyum/nişasta oranının etkisini araştırmışlardır. 1 gram nişasta yaklaşık 86 µg kalsiyum bağlamakla birlikte, kalsiyumun nişasta tarafından bağlanması, karışımdaki kalsiyum konsantrasyonundan önemli ölçüde etkilenmiştir. Ayrıca pH, normal nişastanın kalsiyumu bağlaması üzerine etki etmemesine rağmen, hidroksipropil di nişasta fosfatın kalsiyumu bağlamasına etki etmiştir. Yine sıcaklığın 5 °C'den 45 °C'ye yükseltilmesi bağlanma derecesini azaltmıştır. 20 dakikalık bir reaksiyon zamanından sonra, kalsiyumun bağlanma oranında bir değişiklik olmamıştır. Ayrıca modifiye edilmemiş Tapyoka nişastasının, modifiye edilmemiş mısır ve Waxy mısır nişastasından daha fazla kalsiyum bağladığı tespit edilmiştir.

Nişastanın biyo yararlılığı günümüzün en önemli konularından biridir. Hayvan ve insan sindirim sisteminde bulunan α -amilaz enzimi, amiloz zincirinin α -1,4 bağlarına etki ederek maltoz ve glikoz karışımına kadar hidroliz etmektedir (Gökalp vd., 1996). Ürünlerdeki nişastanın biyo yararlılığına etki eden faktörlerden en önemlisi nişastada mevcut amiloz ve amilopektinin oranıdır. Normal tahıl çeşitlerinde amiloz içeriği, yaklaşık olarak % 25 olmasına rağmen, bu oran baklagillerde nişasta bazında % 75 civarındadır. Yüksek amiloz içerikli bakla nişastaları yemeklerden sonra glikoz ve insulini önemli ölçüde

düşürmektedir (Björck et al., 1990). Ayrıca nişastanın biyo yararlılığında, ortamda bulunan protein ve protein x nişasta interaksyonu da önemlidir. Şayet gluten undan ayrılırsa, glutensiz un ile yapılan beslenmede kandaki glikoz miktarında bir artış olmaktadır (Jenkins et al., 1989).

Nişasta soğuk suda erimez fakat su ile ısıtıldığı zaman su alarak şişer ve belli bir sıcaklık derecesinden sonra jel halini almaya başlar. Bu hadiseye jelatinizasyon veya çirilenme denilmektedir. Gıda maddelerinin sulu ortamda sıcaklıkla muamele edilmelerinde, nişastada görülen jelatinizasyon olayı, işleme teknolojisinde büyük öneme sahiptir (Elgün ve Ertugay, 1997). Jelatinizasyon ile nişastanın, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde büyük değişiklikler meydana gelmektedir (Shetty et al., 1974). Nişastanın jelatinizasyonunda ortamdaki su miktarı oldukça önemlidir. Diğer şartlar aynı olmasına rağmen su miktarı %30'un altında olduğu zaman nişasta jelatinizasyonu gerçekleşmemektedir. Jelleşmedeki viskozite artışından, fazla miktarda serbest suyu çekerek şişen granüller sorumlu tutulmaktadır (Miller et al., 1973).

Derby et al. (1975), jelatinizasyon için gerekli olan su miktarının nişasta jelatinizasyonuna etkisini belirlemek amacı ile yürüttükleri araştırmada, 100 °C sabit sıcaklıkta, % 32 su oranı kontrol olmak üzere, % 30, 39, 43, 56 ve 60 olarak artırılmış ve nişastanın granül yapısı incelenmiştir. % 33 su içeriğinde ilk şişmeye başlayan nişasta granülünün, su miktarı arttıkça jelatinizasyonun da arttığı ve % 60 su içeriğinde nişastanın tamamen jelatinize olduğu bildirilmiştir.

Chiang ve Johnson (1977), ürünlerde sıcaklık (65, 80, 95 ve 110 °C) ve nem (% 18, 21, 24 ve 27) gibi işlem şartlarının nişasta jelatinizasyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, 65 ve 80 °C gibi düşük sıcaklık derecelerinde, nem miktarının nişasta jelatinizasyonuna önemli bir etkisinin olmadığını; fakat yüksek sıcaklık derecelerinde nem miktarının %18' den %27'ye çıkarılması ile nişasta jelatinizasyonunun önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca bütün nem miktarlarında sıcaklığın artması ile nişasta jelatinizasyonunun da arttığını belirtmişlerdir.

Nişastanın moleköl yapısı, şişme özelliği ve stabilitesi, gıda hazırlama işleminde oldukça önemlidir. Mesela kullanıldığı gıdanın tekstürü, granölün botanik orjinine, amiloz / amilopektin oranına ve nişastanın tipine bağlıdır. Çapraz bağlı nişastalar, özellikle basınç ve asitli şartlarda gıda pişirme işleminde stabilizeyi artırmaktadır (Chabot et al., 1976).

Takahasi ve Maningat (1989), normal buğday nişastasından, asetilatlı di nişasta fosfat ve hidroksipropilatlı di nişasta fosfat'ı elde ederek bu nişastaların iriş ve jel özelliklerini, modifiye edilmiş mısır ve Tapioca nişastaları ile karşılaştırmışlardır. Asetilatlı veya hidroksipropilatlı buğday nişastasının, diğer nişastalara kıyasla daha düşük konsistent ve elastik yapıda jel verdiği ve hidrpksipropilatlı buğday nişastasının % 5-7,5'luk nişasta süspansiyonunun 25 °C'de iriş ya da jel oluşturduğu bildirilmiştir. Ayrıca hidroksipropilatlı buğday nişastası jelinin, donma-çözünme stabilitesinin, hidroksipropilatlı Tapioca ve Waxy mısır nişastalarının donma-çözünme stabilitelerinin arasında yer aldığı, hem düşük derecede hem de yüksek derecede çapraz bağlanma işleminin, normal nişastaya kıyasla viskoziteyi artırdığı tespit edilmiştir.

Boer (1991), yeni bir genetik mısır varyetesinden elde ettiği nişastayı, kimyasal modifikasyona tabi tutarak, Waxy ve Dull Waxy mısır nişastasının özelliklerini belirlemeye çalışmıştır. Çapraz bağlı hidroksipropil nişasta, NaOH varlığında, propilen oksit, HCl ve POCl₃ kullanılarak; çapraz bağlı asetilatlı nişastalar, yine NaOH varlığında, POCl₃ ve asetik anhidrit kullanılarak elde edilmiştir. Asetiletlı apraz bağlı Dull Waxy nişastalar, türevlerine benzeyen nişastalardan daha düşük amilogram viskozitesi sergilemişlerdir. Waxy nişastaların çift derivatında, asetil içeriğinin ve asetil ile çapraz bağlar arasındaki interaksiyonun oldukça etkili olduğu belirtilmiştir. Yine apraz bağlı hidroksipropil Dull Waxy nişastalarında, çapraz bağ seviyesinin şişmeyi daha çok engellediği ve hidroksipropil seviyesinden dolayı, çapraz bağlı hidroksipropil nişastalardan daha az etkilendiği bildirilmiştir.

Lorenz ve Johnson (1972), yüksek sıcaklık (120, 135, 155 ve 180 °C) ve basınç altında nişasta hidrolizi ve hidrolize edilen nişastanın kompozisyonunu araştırmak

üzere yaptıkları çalışmada; 120 °C hidroliz sıcaklığında, gaz kromatografisinde belirlenen toplam alkol hacmi (metanol, etanol, propanol, izopropanol, butanol ve izo butanol) % 1,54 iken, 180 °C sıcaklıkta % 2,77 çıktığını belirlemişlerdir. Toplam karbonil içeriğinin ise 120 °C'de 116 ppm, 135 °C'de 230 ppm ve 155 °C'de 69.000 ppm, 180 °C sıcaklıkta ise 94.000 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca hidroliz sıcaklığı arttıkça 5 ve 6 karbonlu yağ asitlerinin azaldığını fakat formik ve asetik asit miktarının arttığını; 120 ile 135 °C sıcaklık ve 32 ile 80 psi basınçta gerçekleştirilen hidrolizde glikoz ve glikoz polimerlerinin oranının düşük olduğunu, 155 °C'lik hidroliz sıcaklığı ve 140 psi basınç ile 180 °C sıcaklık ve 165 psi basınçta ise maksimum glikoz oranına erişildiğini tespit etmişlerdir. Toplam şeker miktarı (% 3,1 ile 41,5 glikoz içerikli), 120 °C hidroliz sıcaklığında 100 ml'de 11,2 mg, 180 °C sıcaklıkta ise 100 ml'de 265 mg olarak belirlenmiştir.

Robty ve et al. (1996), metanol, etanol, 2-propanol ve 1-butanolde çözdükleri patates, amilo mısır-7 ve Waxy mısır nişastasının, HCl ile modifikasyonuna; nişasta ve asit konsantrasyonu ile sıcaklığın etkisini araştırmışlardır. Araştırmada, 5, 15, 25, 35, 45, 55 ve 65 °C olmak üzere yedi farklı sıcaklık derecesi; % 0,36, 0,71, 1,39, 2,67 ve 5 olmak üzere beş farklı asit konsantrasyonu ve 100 ml'de 25, 50 ve 100 g nişasta konsantrasyonu kullanılmıştır. İşlem sonunda limit dekstrinleri içeren nişasta granülleri oluşmuştur. Yapılan araştırmada oluşan limit dekstrinlerin polimerizasyon derecesinin, alkoldeki nişasta konsantrasyonuna bağlı olduğu; sabit asit konsantrasyonunda, hidroliz derecesinin, alkolde çözülen nişasta konsantrasyonu ile ters orantı gösterdiği bildirilmiş ve bu da nişasta granüllerinin sayısı arttıkça, granüldeki asit konsantrasyonunun azalması ile açıklanmıştır. Asit konsantrasyonundaki artışın, amilo mısır-7 ve Waxy mısır nişastalarının polimerizasyon derecesini düşürdüğü, yani hidroliz derecesini artırdığı ve yine sıcaklığın artması ile polimerizasyon derecesinin düştüğü tespit edilmiştir.

Fox ve Robty (1992), tarafından yapılan araştırmada, metanol, etanol, 2-propanol ve 1-butanolde çözülen nişasta 25 °C'de % 0,36 ve % 6'lık HCl çözeltisi ile hidroliz edilmiş ve hidroliz derecesi ile asit konsantrasyonunun, modifiye

nişastadaki amilopektin oranını artırıp, amiloz oranını azalttığı ve en yüksek polimerizasyon derecesinin, metanolde, sonra etanolde ve daha sonra diğerlerinde meydana geldiği tespit edilmiştir.

Hofreiter et al. (1978), mısır nişastasının hidrolizi üzerine *Bacillus subtilis* kaynaklı α -amilaz enziminin etkisini incelemiştir. Araştırmada, % 2'lik mısır nişastası dispersiyonunun her 100 ml'si için (pH 5'de) 5 g enzim kompleksi (0,6 unit/g) kullanılmış ve sonuçta 1 ve 2 saatlik hidroliz işleminin normal nişastaya göre viskozitesinde fazla bir artışa neden olmadığı ancak 22 saatlik hidroliz işleminin viskoziteyi biraz düşürdüğü tespit edilmiştir.

Aggour (1993), doğal mısır nişastasını, NaOH varlığında akrilamid ile çapraz bağlama işlemine tabi tutarak bu nişastanın bazı hidrojel özelliklerini incelemiştir. Substrat konsantrasyonu arttıkça; jel elastikiyetinin arttığı, şişme oranının azaldığı tespit edilmiş ve çapraz bağ seviyesindeki artışın; jel içindeki gözenek büyüklüğünü azalttığı ve çapraz bağlanma noktalarını artırdığı için, şişme kapasitesini azalttığı ve viskoziteyi artırdığı bildirilmiştir.

Faubion ve Hosney (1982), buğday unu ve nişastasının püskürtülerek kurutulmasında un bileşenlerinin rolünü araştırmışlardır. Araştırmada, farklı su içeriği ve un tipinde farklı besin metaryelleri ekstrüde edilmiş ve üretilen ürünlerde, tekstür, hacim ve yapı analizleri yapılmıştır. Artan su miktarı hem nişasta hem de unda tekstürü zayıflatarak, hacmi düşürmüştür. Nem miktarında yapılan değişikliğe nişasta aşırı duyarlılık göstermiştir. Ayrıca buğday nişastasına % 11 buğday gluteni ilave edildiği zaman hacim ve tekstürde bir azalma olmuş, test edilen tüm materyallere un lipidlerinin ilavesi, yine hem hacmi hem de tekstürü düşürmüştür.

Ürünlerin pişirilmesinde, pişirme derecesi; nem miktarı, sıcaklık, süre, partikül büyüklüğü ve basınca bağlıdır (Anderson, 1982). Mercier ve Feillet (1975), tarafından farklı tahıl nişastaları (farklı amiloz içerikli mısır, buğday ve pirinç nişastaları) ve mısır irmiği püskürtülerek kurutmaya tabi tutulmuş ve püskürtme sıcaklığı, nem miktarı ve amiloz içeriğinin etkisi araştırılmıştır. Püskürtme sıcaklığı

artıkça viskozitede azalma, suda çözünme indeksinde artma, kırılma direncinde azalma görüldüğü ve maksimum su tutma kapasitesinin 170 °C ile 220 °C sıcaklıklarda meydana geldiği bildirilmiştir. Çalışılan bütün tahıl nişastalarının maksimum şişmeyi 170 ile 220 °C pişirme sıcaklığında gösterdiği, nem miktarındaki azalma ve pişirme sıcaklığının artması ile çözülebilir nişasta miktarındaki artışa rağmen; nişastanın amiloz içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Collonna et al. (1984), silindir ve püskürterek kurutma işlemiyle modifiye edilen buğday nişastasında meydana gelen kimyasal ve morfolojik değişiklikleri araştırmışlardır. Her iki nişastada da normal nişastaya kıyasla özgül ağırlığın değişmediği, fakat püskürterek kurutma işleminin (230 - 500 cm²/g), silindir kurutmada daha çok (620-650 cm²/g) nişasta yüzey alanını düşürdüğü bildirilmiştir. Püskürterek kurutma işlemi, zincirde rasgele kırılmalarla amiloz ve amilopektinin moleküler degradasyonunda da etkili olmuştur. Silindir kurutmada, muamele edilmiş bütün nişastaların suda çözünebilir fraksiyonunun depolimerize amiloz ve amilopektinden oluştuğu ve işlem süresince meydana gelen değişikliklerin, moleküler engeli azaltarak, nişasta bileşenlerinin tamamen dağılmasına sebep olduğu belirtilmiştir (Smith ve Bell, 1986).

Enzime karşı dirençli nişasta, nişasta retrogradasyonu sonucu üretilmektedir. Enzime dirençli nişastanın ana bileşeni olan kristalize amilozun kendine has fiziksel özellikleri nedeni ile bu nişastalar α -amilaz enzimine karşı dirençlidir (Gruchala ve Pomeranz, 1993). Konu ile ilgili bir araştırmada, ekme ve çirilenmiş pastadan elde edilen dirençli nişastalar ve retrogradasyona uğramış amilo mısır nişasta jellerinin, amilozu erittiği veya kristalize ettiği için yaklaşık olarak 150 °C endotermik ısıtma ile DSC termogramları incelenmiştir. Farklı işlem şartlarından jeletinizasyon derecesi farklı şekilde etkilendiğinden dolayı, pişmiş pastada ekmeğe daha fazla enzime dirençli nişasta bulunmuştur. Ayrıca pişirme işlemi süresince nişastanın jelatinize olması için pastada daha fazla sıcaklığa ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir (Sievert ve Pomeranz, 1990).

Donovan et al. (1983), tarafından yapılan araştırmada, % 18, 21, 24 ve 27 nem içeriğinde 100 °C'de 16 saatlik bir ısıtma işlemine tabi tutulmuş buğday ve patates

nişastalarının DSC (Differential Scanning Calorimetry) ile bazı özellikleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarında, ısıtılma tabii tutulmuş nişastaların, ısıtılma tabii tutulmamış nişastalara kıyasla jelatinizasyon sıcaklıklarında bir artma ve yüksek sıcaklığa doğru bir endotermal değişim olduğu belirtilmiştir. Ayrıca nem miktarı arttıkça, entalpi değerleri artmış ve patates nişastasında buğday nişastasından daha fazla değişiklik meydana gelmiştir. Örneklerin düşük nem ortamında DSC'de ısıtıldığı zaman, yüksek derecede modifiye edilmiş buğday nişastalarının amilopektin kristallerinin erimesi, amiloz-lipit kompleksi ve bilinmeyen bir yapı gibi üç yapı göstermesine rağmen muamele edilmiş patates nişastasında sadece amilopektin kristallerinin erimesi durumunun meydana geldiği bildirilmiştir.

Tahıl nişastalarının, teknik alanda ve gıda endüstrisinde kullanılmasında düz fraksiyonun bulunması pek fazla istenmemektedir. Düz fraksiyonun; jel, kabuk oluşumu ve fazla koyuluk gibi etkilerinin azaltılması için nişasta, peroksit, alkali hipoklorit ile veya genetik yollarla modifiye edilir. Böylece nişastanın her iki kısmı reaksiyona sokulmasına rağmen esas avantaj olarak düz fraksiyonun yükseltgenmesinden sağlanır. Bu şekilde modifiye edilmiş nişastalar, daha berrak ve dayanıklı çözeltiler vermesi ile birlikte dağıtıcı, emülsiyon oluşturucu olarak da çok iyi koruyucu etki gösterir (Wurzburg, 1986; Çakmakçı ve Çelik, 1995).

Kek miksi, su içinde yağ emülsiyonunu kapsayan, havalandırılmış kompleks bir sistemdir. Karıştırma süresi başlangıcında, hava, geniş veya büyük kabarcıklar şeklinde kek miksinde girmektedir. Kek tekstürünü oluşturan hava kabarcıklarının, hemen hemen hepsi bu karıştırma süresince oluşturulmaktadır. Karışımda oldukça fazla miktarda yer alan şeker, havalandırılmış bir karışım oluşturmak için, shortening içinde çırpıldığı zaman, yağ fazında hava kabarcıkları oluşturmakta ve yapıyı stabilize etmektedir. Yeterli uzayabilmeden sonra, geniş hava kabarcıkları daha küçük hava kabarcıklarına dönüşme eğilimindedir. Kek karışımları, havalandırılmış bütün ürünler gibi genellikle karasız olduklarından stabil değildir (Brooker, 1993; Paters et al., 1994).

Kompleks kek karışımları, önemli düzeyde diğer bileşenler ile interaksiyona girebilen sistemler içermektedir. Yüksek seviyede şeker ve su içeren keklerde viskozitedeki ve stabilitedeki artış çökmeyen gözenekli bir kek yapısı elde etmede oldukça önemlidir. Modifiye edilmiş nişasta kullanıldığı zaman, jelatinizasyon sıcaklığına bağlı olarak, kek pişirme performansında değişiklikler meydana gelmektedir (Kulp ve Lorenz, 1981).

Kekler, çevreden merkeze ve dikey olarak da alttan merkeze doğru radyal olarak pişmektedir. Pişme işlemi karışımın sıcaklığı 90-92 °C'ye ulaştığında başlamaktadır. Şayet miks kritik pişme sıcaklığına ulaşmadan önce fırından çıkarılırsa çökme olayı gerçekleşmektedir. Kek karışımındaki gaz kaynağı, genellikle sodyum bi karbonat ve tuzlu asitten oluşur. Kek yapma işlemi üç kısma ayrılmaktadır. Birincisi, karışımın havalandırma işlemi; ikincisi, karışımın termal stabilitesi ve durum sıcaklığıdır (termal yerleşim). İlk aşamada karışım içinde hava ceplerinin oluşmasına engel olmak için, çözünür köpüklü proteine ihtiyaç vardır. İkinci kısımda, karışımındaki farklı ara yüzeylerin stabilizasyonu için, formülasyonda çok değerli katyonlar ve yüzey aktif lipitler gerekmektedir. Üçüncü safhada ise jeletinizasyon özellikleri ile nişasta granüllerinin sağlamlığı önem arz etmektedir (Yamazaki ve Kissel, 1978).

Tatlandırıcı kompozisyonu ve su absorpsiyonu, şekil, hacim ve tekstür gibi kek özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Kekler gibi konsantre jel sistemlerinde nişastanın özellikleri farklı tatlandırıcılar tarafından etkilenmektedir. Kek pişirme işleminde, fırında kek tamamen pişmeden önce, hava, karbondioksit ve su buharının sıcaklık ile genişip, uygun büyüklükte hava kabarcığı oluşturmasında, formülasyondaki şeker miktarı önemli rol oynamaktadır. Sonuçta, kek yapısında daha fazla hava kabarcığı oluşmakta ve kek daha iyi bir hacime sahip olmaktadır (Maxwell ve Zobel, 1978; Kim ve Walker, 1992).

Fırın ürünlerinde, ürünün tekstürüne önemli düzeyde etki eden nişastanın jelatinizasyonuna, formülasyona katılan pek çok bileşen etki etmektedir. Bu bileşenlerden özellikle sakkarozun nişasta jelatinizasyonu üzerine etkisi oldukça fazladır (Bean ve Yamazaki, 1978). Keklerde, % 55-60 seviyesinde kullanılan

sakkaroz, nişastanın jelatinizasyon sıcaklığını 57 °C'den 92 °C'ye çıkardığı bildirilmektedir. Maltoz hariç genel olarak monosakkaritler, nişastanın jelatinizasyon sıcaklığını disakkaritlerden daha fazla artırmaktadır. Şekerlerin, nişasta jelatinizasyonunu geciktirmesinin sebebi, ortamdaki su ile birleşerek nişastanın jelatinizasyonu için gerekli su miktarını azaltmasından kaynaklanmaktadır (Savage ve Osman, 1978; Spies ve Hosenev, 1982).

Bean et al. (1978), yaptıkları araştırmada, Wooster metoduyla yaptıkları keklerde, optimum kek şekli ve hacmi elde etmek için, sakkaroz ile glikoz ve fruktoz seviyelerini karşılaştırmışlardır. Glikoz ve fruktoz solüsyonu, sakkarozla kıyasla buğday nişastasının jelatinizasyon sıcaklığını daha az artırmıştır. Şeker tipleri bakımından, jelatinizasyon sıcaklık farklılıkları, düşük konsantrasyonlarda önemli bulunmamıştır. Ancak şeker seviyesindeki artış ile jelatinizasyon sıcaklığı yaklaşık 12 °C'lik bir artış göstermiştir. Jelatinizasyon sıcaklığını en fazla sakkaroz, daha sonra sırasıyla glikoz ve fruktoz artırmıştır. Şeker ve su oranındaki değişiklikler ile yaklaşık olarak 90 °C' de nişasta jelatinizasyonu sağlandığı zaman, kaliteli keklerin üretilebileceğini belirtmişlerdir.

Johnson et al. (1990), nişasta - su karışımında suyun hareketini ve nişasta - su interaksyonu üzerine farklı şekerlerin etkisini ESR (Electron Spin Resonance) ve DSC ile tespit etmeye çalışmışlardır. Şeker konsantrasyonu arttıkça DSC de belirlenen nişastanın jelatinizasyon sıcaklığı da artmıştır. Şeker çeşidinin ise (fruktoz, glikoz, maltoz, sakkaroz) ESR sonuçları üzerinde önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir.

White ve Lauer (1990), keklerde nişastanın jelatinizasyon sıcaklığı ile şeker ve su miktarları arasındaki ilişkiyi DSC ile belirlemeye çalışmışlardır. Diğer minör bileşenler sabit kalmak kaydıyla, kek karışımı; % 37 şeker (% 100 sakkaroz); % 26 un ve % 36 su ihtiva ettiğinde nişastanın 90,5 °C'de jelatinize olduğu, tatlandırıcı olarak sakkarozun yerine %30 fruktoz + %70 sakkaroz kullanılması halinde ise jelatinizasyon sıcaklığının 86,2 °C'ye düştüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca sakkarozun yerine % 30 fruktoz + % 70 sakkaroz kullanılması halinde

jelatinizasyon sıcaklığını sabit tutmak için su miktarının azaltılması gerektiği de belirtilmiştir.

Horton et al. (1990), farklı tatlandırıcıların nişastanın jelatinizasyon sıcaklığına etkisini DSC ile belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmada, sakkaroz ve fruktoz olmak üzere iki farklı tatlandırıcı, % 30 fruktoz + % 70 sakkaroz ve % 75 fruktoz + % 25 sakkaroz olmak üzere iki farklı tatlandırıcı seviyesi denenmiştir. % 100 sakkaroz ihtiva eden kontrol kek miksine kıyasla, fruktoz oranının artması ile nişasta jelatinizasyon sıcaklığının düştüğü, kek hacmi ile nişasta jelatinizasyon sıcaklığı arasındaki korelasyon katsayısının ($r^2 = 0,95$) mükemmel olduğu ve tatlandırıcıların jelatinizasyon sıcaklığını artırdığı tespit edilmiştir.

Lineback ve Wongsrikasem (1980), yaptıkları araştırmada, fırın ürünlerinde nişastanın jelatinizasyon derecesini belirlemeye çalışmışlardır. Enzimatik yolla yaptıkları ölçümlerde, nişastanın jelatinizasyon derecesi, angel kekta % 97, beyaz ekmekte % 96, tatlı çörekta % 93, tarçınlı ruloda % 75, börekta % 9 ve şekerli kurabiyede % 4 olarak belirlenmiştir.

Kek türüne bağlı olarak farklı nişastalar, keklerde çeşitli fonksiyonları yerine getirmektedir. Hidrofobik ve hidrofilik nişastalar, hayvansal yağların kullanıldığı ürünlerde emülsüfiye edici özelliği üstlenmektedir. Nişasta asetatları, düşük shortening katkılı keklerde 2 veya 3 gün sonra fark edilebilir bir nem azalmasına sebep olmaktadır. Hidroperoksilatlı nişastalar, yüksek şeker ihtiva eden keklerde nem kaybını daha uzun süre önlemektedir (Belshaw, 1980).

Timmerman (1990), mikrodalga fırınlarda pişirilen kekler üzerine doğal ve modifiye nişastaların etkisini araştırmıştır. % 25 doğal buğday nişastasını ilavesinin taze tüketim için en iyi nitelikte kek verdiğini, % 25 doğal mısır nişastasını ilavesinin ise keke uzun bir raf ömrü sağladığını bildirmiştir. Araştırmada kullanılan modifiye nişastalar, doğal nişastalara kıyasla kekde daha üstün özellikler sergilemiştir. Ayrıca emülsüfiye edici madde ile düşük kuvvette bir kabartma tozunun kullanılması en iyi sonucu vermiştir.

Gordon et al. (1979), % 0, 10, 20, 30, 40 ve 50 olmak üzere un esasına göre altı farklı seviyede buğday nişastasını kek formülasyonunda kullanmışlardır. Keklerde su kaybı ve ısı nüfuzunu araştırmışlardır. Su kaybı; % 100 kek unu için 0,63 g/dak olurken % 10 nişasta katkılı kekta 0,67, % 20 'de 0,63, % 30'da 0,60, % 40'da 0,60 ve % 50'de ise 0,47 olarak bulunmuştur. Ayrıca nişasta seviyesi arttıkça su kaybının azaldığı tespit edilmiştir. Un esasına göre % 50 buğday nişastası ilaveli keklerde, diğer nişasta seviyelerine göre ısı nüfuzu daha yüksek olarak belirlenmiştir. Kontrol gurubu keklerde (% 0 buğday nişastası) ise ısı nüfuzu en düşük olarak tespit edilmiştir.

Sobczynska ve Sester (1991), çikolatalı keklerde, shortening yerine kullanılan maltodekstrin ve emülsüfiye edici madde (sakkaroz esterleri, monogliseridler, süksinatlı monogliseridler, sorbiton monostearat, polisorbata 60 ve sodyum stearoil laktilat) kombinasyonlarının kek tekstürü ve hacmine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada; maltodekstrin ile emülsüfiye edici maddenin birlikte kullanımı sonucu oluşan tekstürün, maltodekstrinin tek başına kullanımıyla oluşan tekstürden daha yumuşak olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca emülsüfiye edici madde ile maltodekstrinin birlikte kullanımının en yüksek hacimli keki verdiğini, emülsüfiye edici maddelerden en iyi sonucu sakkaroz sekerinin, en az tatminkar sonucu ise sorbiton mono stearatın oluşturduğunu belirlemişlerdir.

Kekte toplam yumuşaklığa katkıda bulunan iki güç vardır. Bunlardan birincisi, yumuşaklığı söz konusu olan bölgenin bulunduğu yerdeki basınç kuvveti, diğeri ise yine aynı bölge ile ilgili germe / kesme kuvvetidir. Kekin bayatlaması, zamanla kek içinde meydana gelen yapısal değişiklikler ile ilgilidir. Kekin depolanması süresince, kekdeki yapısal değişiklikler nem dağılımı ve kekdeki nem kaybı kekin genel kabul edilebilirliğinde düşüşe neden olmaktadır. Depolama sıcaklığının -7 °C'den 20 °C'ye çıkarılması kek yumuşaklığında düşüşe sebep olmaktadır. Sonuçlar, depolama sırasında nişastanın retrogradasyona uğradığı fikrini desteklemektedir (Walker et al., 1987).

Sych et al. (1987), tarafından yapılan araştırmada, tabakalı keklerin 20 °C'de 42 gün depolanması süresince, kekin tekstürel değişiklikleri üzerine başlangıç nem

içeriği ve depolama nispi neminin etkisi incelenmiştir. Kek örneklerindeki nem kaybının, depo atmosferi ve kek arasındaki su buharı basıncı farklılığından kaynaklandığı belirtilmiştir. Keklerin % 23 nispi nemde depolandığı zaman, kek tekstüründeki değişimin fazla olduğu ve ambalajlanmış olan kekteki nem kaybının en üst düzeye ulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca kekin başlangıç nem miktarı ne olursa olsun, keklerin depo şartlarındaki nispi neme uyum sağlama eğiliminde oldukları ve nispi nem oranının artması ile başlangıçta kek yumuşaklığının arttığı belirtilmiştir.

Miller et al. (1991), modifiye edilmiş ve edilmemiş nişastaların şişme ve ısı iletkenlik özelliklerine ısı işlemin etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada, modifiye edilmiş nişastaların, şişme ve ısı iletkenliklerinin, modifiye edilmemiş nişastalara kıyasla daha düşük sıcaklık derecelerinde meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Kek pişirme özellikleri bakımından, nemlendirilmiş sonra ısıyla muamele edilmiş buğday nişastası, unun kek pişirme potansiyelini düşürmesine rağmen; aynı işlem ile muamele edilmiş patates nişastası, kek pişirme özelliklerini geliştirmiştir. Muamele edilmiş patates nişastasıyla yapılan kekler, normal patates nişastasıyla yapılan keklerden; daha yüksek hacim, daha yumuşak bir tekstür ve üniform bir gözenek yapısı göstermiştir. Fakat bütün kalite kriterleri bakımından, nem ve ısı ile muamele edilmiş patates nişastasının, normal buğday nişastasından daha düşük kek pişirme özelliklerine sahip olduğu belirtilmiştir (Lorenz ve Kulp, 1981).

Takeda (1994), spong kekin kabarması üzerine, buğday unundaki lipid fraksiyonlarının etkisini araştırmak için yaptığı çalışmada; buğday unundan ayırdığı 5 farklı fraksiyonu (1. Fraksiyon: % 76,5 steril ester, 2. Fraksiyon: % 81,1 tri gliserid, 3. Fraksiyon: % 64,4 digliserid + % 22 serbest yağ asidi, 4. Fraksiyon: % 58,9 mono galaktozil di gliserid + % 28,8 di galaktozil di gliserid, 5. Fraksiyon: % 74,7 di galaktozil di gliserid ve % 99 saf linoleik asit) un ağırlığına göre % 0,5 seviyesinde kullanmıştır. 1. ve 2. fraksiyonun undaki nişastanın jelatinizasyonu ve kekin kabarması üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı; 4. ve 5. fraksiyonun kekin kabarma özelliğini geliştirdiği tespit edilmiş; ayrıca 3. fraksiyon ve % 99 saf

linoleik asitin buğday nişastasının retrogradasyonunu ve jelinin sertliğini azaltmakla birlikte kek hacmini artırdığı belirlenmiştir.

Una kıyasla, ısıtılmış nişasta ve gluten karışımından daha başarılı kekler elde üretilbileceği bildirilmektedir (Johnson ve Hosenev, 1980). Oomah ve Mathieu (1988), buğdaydan elde ettikleri nişasta ve gluteni; ultrafiltrasyon ve püskürterek kurutmaya tabi tutarak elde ettikleri çözülebilir buğday ununun kek ve bisküvi özellikleri üzerine etkisini çalışmışlardır. Yaptıkları araştırmada, yumurta beyazına göre % 0 - 50; un esasına göre % 0 - 20 oranında kullanılan çözülebilir buğday ununun kullanım seviyesinin artması ile, tabakalı keklerde karışım viskozitesi, kek hacmi ve kalitenin azaldığını; % 0 - 25 oranında kullanılan bisküvilerde ise çözülebilir buğday ununun miktarının artması, yayılma oranını azaltırken, gevrekliği artırdığını tespit etmişlerdir.

Bugün doğal ve modifiye edilmiş nişastalar, bilinen en ucuz dolgu maddesidir. Gıda sanayiinde, jelatin ve bunun gibi pahalı katkı maddelerinin yerine kullanılabilen yegane maddedir. Birçok üründe viskoz ve viskoz olmayan malzemelerin arasına girerek dağılımını sağlamak ve topaklaşmayı önlemek için kullanılması en zararsız bir hammaddedir. Ayrıca nişasta, molekül zinciri itibarı ile birçok üründe de kırılmayı, çatlamayı ve su bırakmayı engellemektedir.

Kekler ve bunlar gibi diğer tatlı fırın ürünlerinde yapı ve tekstürün geliştirilmesi, günümüzde bu ürünleri üretenler için önemli bir sorundur. Yapı ve tekstür problemleri, mikrodalga fırında pişirmede, geleneksel fırınlarda pişirmeye göre daha fazladır.

Türkiye, gittikçe artan bir nüfusa sahiptir. Dengesiz gelir dağılımı ile bir çok insan, un ve unlu mamullere yönelirken; diğer taraftan da fırın ve pasta ürünleri zenginleşmekte ve yeni tip ürünler Türk insanının sofrasını süslemektedir.

Teknoloji olarak kek üretimi, ülkemize yeni bir sektör olarak girdiğinden, kaliteli ve standart kek üretimi için birçok araştırmanın yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yine ülkemizde üretilen keklerin, yapı ve tekstüründe görülen problemlerin

özölmesinde normal ve modifiye edilmiş nişastaların kullanım imkanının araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada, normal ve farklı yöntemler uygulanarak modifiye edilmiş buğday ve mısır nişastalarının fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve bu nişastaların değişik oranlarda kek karışımlarında kullanılmasının kek kalitesine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.



2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Un

Araştırmada, ticari değirmenden elde edilen Tip 1 un kullanılmıştır.

2.1.2. Yumurta

Yumurtalar, Atatürk Ziraat Fakóltesi İşletme M¼d¼rl¼ę¼nden g¼nl¼k olarak temin edilmiştir. Yumurtaların sarısı ile beyazı birbirinden ayrılarak form¼lasyonda ayrı ayrı kullanılmıştır. Form¼lasyonda, yumurta beyazı ilk aşamada ve hızlı devirde çırpılıp havalandırılarak, yumurta sarısı ise daha sonraki aşamalarda ilave edilmiştir.

2.1.3. S¼t

Kek form¼lasyonunda kullanılan s¼t, Atatürk Üniversitesi Gıda M¼hendislięi B¼l¼m¼ Pilot S¼t Fabrikasından taze olarak temin edilmiştir.

2.1.4. Nişasta

Araştırmada, piyasadan temin edilen ticari buğday ve mısır nişastaları kullanılmıştır. Normal ve 4 değişik şekilde (¼nceden irişlendirilmiş, asit ile inceltilmiş, çapraz bağlanmış ve dekstrinize edilmiş) modifiye edilmiş nişastalar % 0, 10, 20 ve 30 seviyelerinde form¼lasyonda kullanılmıştır.

2.1.5. Diğer Materyaller

Araştırmada, viskoz yapısı yarı katı olan margarin, bileşimi sodyum fosfat, sodyum bi karbonat ve dolgu maddesi olarak nişastadan oluşan kabartma tozu, rafine tuz ve tatlandırıcı olarak toz şeker piyasadan temin edilmiştir. Ayrıca ¼retilen kekelerin ambalajlanmasında streç film kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Denemenin Düzenlenmesi

Denemede nişasta çeşidi (buğday ve mısır nişastası), modifiye yöntemi (normal nişasta, önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta, asit ile inceltmiş modifiye nişasta, çapraz bağı modifiye nişasta ve dekstrinize edilmiş modifiye nişasta) ve nişasta seviyeleri (un esasına göre % 0, % 10, % 20, ve % 30) faktör olarak seçilmiştir. Araştırma, tam şansa bağı deneme planına göre iki tekerrürlü olarak faktöriyel düzenleme (2 x 5 x 4) şeklinde yürütülmüştür.

2.2.2. Modifiye Nişastaların Elde Edilmesi

2.2.2.1. Önceden Çirşlendirilmiş Modifiye Nişasta

1:1 oranında nişasta sulu süspansiyonu (750 gram nişasta + 750 ml, saf su) 63 °C'de 5 dakika bekletildikten sonra, çirşlenmiş olan nişasta oda sıcaklığında kurutulup inceltilerek elde edilmiştir (Knight, 1969).

2.2.2.2. Asit ile İnceltmiş Modifiye Nişasta

750 gram nişasta 375 ml saf su ile karıştırıldıktan sonra üzerine 375 ml 0,1 N HCl ilave edilerek 30 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra 2,26 olarak ölçülen pH, 1N NaOH ile (buğday nişastası için 59,3, mısır nişastası için 51,2 ml harcanmıştır) nötral pH'ya ayarlanmıştır. Nötralize edilen nişasta, yıkanıp adi süzgeç kağıdı ile filtre edildikten sonra oda sıcaklığında kurutulmuştur (Çağlarımak ve Çakmaklı, 1993).

2.2.2.3. Çapraz Bağılanmış Modifiye Nişasta

750 gram nişasta 1850 ml saf suda süspansiyon haline getirilip daha sonra sıcaklığı 5 °C'ye düşürülmüş ve bu sıcaklıktaki süspansiyona fosfor oksiklorit ($POCl_3$) çözeltisi 15 dakikada yavaşça ilave edilmiştir. Fosfor oksiklorit ilavesi pH 10'da yapıldı ve işlem süresince fosfor oksiklorit ile düşen pH, 1 N NaOH kullanılarak her 15 dakikada bir 10'a ayarlanmıştır (buğday nişastası için 52 ml, mısır nişastası için 51 ml harcandı). Daha sonra süspansiyonun pH'sı 1 N NaOH ile nötral pH'ya (buğday nişastası için 23 ml, mısır nişastası için 34 ml NaOH) ayarlanmıştır. Süspansiyon adi filtre kağıdından süzülerek yıkama işleminden

sonra su miktarı % 14-15'e düşüncüye kadar oda şartlarında kurutulmuştur (Çağlarırnak ve Çakmaklı, 1993).

Fosfor oksiklorit çözeltisi; 1,7 ml fosfor oksikloritin 25 ml saf su ile karıştırılması ile (nişasta bazında % 0,25) elde edilmiştir.

2.2.2.4. Dekstrinize Edilmiş Modifiye Nişasta

750 gram nişastaya 0,1 N 600 ml HCl ilave edilip iyice karıştırıldıktan sonra, 50 °C sıcaklıkta (32 saat) su miktarı yaklaşık % 5'e düşüncüye kadar kurutulmuştur. Kurutulan nişasta 750 ml saf su ile karıştırılarak süspansiyonun pH'sı (buğday nişastası pH 1,77, mısır nişastası pH 1,66) 80 ml 1 N NaOH ile nötral pH'ya ayarlanmıştır. Nişasta, yıkanma işleminden sonra su miktarı yaklaşık % 14-15 oluncaya kadar oda şartlarında kurutulmuştur (Çağlarırnak ve Çakmaklı, 1993).

2.2.3. DSC ile Nişasta Örneklerinin Termo Analitik Özelliklerinin Belirlenmesi

Normal ve elde edilen modifiye nişastaların fizikokimyasal özellikleri, DSC ile belirlenmiştir (Anon, 1990). Alüminyum hermetik kaplara 10 mg tartılıp üzerine 20 µl su ilave edilen nişastalar 5 °C/dakika ısıtma hızı kullanılarak 20 °C'den 95 °C'ye kadar ısıtılmak suretiyle termogramları elde edilmiştir. Elde edilen bu termogramlardan; çirışlenme başlangıç (T_i) ve bitiş sıcaklığı (T_c) ile pik sıcaklığı (T_p) ve pik alanlarından integrasyon yöntemi ile entalpi değişimi (ΔH) belirlenmiştir.

2.2.4. Unda ve Nişastada Yapılan Kimyasal Analizler

Un ve nişasta örneklerinin su miktarı tayini için hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 135 °C sıcaklıkta 2,5 saat normu uygulanmıştır (Elgün vd., 1998).

Unda protein tayininde kjeldahl yöntemi ile 5,7 çarpım faktörü kullanılarak yapılmış ve sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir (Anon, 1972). Kül miktarı tayini için 910 °C ± 25 °C sıcaklık normu uygulanmış ve sonuçlar kurumadde esasına göre verilmiştir (Anon, 1967). Örneklerin pH değeri için, 100 gram un örneği 100 ml suda süspansiyon haline getirildikten sonra pH metre ile okuma yapılarak tespit edilmiştir (Özkaya ve Özkaya, 1992a). Unun zeleny

sedimentasyon değeri tayini mekanik çalkalayıcıda yapılmış ve sonuçlar % 14 nem esasına göre verilmiştir (Anon, 1972). Unun yaş öz tespiti, otomatik yıkama cihazı glutomatic 2200'de pH'sı 6.2'ye ayarlanmış % 2'lik NaCl çözeltisi kullanılarak yapılmış ve daha sonra santrifüj 2015'de santrifüj edilerek miktarı belirlenmiştir (Özkaya ve Özkaya, 1992a).

2.2.5. Düşme ve Sıvılaşma Değerlerinin Belirlenmesi

Un ve nişastalarda düşme (Falling Number: FN) ve sıvılaşma sayıları (Liquiefaction Number: LN) falling number 1800 cihazı ile tespit edilmiş ve sonuçlar % 15 nem esasına göre verilmiştir (Elgün vd., 1998).

2.2.6. Renk Yoğunluğu Ölçümleri

Renk yoğunluğu ölçümleri minolta kolorimetre cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Renk yoğunluğunun ölçümü, un ve nişastaların üzeri düz bir zemin oluşturulduktan sonra, kekin kabuk rengi kekin üzerinde, kekin iç rengi ise yatay bir şekilde kesildikten sonra dilim üzerinde okunmuştur. Sonuçların değerlendirilmesi Uluslar Arası Aydınlatma Komisyonunun CIELAB (comission internationale de l'Eclairage) formülüne göre yapılmıştır. Bu formül üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olup;

L; 0 = siyahtan, 100 = beyaza kadar açıklık-koyuluk,

(-a); yeşil,

(+a); kırmızı,

(-b); mavi,

(+b); sarı renk yoğunluklarını göstermektedir (Çelik, 1995).

2.2.7. Çevirme Derecesi ve Nişasta Miktarının Belirlenmesi

5 gram örnek (nişasta için 1 gram) 100 ml'lik balona konarak üzerine 50 ml %1'lik HCl çözeltisi ilave edilmiştir. İyice çalkalandıktan sonra 95-100 °C su banyosunda 15 dakika tutulup su banyosundan çıkarılan balonlara 30 - 35 ml saf su ilave edilmiş ve soğutulmuştur. Serbest hale gelen azotlu maddeleri çöktürmek üzere 10 ml % 4'lük fosfor wolfram asidi ilave ederek balon saf su ile ölçü çizgisine kadar doldurulmuştur. İçeriği berrak bir çözelti elde edilinceye kadar süzme işlemi

tekrarlanmıştır. Elde edilen süzüntüden 1dm'lik polarimetre tüpüne konarak çevirme derecesi okunmuştur. Okunan çevirme derecesinden aşağıdaki formül kullanılarak % nişasta miktarı hesaplanmıştır (Elgün vd., 1998).

$$\% \text{ Nişasta} = \frac{100 \times a \times 100}{(\alpha)D^{20} \times L \times b(g)}$$

a= çevirme derecesi

b= örnek miktarı

$(\alpha)D^{20}$ nişastanın Ewers metoduna göre derecesi (buğday nişastası için 182,7; mısır nişastası için 184,6).

L= Polarimetre tüpünün uzunluğu (1 dm)

2.2.8. Zedelenmiş Nişasta Miktarının Belirlenmesi

1 gram (% 14 nem esasına göre) örnek 125 ml'lik erlene tartılarak üzerine 45 ml (30 °C'de) α -amilaz (5000 SKB unite/g) çözeltisi ilave edilip, süspansiyon haline getirilmiş ve su banyosunda 15 dakika inkübe edildikten sonra üzerine 3 ml sülfürik asit çözeltisi, 2,8 ml sodyum tungstat çözeltisi ilave edilmiştir. İyice karıştırıldıktan sonra Whatman-4 filtre kağıdından süzölmüştür. İlk 8-10 damla filtrat atıldıktan sonra 5 ml filtrat tüplere konmuş, üzerine 10 ml alkali ferrisiyanit çözeltisi ilave edilip kaynar su banyosunda 15-20 dakika bekletilmiş, daha sonra tüp akar su altında soğutulmuştur. İçeriği 100 -125 ml'lik erlene boşaltılırken, tüpün içi 25 ml asetik asit-tuz çözeltisi kullanılarak erlenin içine yıkanmıştır. Üzerine 1ml nişasta-potasyum iyodür çözeltisi ilave edilerek, iyi bir karıştırmadan sonra 0,1 N tiyo sülfat çözeltisi ile mavi renk tamamen kayboluncaya kadar titrasyon yapılmıştır. Ferrisiyanid çözeltisinin tiyosülfat eşdeğerinden (10.00) harcanan tiyosülfat ml'si çıkarılarak indirgen ferrosiyanid ml'si elde edilmiştir. Ferrosiyanid-maltoz-sakkaroz çevrim tablosundan mg maltoz/10g değeri bulunmuş ve bu değerden şahit değeri çıkarılıp, sonuç 1,65 ile çarpılarak % zedelenmiş nişasta miktarı elde edilmiştir (Özkaya ve Özkaya, 1992a).

2.2.9. Nişasta ve Kek Karışımının Viskozite Ölçümü

Viskozite ölçümleri Poulten rotary viskozimetrede yapılmıştır. Nişasta numunelerinde yapılan viskozite ölçümlerinde, viskozimetrenin 5 no'lu başlığı ve 100 rpm hızı; kek karışımında yapılan viskozite ölçümlerinde ise, 6 no'lu viskozimetre başlığı ve 50 rpm hızı kullanılmıştır. Sonuçlar doğrudan centipoise (Cp) birimi cinsinden okunmuştur (Gökalp, vd.,1993).

Nişastada yapılan viskozite ölçümünde, % 12'lik nişasta süspansiyonu hazırlanmış (Walker et al., 1988) ve 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 ve 85 °C'lerde viskozite değişimleri tespit edilmiştir.

2.2.10. Kek Pişirme Denemeleri

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü tahıl teknolojisi laboratuvarında, sade kek formülasyonuna göre (Tablo 2.1) ve Tablo 2.2'deki üretim akışı kullanılarak kek miksi elde edilmiştir. Elde edilen kek karışımı, teflon kek kalıplara 60'ar gram dökülmüş ve 175 °C'de 35 dakika süre ile pişirilmiştir (William, 1969).

Tablo 2.1. Kek formülasyonu

Bileşenler	(%)
Un**	29,42
Şeker	26,48
Süt	17,65
Yağ	11,77
Yumurta beyazı	11,77
Yumurta sarısı	2,35
Kabartma tozu	0,5
Tuz	0,05
Nişasta*	

** % un seviyeleri, ilave edilecek nişasta seviyesine göre düşürülmüştür.

* ilave edilecek nişastalar deneme planında belirtildiği şekilde % seviyeleri ile uygulanmıştır.

Tablo 2.2. Kek üretim akış şeması

Bileşenler	Miks süresi (dakika)
Yumurta Beyazı + 0,5 g tuz	3
Şeker	1
Süt	2
Yağ** + Yumurta Sarısı	2
Un* + Kabartma Tozu	6

* % un seviyeleri, ilave edilecek nişasta % seviyesine göre düşürülmüştür.

** Yağ olarak yarı-katı margarin kullanılmıştır.

Üretilen kekler 60 dakika sonra streç film ile ambalajlanıp analizlerde kullanılmak üzere oda şartlarında bekletilmiştir.

2.2.11. Kek İçi Yumuşaklığının Ölçülmesi

Kek içi yumuşaklığı (1., 3., 5. ve 7. gün) programlanabilir mikroprosesör kontrollü "PNR 10 penetrometre" ile ölçülmüştür.

Kekin üst kısmı yatay bir şekilde kesilerek, düz bir yüzey oluşturulan alt kısım penetrometre tablosuna yerleştirilmiştir. Ölçüm aleti, kaba ayarla test cisminin ucunun, kekin 0,5-1 mm üstüne kadar indirilerek, test cismi ile kek arasından ışık sızmayacak şekilde ayar yapılmıştır. Hassas ayarı yapıldıktan sonra start tuşuna basılıp 5 saniye sonra değer okunmuştur. mm cimsinden okunan bu değer, penetrasyon birimine çevrilmiştir (1 penetrasyon birimi = 0,1 mm) (Özkaya ve Özkaya, 1992b).

2.2.12. Keklerin Duyusal Analizleri

Keklerin, aromatik ve yapısal özelliklerinin belirlenmesinde 6 panelist tarafından yapılan değerlendirmede, dış görünüş, elastikiyet, kesit yüzeyi, tekstür, koku, tat, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik özellikleri, hedonik tip skala ile 1-9 puan değerleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme formunda 1: çok kötü, 2-3: kötü, 4-5: orta, 6-7: iyi, 8-9: çok iyi olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar tartılı ortalamaları şeklinde belirlenmiştir (Kramer ve Twingg, 1980).

2.2.13. Kekte Yapılan Diğer Analizler

Üretilen keklerin, ağırlık ölçümleri gram cinsinden fırın çıkışından hemen sonra, hacim ölçümleri ise kolza tohumu ile yer değiştirme metoduna göre ölçülmüştür. Spesifik hacim değerleri, elde edilen ağırlık ve hacim sonuçlarına göre ml/gram cinsinden hesaplanmıştır (Lee ve ark., 1982). Hacim, simetri, üniformite indeksleri ve shrink (büzülme) değerleri (AACC 10-91) metodunun kek kalıbı taban ölçülerine göre (5 cm) düzenlenmiş cetvelden mm cinsinden belirlenmiştir (Anon, 1972). Kek içi ve dış yüzeylerinin renk yoğunluğu ölçümleri, minolta kolorimetre cihazı ile belirlenmiştir (Çelik, 1995). Ayrıca elde edilen keklerin fotoğrafları çekilerek değerlendirilmiştir.

2.2.14. İstatistik Analizler

Araştırma sonucu elde edilen bütün değerler tablolar halinde verilmiştir. Varyans analizi faktöriyel düzende Tam Şansa Bağlı Deneme Planı ile MSTAT paket programında analiz edilmiştir. Önemli bulunan ana varyasyon kaynakları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutularak ortalamalar karşılaştırılmış, önemli ikili interaksyonlar ise grafik üzerinde tartışılmıştır (Yıldız ve Bircan, 1991).



3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Analitik Çalışmalar

3.1.1. Unun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemelerde kullanılan unun fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3.1'de verilmiştir. Buna göre kullanılan un Tip 1 kalitesinde olup, kek üretimine uygundur.

Tablo 3.1. Denemelerde Kullanılan Una Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Analizler	Analiz Sonuçları
Su (%)	14,1
KM'de Kül (%)	0,4
KM'de protein (%)	11
Yaş öz (%)	28,47
Zeleny Sed. (% 14 nem'e göre)	36,5
pH	6,12
Düşme Sayısı (FN)	400
Sıvılaşma Sayısı (LN)	17,1
Nişasta Miktarı (%)	66,77
Zedelenmiş Nişasta (%)	8,99
Renk Yoğunluğu	
L (Koyuluk: 0 - Açıklık: 100)	96,74
-a (yeşil)	0,64
+b (sarı)	9,13

3.1.2. Nişastaların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Normal ve 4 farklı yöntemle modifiye edilen buğday ve mısır nişastalarına ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.2'de verilmiştir. Buna göre; yapılan ölçümlerde önceden çirşlendirilmiş ve asitle inceltilmiş buğday nişastalarının pH'sı, aynı şekilde modifiye edilmiş mısır nişastalarının pH'sından daha düşük değer vermiştir. Çapraz bağlanmış ve dekstrinize edilmiş buğday nişastalarının

pH'sı ise çapraz bağlanmış ve dekstrinize edilmiş mısır nişastalarının pH'sından daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 3.2. Nişasta Örneklerine Ait Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Nişasta Çeşidi	Nişastanın Modifiye Yöntemi	Su (%)	pH	Düşme Sayısı (FN)	Sıvılaşma Sayısı (LN)	Nişasta Miktarı (%)	Zedelenmiş Niş. Mikt. (%)	Renk		
								L 0-100	-a (yeşil)	+ b (sarı)
B U Ğ D Y	NN	14,1	4,45	6322	0,95	93,04	4,78	96,17	0,34	1,87
	ÖÇMN	14,8	5,05	2357	2,55	84,83	16,83	93,77	0,22	2,93
	AIMN	15,5	6,50	1468	4,20	66,22	7,75	95,00	0,36	2,65
	ÇBMN	15,5	5,91	2077	2,90	70,06	5,94	95,77	0,26	2,07
	DEMN	14,9	6,35	62	500	70,06	8,74	95,03	0,24	2,49
M I S I R	NN	13,8	6,75	6457	0,93	93,17	4,29	98,72	1,60	5,24
	ÖÇMN	14,5	6,85	2450	2,5	86,13	12,87	98,22	1,29	4,24
	AIMN	15,8	7,50	786	8,1	87,75	9,9	97,15	0,90	3,29
	ÇBMN	15,0	4,50	1928	3,19	72,04	10,89	98,31	1,44	4,25
	DEMN	15,5	6,22	62	500	65,54	12,87	98,08	1,09	3,63

NN = Normal nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

AIMN = Asitle inceltmiş modifiye nişasta

Nişastaya uygulanan modifikasyon işleminin, nişastaların düşme sayısını (FN) azaltıp sıvılaşma sayısını (LN) artırmıştır. Bu durum modifikasyon işleminin viskoziteyi düşürmesinden kaynaklanmaktadır (Keskin, 1987). Düşme sayısında en fazla düşüş dekstrinize edilmiş modifiye nişastalarda görülmüştür. Bu da modifikasyon işleminde sıcaklığın ne derece önemli olduğunu göstermektedir (Robty et al., 1996). Sıvılaşma sayısı, düşme sayısı ile ters orantılı olduğundan dolayı bütün modifiye nişastaların sıvılaşma sayıları normal nişastaya göre artmıştır.

Yapılan nişasta miktarı tayininde, normal nişastalar, modifiye nişastalardan daha yüksek sonuçlar vermiştir. Burada modifiye şekli ve derecesi nişasta miktarı üzerinde önemli ölçüde etkili olmuştur. Renk yoğunluğu ölçümlerinde ise buğday nişastasının L, -a (yeşil) ve +b (sarı) değerleri mısır nişastasından daha düşük çıkmıştır. +b değeri modifiye buğday nişastalarında artmış, modifiye mısır

nişastalarında ise düşmüştür. Renk pigmentleri ve bilhassa β -karoten bakımından zengin olan mısır nişastasının modifikasyon işlemlerinde tahrip edilmesi sonucu bir açılım sarı renk yoğunluğunu azaltırken; buğday nişastasında ise uygulamanın etkisi daha fazla görülmüş ve kısmi bir enzimatik olmayan reaksiyonların sonucu olarak sarı renk yoğunluğunun artışında etkili olmuştur.

DSC ile nişastalar üzerinde yapılan termoanalitik analiz sonuçları Tablo 3.3'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi, nişasta çeşidi olarak mısır nişastası buğday nişastasından daha yüksek sıcaklıklarda jelatinize olmuştur. Ve mısır nişastasının jelatinizasyonu için buğday nişastasından daha fazla ısıya ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Nişastanın botanik orjini, jelatinizasyon sıcaklığını belirleyen önemli faktörlerden biridir (Certel ve Ertugay, 1992a).

Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişastalarda; buğday ve mısır nişasta çeşitlerinde aynı etkiyi göstererek, muamele görmemiş nişastaya göre jelatinizasyon başlangıcı (T_i), jelatinizasyon pik (T_p), ve jelatinizasyon bitiş sıcaklıkları (T_e) artarken, entalpi değişimi (ΔH) düşmüştür. Sıcaklık ve nem nişastanın jelatinizasyon sıcaklığını önemli ölçüde artırmaktadır (Certel ve Ertugay, 1992b). Önceden çirşlendirme ile nişasta granüllerinin yapısı açılmakta ve bir parçalanma olmaktadır. Buna bağlı olarak jelatinizasyon sıcaklığı yükselmektedir. Fakat önceden bir çirşlendirme işlemine tabi tutulduğundan dolayı jelatinizasyon için gerekli ısı ihtiyacı (ΔH) düşmektedir.

Asit ile inceltirilmiş modifiye nişastalarda; buğday nişastasında, jelatinizasyon pik sıcaklığı, muamele görmemiş nişastaya yakın bir değer verirken, jelatinizasyon başlangıç ve jelatinizasyon bitiş sıcaklıkları ile entalpi değişim değeri düşmüş ve mısır nişastasında da aynı etki görülmüştür. Bu da asit ile inceltirilmiş modifiye nişastanın düşük sıcaklık derecelerinde hidrasyon özeliğinden kaynaklanmaktadır (Light, 1990; Çağlarımak ve Çakmaklı, 1993).

Çapraz bağlanmış modifiye nişastalarda; buğday ve mısır nişasta çeşitlerinde jelatinizasyon başlangıç, jelatinizasyon pik ve jelatinizasyon bitiş sıcaklıkları ile

entalpi değişim değerleri muamele görmemiş nişastaya göre düşmüştür. Nişastanın moleküller üstü yapısındaki çözülmeye, nişastanın moleküller arası ve moleküller içi hidrojen bağlarının ısıtma sonucu endotermik olarak kırılarak azaltılması neden olmaktadır (Certel ve Ertugay, 1992a). Nişastada moleküller arası çapraz bağların artması jelatinizasyon için gerekli sıcaklığı da artırmaktadır.

Dekstrinize edilmiş modifiye nişastalarda; her iki nişasta çeşidinde de muamele görmemiş nişastaya göre jelatinizasyon başlangıç, jelatinizasyon pik ve jeletinizasyon bitiş sıcaklıkları artmış ve entalpi değişimi bütün modifiye nişastalarda olduğu gibi düşmüştür. Dekstrinize edilmiş modifiye nişastalar, jelatinizasyon başlangıç, jelatinizasyon pik ve jelatinizasyon bitiş sıcaklıklarını, önceden çirışlendirilmiş ve çapraz bağlanmış modifiye nişastalardan daha yüksek düzeyde artırmıştır. Bu artışa, dekstrinizasyon işleminde nişastanın parçalanması ile oluşan şekerler sebep olabilir. Çünkü ortamdaki şeker miktarı nişastanın jeletinizasyon sıcaklığını, bulunma miktarına bağlı olarak önemli ölçüde artırmaktadır (Bean ve Yamazaki, 1978).

Tablo 3.3 DSC'de Nişasta Örneklerinin Termoanalitik Özellikleri

Nişasta Çeşidi	Nişastanın Modifiye Yöntemi	(°C)			ΔH (j/g)
		T_i	T_p	T_c	
BUĞDAY	NN	53,43	58,06	65,06	4,40
	ÖÇMN	56,76	61,33	66,10	3,34
	AIMN	52,55	58,20	64,85	3,71
	ÇBMN	53,76	58,01	65,1	2,07
	DEMN	59,75	65,00	74,60	6,17
MISIR	NN	60,50	67,30	75,45	10,2
	ÖÇMN	62,00	69,15	75,30	9,10
	AIMN	57,30	64,56	74,60	10,05
	ÇBMN	60,15	67,65	76,55	9,90
	DEMN	62,36	68,35	76,75	7,10

T_i : Jeletinizasyon başlangıç sıcaklığı

T_p : Jeletinizasyon pik sıcaklığı

T_c : Jeletinizasyon bitiş sıcaklığı

ΔH : Entalpi değişimi

NN = Normal nişasta

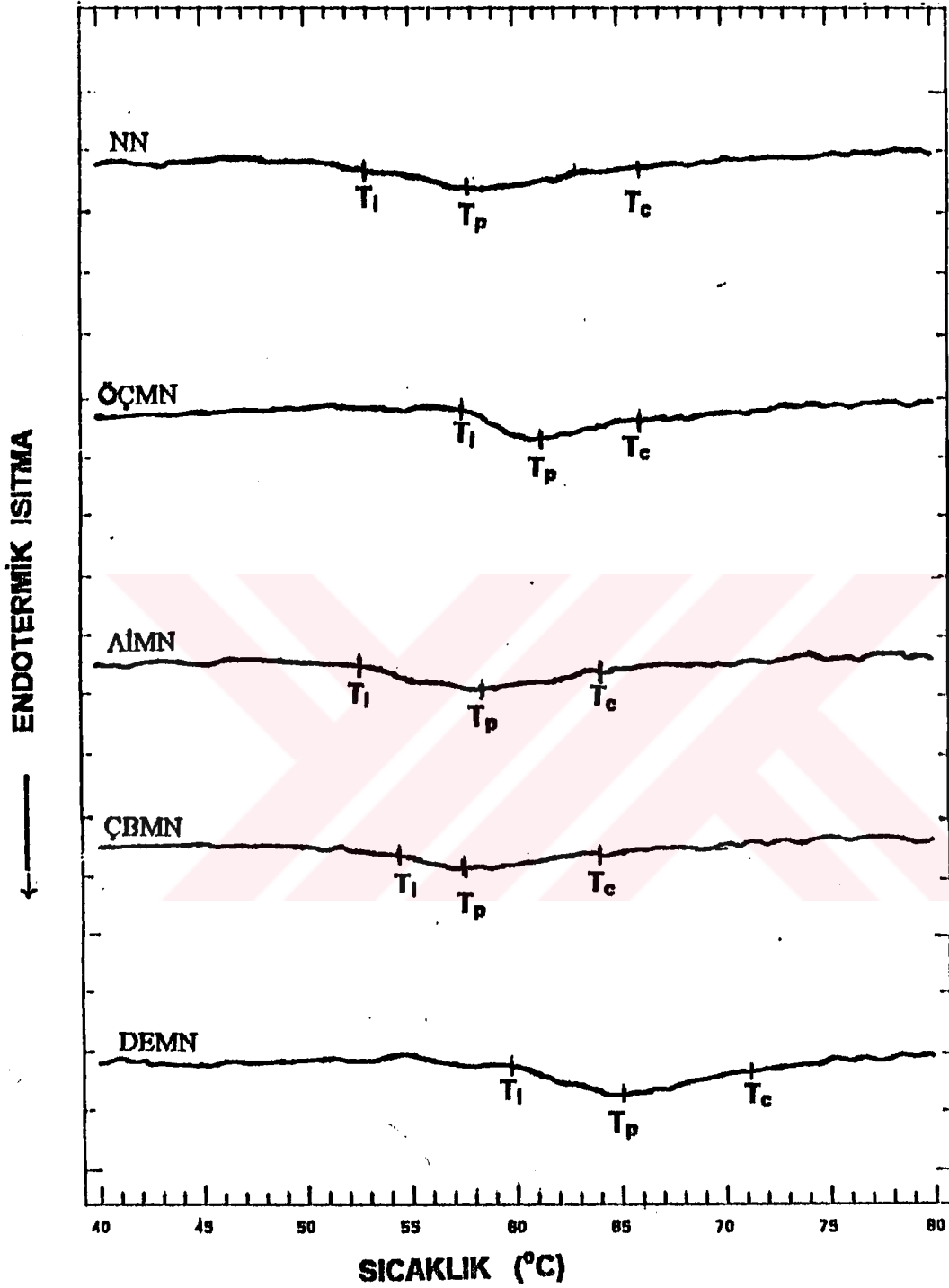
ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AIMN = Asitle inceltilmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

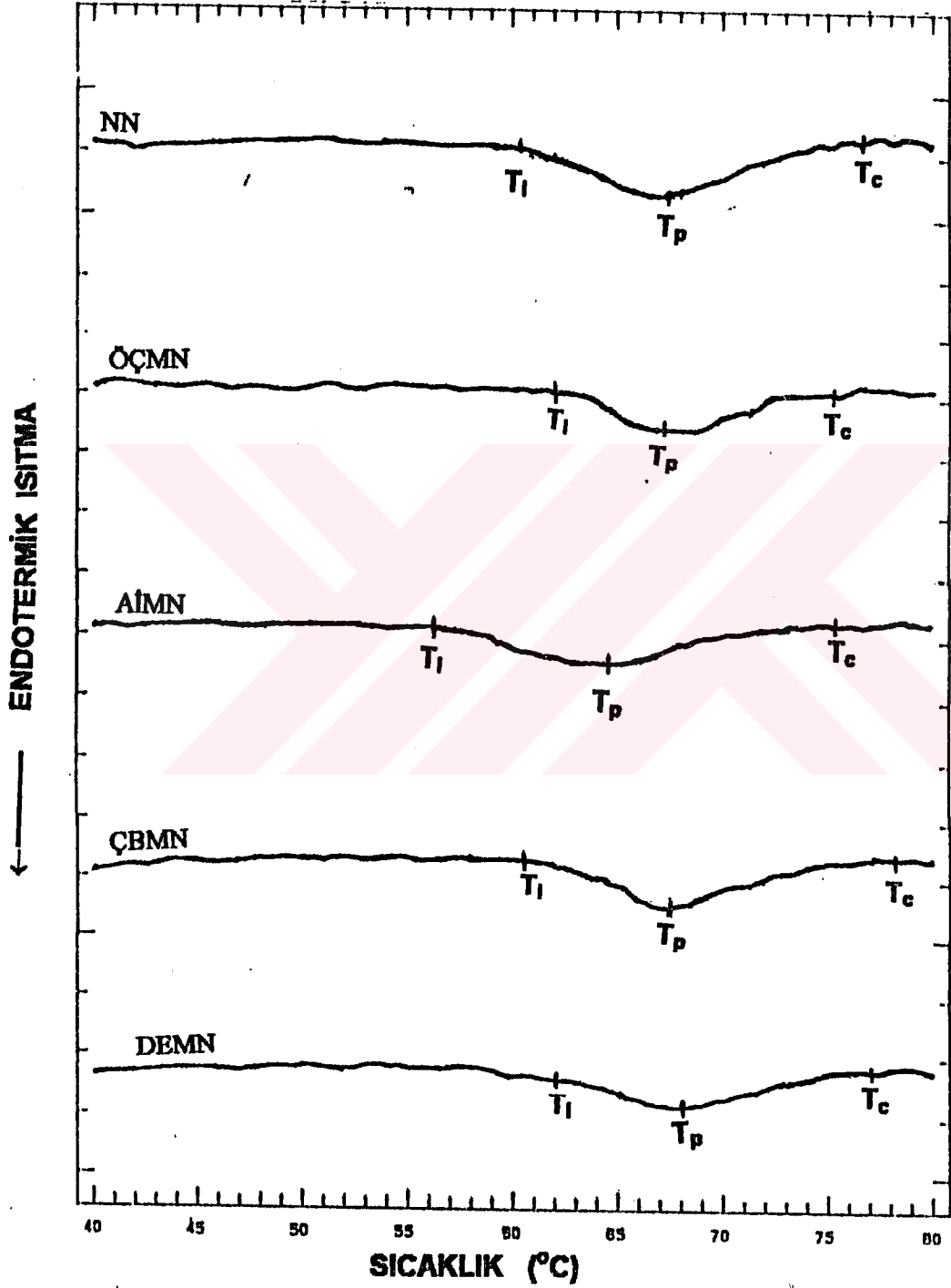
DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Normal ve modifiye edilmiş buğday nişastalarına ait birleştirilmiş termogramlar Şekil 3.1'de mısır nişastasına ait termogramlar ise Şekil 3.2'de verilmiştir.



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
 AIMN: Asit ile inceltirilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.
 T_I : Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı T_P : Jelatinizasyon Pik Sıcaklığı
 T_C : Jelatinizasyon Bitiş Sıcaklığı

Şekil 3.1. Normal ve modifiye edilmiş buğday nişastalarına ait DSC termogramları.



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
 AIMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.
 T_I : Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı T_p : Jelatinizasyon Pik Sıcaklığı
 T_c : Jelatinizasyon Bitiş Sıcaklığı

Şekil 3.2. Normal ve modifiye edilmiş mısır nişastalarına ait DSC termogramları.

Farklı sıcaklıklarda, normal ve farklı yöntemlerle modifiye edilen nişastalara ait viskozite değerleri Tablo 3.4'de verilmiştir. Buna göre, sıcaklık yükseldikçe nişasta çirşlenmesinden dolayı sıcaklık artışına paralel olarak bütün nişastalarda viskozite artışı görülmüştür. Dekstrinize edilmiş modifiye nişastalar en düşük viskoziteyi göstermiştir. Dekstrinlerin çok düşük viskoziteye ve yüksek çözünürlüğe sahip oldukları bildirilmektedir (Luallen, 1985).

Tablo 3.4. Nişasta Örneklerine Ait Viskozite Değerleri

Nişasta Çeşidi	Nişastanın Modifiye Yöntemi	Sıcaklık (°C)								
		50	55	60	65	70	75	80	85	
BUĞDAY	NN	25	35	40	50	50	70	290	1170	V İ S K O Z İ T E (Cp)
	ÖÇMN	10	20	30	40	70	250	850	1200	
	AIMN	10	10	20	30	40	130	560	1400	
	ÇBMN	10	20	20	40	60	150	510	1270	
	DEMN	20	20	20	20	20	50	50	70	
MISIR	NN	10	10	20	30	40	1870	3420	4500	
	ÖÇMN	10	10	10	10	20	2400	5000	5500	
	AIMN	10	10	10	20	1800	4000	5000	5500	
	ÇBMN	10	10	10	10	30	70	1030	2610	
	DEMN	10	10	10	10	20	40	40	50	

NN = Normal nişasta

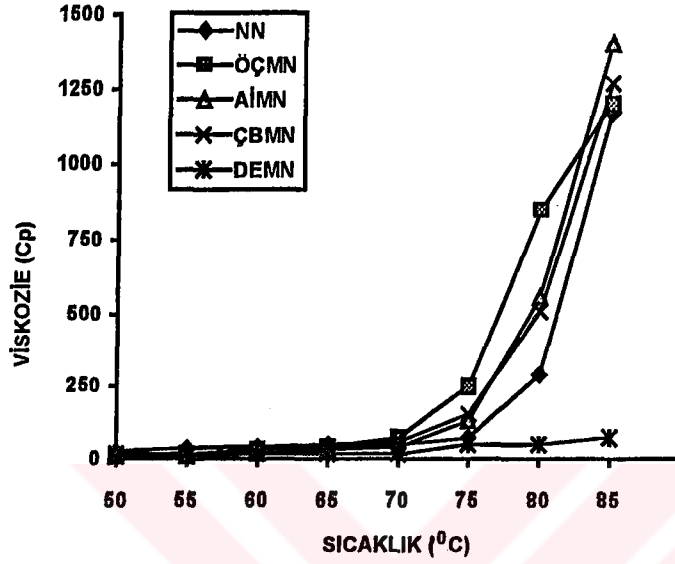
ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AIMN = Asitle inceltilmiş modifiye nişasta

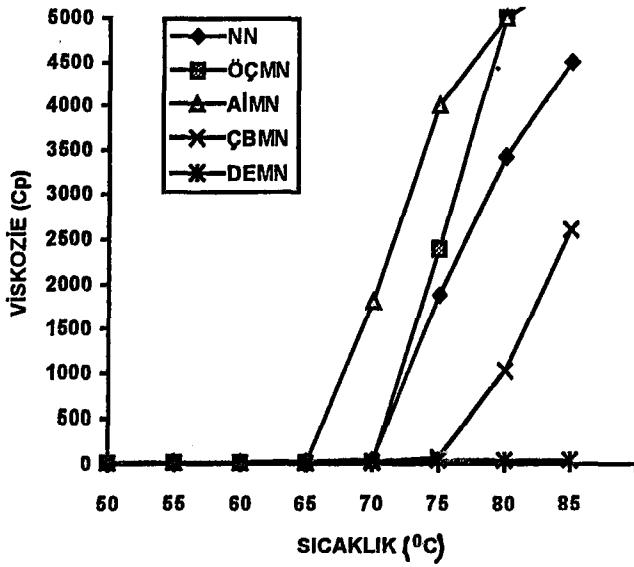
ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Farklı yöntemlerle modifiye edilmiş buğday nişastalarının sıcaklıkla değişen viskozite değerleri Şekil 3.3'de, mısır nişastasına ait değerler ise Şekil 3.4'de verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi her iki nişasta çeşidinde de dekstrinizasyon işlemi viskoziteyi önemli ölçüde düşürmüştür. Mısır nişastası buğday nişastasına göre daha düşük sıcaklık derecelerinde çirşlenmeye başlamıştır.



Şekil 3.3. Buğday nişastasının viskozitesinde sıcaklık x modifiye yöntemi arasındaki etkileşim



Şekil 3.4. Mısır nişastasının viskozitesinde sıcaklık x modifiye yöntemi arasındaki etkileşim

3.2. Kek karışımına Ait Viskozite ve pH Değerleri

Kek karışımlarının viskozite ve pH sonuçları Tablo 3.5a ve 3.5b'de verilmiştir. Bu değerlerden yapılan varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.6'da özetlenmiştir. Buna göre; viskozite üzerine nişasta çeşidi, modifiye yöntemi ve katkı seviyesi çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etki ederken, pH üzerine ise sadece katkı seviyesi çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkili olmuştur.

Nişasta çeşidi değişkenine ait kek karışımı viskozite ortalama değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.7'de gösterilmiştir. Buna göre; nişasta çeşidi olarak buğday nişastasası, mısır nişastasından daha yüksek viskozite değeri vermiştir. Bu durum, mısır ve buğday nişasta moleküllerinin yapısı, amiloz/amilopektin oranı ve çirilenme sıcaklıklarının farklı olması ile açıklanabilir (Uluöz, vd., 1974; Chabot et al., 1976).

Modifiye yöntemi değişkenine ait kek karışımı viskozite ortalama değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.8'de verilmiştir. Bütün modifiye nişastalar, kek karışımının viskozitesi üzerine farklı yönde etki ederken, en fazla düşüşü asit ile inceltilmiş ve çapraz bağlanmış modifiye nişastalar göstermiştir. Önceden çirilenendirilmiş modifiye nişasta en yüksek değere sahip olurken, normal ve dekstrinize edilmiş modifiye nişastalar önceden çirilenendirilmiş modifiye nişastaya göre daha az bir düşüşe sebep olmuştur. Nişasta soğuk suda erimemekte, ancak ısıtıldığı zaman su alarak şişmektedir (Elgün ve Ertugay, 1997). Modifiye nişasta ilavesi ile kek karışımının viskozitesinde görülen düşüş, nişastanın düşük sıcaklıklarda suyu çekmemesi ve kek karışımına un esasına göre katıldığı için sistemde miktarının artmasından dolayı, ortamı daha fazla sıvılaştırması ile açıklanabilir. Dekstrinize edilen modifiye nişasta yapılan ölçümlerde (Tablo 3.4) oldukça düşük viskozite göstermesine rağmen, karışım ortamında viskoziteyi asit ile inceltilmiş ve çapraz bağlanmış modifiye nişastalardan daha az düşürmüştür.

Tablo 3.5.a. Kek Karışımına Ait Analiz Sonuçları (Tekerrür I)

Nişasta Çeşidi	Modifiye Yöntemi	Katkı Seviyesi ^{1/} (%)	Viskozite (Cp)	pH
B U Ğ D A Y	NN	KONTROL	11500	6,91
		10	9600	6,93
		20	9200	6,99
		30	7200	6,62
	ÖÇMN	KONTROL	11500	6,91
		10	10200	6,96
		20	9600	6,95
		30	9100	6,83
	AİMN	KONTROL	11500	6,91
		10	8800	7,01
		20	7700	6,60
		30	7200	6,90
	ÇBMN	KONTROL	11500	6,91
		10	9100	7,02
		20	7900	6,84
		30	8100	6,90
	DEMN	KONTROL	11500	6,91
		1	9600	6,90
		20	8800	6,86
		30	8700	6,81
M I S I R	NN	KONTROL	11500	6,91
		10	9200	7,11
		20	8900	6,81
		30	6800	6,86
	ÖÇMN	KONTROL	11500	6,91
		10	9300	7,05
		20	9300	6,84
		30	8700	6,91
	AİMN	KONTROL	11500	6,91
		10	9100	7,04
		20	7500	6,90
		30	7200	6,88
	ÇBMN	KONTROL	11500	6,91
		10	9000	6,99
		20	6900	6,83
		30	6600	6,87
	DEMN	KONTROL	11500	6,91
		10	9000	7,15
		20	7000	6,92
		30	7100	6,89

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AİMN = Asitle inceltilmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

^{1/} = Un esasına göre

Tablo 3.5.b. Kek Karışımına Ait Analiz Sonuçları (Tekerrür II)

Nişasta Çeşidi	Modifiye Yöntemi	Katkı Seviyesi ^{1/} (%)	Viskozite (Cp)	pH
B U Ğ D A Y	NN	KONTROL	11200	6,85
		10	9700	6,95
		20	9000	6,95
		30	7100	6,90
	ÖÇMN	KONTROL	11200	6,85
		10	10100	6,98
		20	9400	6,91
		30	9000	6,93
	AIMN	KONTROL	11200	6,85
		10	9100	6,90
		20	7800	6,98
		30	7000	7,04
	ÇBMN	KONTROL	11200	6,85
		10	9300	7,00
		20	8000	6,96
		30	7900	7,09
	DEMN	KONTROL	11200	6,85
		1	10000	7,00
		20	9000	6,96
		30	8000	7,11
M I S I R	NN	KONTROL	11200	6,85
		10	9100	7,00
		20	9000	6,96
		30	6700	7,08
	ÖÇMN	KONTROL	11200	6,85
		10	9400	7,01
		20	9200	7,06
		30	8500	6,97
	AIMN	KONTROL	11200	6,85
		10	9400	7,05
		20	7600	7,05
		30	7700	6,99
	ÇBMN	KONTROL	11200	6,85
		10	9100	7,01
		20	7000	7,01
		30	6700	6,93
	DEMN	KONTROL	11200	6,85
		10	9100	7,03
		20	7200	6,98
		30	7200	6,95

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AIMN = Asitle inceltmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

^{1/} =Un esasına göre

Tablo 3.6 Kek Karışımı Analizlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları ^{1/}

Varyasyon Kaynakları	SD	Viskozite		pH	
		KO	F	KO	F
Nişasta Çeşidi (A)	1	3486125,0	115,23**	0,037	3,78
Modifiye Yöntemi (B)	4	2657062,5	87,82**	0,03	0,26
Katkı Seviyesi (C)	3	5287958,3	1747,80**	0,074	7,68**
A X B	4	620187,5	20,49**	0,008	0,86
A X C	3	469458,3	15,51**	0,013	1,31
B X C	12	887895,8	29,30**	0,004	0,37
A X B X C	12	191854,1	6,34	0,009	0,9
Hata	39	30253		0,01	

^{1/} (**) P<0,01 düzeyinde önemli

(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Tablo 3.7 Nişasta Çeşidi Değişkenine Ait Kek Karışımı Viskozite Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları (P<0,05)^{1/}

Nişasta Çeşidi	n	Viskozite (Cp)
Buğday Nişastası	40	9367,5 a
Mısır Nişastası	40	8950,0 b

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Katkı seviyesi değişkenine ait ortalama değerlerin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.9'da verilmiştir. Buna göre; nişasta katkı seviyesinin artması viskoziteye düşürücü yönde etkili olmuştur. En fazla düşüş % 30'luk katkı seviyesinde görülmüştür. Un esasına göre nişasta miktarı arttıkça aynı oranda karışımdaki un miktarı da azalmış, sistem sıvılaştığı için viskozitede buna paralel olarak azalmıştır. pH üzerinde % 10'luk katkı seviyesi artırıcı yönde etkili olurken % 20 ve 30'luk katkı seviyeleri kontrole nazaran deskriptif bir artış göstermiş ancak bu artış istatistiki açıdan önemli olmamıştır.

Tablo 3.8 Modifiye Yöntemi Değişkenine Ait Kek Karışımı Viskozite Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)^{1/}

Nişastanın Modifiye Yöntemi	n	Viskozite (Cp)
NN	16	9181,25 b
ÖÇMN	16	9825,00 a
AIMN	16	8843,75 c
ÇBMN	16	8812,50 c
DEMN	16	9131,25 b

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AIMN = Asitle inceltilmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Tablo 3.9 Katkı Seviyesi Değişkenine Ait Kek Karışımı Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)^{1/}

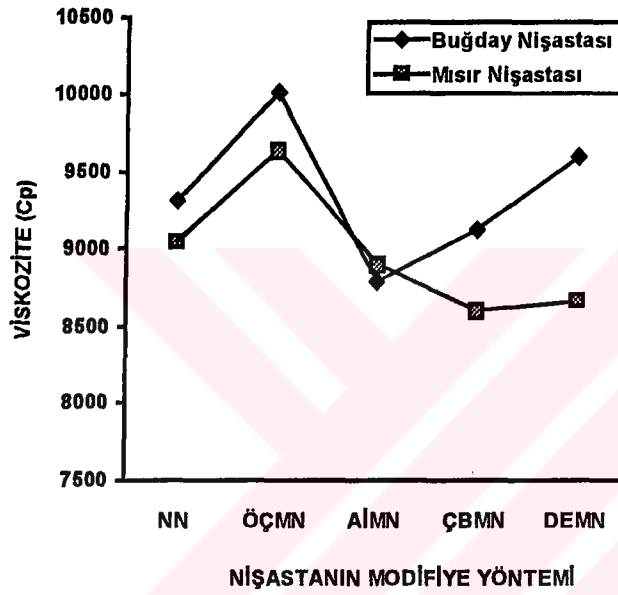
Nişastanın Katkı Seviyesi ^a (%)	n	Viskozite (Cp)	pH
KONTROL	20	11350 a	6,880 b
10	20	9360 b	7,023 a
20	20	8300 c	6,918 b
30	20	7625 d	6,923 b

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

^a Un esasına göre

Tablo 3.6'da verilen analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak viskozite üzerinde önemli bulunan nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonunun gidişi Şekil 3.5.'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, buğday nişastasında daha fazla olmak üzere, her iki nişasta çeşidinde de önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

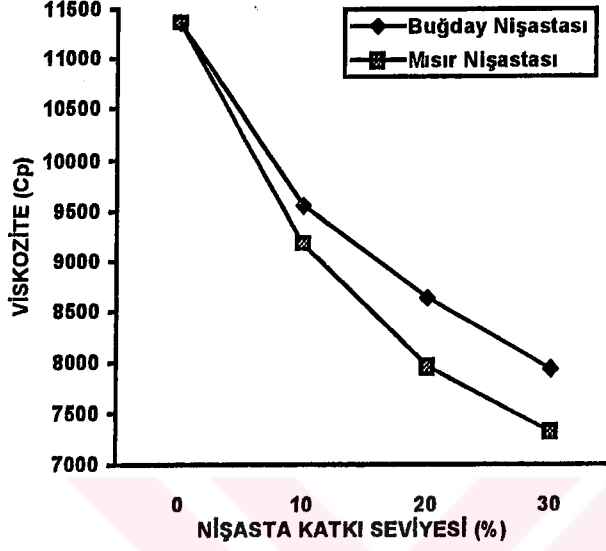
viskoziteyi yükseltirken asit ile inceltirilmiş modifiye nişastada düşürmekle birlikte birbirine yakın değerler göstermiştir. Çapraz bağlanma ve dekstrinize edilmiş modifiye nişastalarda viskozite değeri oldukça farklı çıkmış, buğday nişastası daha yüksek değer vermiştir. Bu değişkenlik üzerinde, nişastayı oluşturan polimer yapı üzerindeki modifikasyon derecesi etkili olmuştur.



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
AİMN: Asit ile inceltirilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

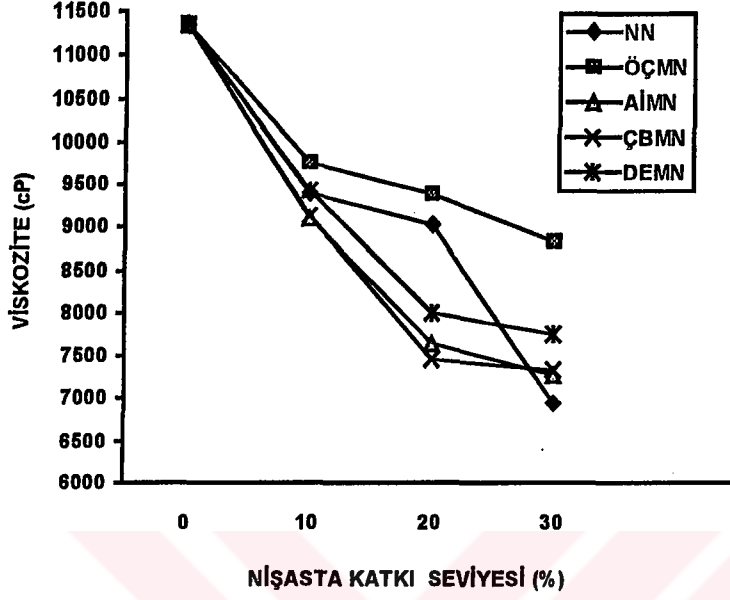
Şekil 3.5 Karışım viskozitesinde nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonu

Tablo 3.6'da verilen analiz sonuçlarına göre viskozite üzerinde önemli bulunan nişasta çeşidi x katkı seviyesi interaksyonunun gidişi Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Buna göre; nişasta katkı seviyesine bağlı olarak viskozitede izlenen düşüş; % 30 seviyesinde en fazla olmuş ve bu seviyedeki mısır ve buğday nişastalarının viskozite düşüşleri arasındaki farkın oldukça fazla olduğu izlenmiştir. En düşük viskoziteyi ise mısır nişastası vermiştir.



Şekil 3.6 Karışım viskozitesinde nişasta çeşidi x katkı seviyesi interaksiyonu

Tablo 3.6'da verilen analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak karışım viskozitesi üzerinde önemli bulunan modifiye yöntemi x katkı seviyesi interaksiyonunun gidişi Şekil 3.7'de gösterilmiştir. Buna göre; katkı seviyesinin artması bütün modifiye şekillerinde kontrole göre karışımın viskozitesini doğrusal olarak azaltırken, en fazla düşüşe % 30 katkı seviyesinde normal nişasta sebep olmuştur. Asit ile inceltilmiş, çapraz bağlanmış ve dekstrinize edilmiş modifiye nişastalar % 20 ile 30'luk katkı seviyesinde birbirine yakın değerler verirken, katkı seviyesinin artması ile en az düşüş önceden çirileştirilmiş modifiye nişastada görülmüştür



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
 AİMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

Şekil 3.7 Karışım viskozitesinde modifiye yöntemi x katkı seviyesi interaksyonu

3.3.Kek Pişirme Denemeleri

3.3.1. Kek Fiziksel Özelliklerine Ait Sonuçlar

Kek pişirme denemelerinden hacim, spesifik hacim, hacim indeksi, simetri indeksi, üniformite indeksi ve büzülme değerine ait sonuçlar Tablo 3.10a ve 3.10b'de, varyans analizi sonuçları ise Tablo 3.11'de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından nişasta çeşidi; sadece hacim ve spesifik hacim üzerinde çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkili olurken, modifiye yöntemi; kek hacmi ve spesifik hacim üzerinde çok önemli ($P<0,01$) düzeyde, hacim indeksi üzerinde ise önemli ($P<0,05$) düzeyde etkili olmuştur. Diğer varyasyon kaynağı olan katkı seviyesi ise; kek hacmi, spesifik hacim ve hacim indeksi üzerinde çok önemli ($P<0,01$) düzeyde etkili olurken, üniformite indeksi ve büzülme değeri üzerine önemli ($P<0,05$) bir etki göstermiştir.

Nişasta çeşidi değişkenine ait ortalama değerlerin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.12'de verilmiştir. Buna göre; kek hacmi ve spesifik hacimde buğday nişastasını mısır nişastasına kıyasla daha yüksek değerler vermiştir.

Modifiye yöntemi değişkenine ait ortalama değerlerin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.13'de verilmiştir. Buna göre; hacimde normal nişasta ile önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta arasında istatistiksel açıdan bir farklılık görülmemekle birlikte en yüksek değeri vermişlerdir. Asit ile inceltmiş ve çapraz bağlanmış modifiye nişastalar çok az bir düşüş gösterirken, en düşük değeri dekstrinize edilmiş modifiye nişasta vermiştir. Yapılan ölçümlerde de tespit edildiği gibi dekstrinize edilmiş modifiye nişastalar su ile ısıtıldıkları zaman çok düşük viskozitede jel vermektedir (Luallen, 1985). Bu özeliği gaz tutma kapasitesini azalttığı için kek hacmini de düşürmüştür. Spesifik hacim ve hacim indeksinde ise normal nişasta, önceden çirşlendirilmiş ve asit ile inceltmiş modifiye nişasta arasında istatistiksel açıdan bir farklılık görülmezken, dekstrinize edilmiş modifiye nişasta yine düşürücü yönde etkili olmuştur. Çapraz bağlanmış modifiye nişasta ise spesifik hacim ve hacim indeksinde çok az bir düşüşe neden olmuştur.

Tablo 3.10.a. Kek Pişirme Denemelerine Ait Sonuçlar (Tekerrür I)

Nişasta Çeşidi	Modifiye Yöntemi	Katkı Seviyesi ^{1/} (%)	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)	Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Üniformite İndeksi (mm)	Büzülme Değeri (mm)	
B U Ğ D A Y	NN	KONTROL	49,71	141,1	2,85	143	3	1,6	0,0	
		10	49,36	134,5	2,72	146	7	1,0	0,3	
		20	49,58	142,5	2,87	143	4	0,0	0,1	
		30	49,58	136,7	2,75	135	3	1,0	0,0	
	ÖÇMN	KONTROL	49,71	141,1	2,85	143	3	1,6	0,0	
		10	49,72	130,5	2,62	140	7	7,0	0,0	
		20	49,80	134,5	2,7	143	7	3,0	0,3	
		30	50,00	135,5	2,79	147	6	0,0	0,0	
	AİMN	KONTROL	49,71	141,1	2,85	143	3	1,6	0,0	
		10	49,79	144,0	2,89	142	2	2,0	0,2	
		20	49,47	141,7	2,86	147	6	2,0	0,0	
		30	49,17	141,0	2,86	143	1	1,0	0,1	
	ÇBMN	KONTROL	49,71	141,1	2,85	143	3	1,6	0,0	
		10	50,83	134,0	2,73	137	4	2,0	0,1	
		20	49,85	138,2	2,77	142	2	2,0	0,2	
		30	50,20	128,7	2,56	138	3	1,0	0,1	
	DEMN	KONTROL	49,71	141,1	2,85	143	3	1,6	0,0	
		1	49,77	136,5	2,74	136	2	0,0	0,0	
		20	50,05	128,5	2,56	137	4	0,0	0,5	
		30	49,28	146,2	2,96	129	0	0,0	0,1	
	M I S I R	NN	KONTROL	49,71	141,1	2,85	143	3	1,6	0,0
			10	50,18	131,7	2,62	150	6	0,0	0,0
			20	50,36	137,2	2,72	138	0	2,0	0,3
			30	49,98	129,7	2,59	144	3	1,0	0,0
ÖÇMN		KONTROL	49,71	141,1	2,85	143	3	1,6	0,0	
		10	49,85	134,7	2,7	143	1	1,0	0,4	
		20	49,60	142,5	2,87	139	2	0,0	0,4	
		30	49,77	134,0	2,69	143	7	1,0	0,0	
AİMN		KONTROL	49,71	141,1	2,85	143	3	1,6	0,0	
		10	49,85	135,5	2,71	142	2	0,0	0,0	
		20	50,35	128,2	2,54	131	1	1,0	0,1	
		30	50,05	126,7	2,53	139	5	1,0	0,0	
ÇBMN		KONTROL	49,71	141,1	2,85	143	3	1,6	0,0	
		10	49,91	137,7	2,75	147	2	1,0	0,2	
		20	49,80	130,0	2,6	140	4	0,0	0,1	
		30	50,51	125,0	2,47	142	2	0,0	0,0	
DEMN		KONTROL	49,71	141,1	2,85	143	3	1,6	0,0	
		10	50,49	132,2	2,61	142	2	0,0	0,1	
		20	50,68	127,7	2,51	139	5	1,0	0,2	
		30	49,93	115,7	2,31	131	4	0,0	0,3	

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AİMN = Asitle inceltmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

^{1/} = Un esasına göre

Tablo 3.10.b.Kek Pişirme Denemelerine Ait Sonuçlar (Tekerrür II)

Nişasta Çeşidi	Modifiye Yöntemi	Katkı Seviyesi 1/ (%)	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)	Hacim İndeksi (mm)	Simetri İndeksi (mm)	Üniformite İndeksi (mm)	Büzülme Değeri (mm)
B U Ğ D A Y	NN	KONTROL	49,97	143,6	2,87	150,5	2,5	1,5	0,0
		10	50,04	143,2	2,86	147,0	3,0	1,0	0,0
		20	49,47	148,5	3,00	157,0	2,0	0,0	0,0
		30	49,87	141,5	2,83	143,0	1,0	1,0	0,0
	ÖÇMN	KONTROL	49,97	143,6	2,87	150,5	2,5	1,5	0,0
		10	49,81	136,7	2,74	155,0	4,0	0,0	0,0
		20	50,20	141,0	2,80	154,0	5,0	1,0	0,0
		30	50,42	131,0	2,59	149,0	4,0	0,0	0,0
	AİMN	KONTROL	49,97	143,6	2,87	150,5	2,5	1,5	0,0
		10	49,42	142,0	2,87	144,0	3,0	1,0	0,0
		20	50,01	138,5	2,76	158,0	4,0	0,0	0,0
		30	49,80	135,0	2,71	150,0	0,0	0,0	0,0
	ÇBMN	KONTROL	49,97	143,6	2,87	150,5	2,5	1,5	0,0
		10	49,52	139,2	2,81	145,0	2,0	0,0	0,0
		20	50,35	134,5	2,67	153,0	0,0	2,0	0,0
		30	49,98	125,0	2,50	131,0	1,0	1,0	0,6
	DEMN	KONTROL	49,97	143,6	2,87	150,5	2,5	1,5	0,0
		1	49,94	133,0	2,66	148,0	2,0	0,0	0,0
		20	49,53	131,7	2,65	150,0	9,0	1,0	0,0
		30	50,62	122,2	2,41	127,0	2,0	2,0	0,0
M I S I R	NN	KONTROL	49,97	143,6	2,87	150,5	2,5	1,5	0,0
		10	49,82	139,0	2,78	148,0	2,0	0,0	0,0
		20	49,37	136,7	2,76	147,0	3,0	1,0	0,0
		30	50,42	129,7	2,57	142,0	2,0	0,0	0,0
	ÖÇMN	KONTROL	49,97	143,6	2,87	150,5	2,5	1,5	0,0
		10	49,37	146,0	2,95	142,0	2,0	0,0	0,0
		20	50,62	141,5	2,79	136,0	2,0	2,0	0,0
		30	49,96	139,0	2,78	144,0	2,0	2,0	0,0
	AİMN	KONTROL	49,97	143,6	2,87	150,5	2,5	1,5	0,0
		10	49,25	132,0	2,68	153,0	6,0	0,0	0,2
		20	49,76	140,2	2,81	148,0	2,0	0,0	0,2
		30	49,50	127,5	2,56	142,0	2,0	0,0	0,0
	ÇBMN	KONTROL	49,97	143,6	2,87	150,5	2,5	1,5	0,0
		10	49,50	136,7	2,76	142,0	2,0	0,0	0,0
		20	50,34	138,5	2,75	150,0	6,0	2,0	0,0
		30	49,83	129,5	2,59	140,0	4,0	0,0	0,0
	DEMN	KONTROL	49,97	143,6	2,87	150,5	2,5	1,5	0,0
		10	50,78	136,7	2,69	151,0	8,0	0,0	0,0
		20	50,23	134,5	2,67	150,0	3,0	1,0	0,0
		30	50,20	122,5	2,44	133,0	1,0	1,0	0,0

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AİMN = Asitle inceltilmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

1/ = Un esasına göre

Tablo 3.11 Kek Özelliklerine Ait Varyans Analizi Sonuçları ^v

Varyasyon Kaynakları	SD	Ağırlık		Hacim		Spesifik Hacim		Hacim İndeksi		Simetri İndeksi		Üniformite İndeksi		Büzülme Değeri	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Nişasta Çeşidi (A)	1	0,27	1,9	118,34	6,47**	0,07	8,24**	18,05	1,06	1,51	0,6	2,54	3,39	0,0	0,008
Modifiye Yöntemi (B)	4	0,26	1,84	79,74	4,36**	0,03	4,28**	52,45	3,08*	1,88	0,74	1,15	1,12	0,004	0,27
Kaklı Seviyesi (C)	3	0,09	0,65	423,04	23,15**	20,04	0,00**	193,8	11,41**	5,73	2,29	3,11	3,03*	0,049	3,16*
A X B	4	0,20	1,41	66,90	3,66**	0,03	3,29*	44,11	2,59*	8,07	3,22*	0,41	0,4	0,012	0,73
A X C	3	0,07	0,5	38,34	2,10	0,02	2,07	74,31	4,37**	4,21	1,68	1,61	1,57	0,008	0,52
B X C	12	0,09	0,64	20,20	1,10	0,01	1,12	40,15	2,36*	2,58	1,03	0,59	0,57	0,011	0,71
A X B X C	12	0,06	0,47	18,24	0,99	0,01	0,74	12,54	0,73	4,52	1,8	1,00	0,97	0,016	1,01
Hata	39	0,14		18,26		0,01		16,98		2,50		1,02		0,016	

^v (*) P<0,05 Düzeyinde önemli

(**) P<0,01 Düzeyinde önemli

Bu durum çapraz bağ seviyesinin nişasta granülünün şişmesini azaltmasından kaynaklanabilir (Boer, 1991).

Tablo 3.12. Nişasta Çeşidi Değişkenine Ait Kek Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)^{1/}.

Nişasta Çeşidi	n	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)
Buğday Nişastası	40	138,011 a	2,774 a
Mısır Nişastası	40	135,579 b	2,713 b

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Tablo 3.13. Modifiye Yöntemi Değişkenine Ait Kek Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)^{1/}

Nişastanın Modifiye Yöntemi	n	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)	Hacim İndeksi (mm)
NN	16	138,801 a	2,785 a	145,438 a
ÖÇMN	16	138,535 a	2,780 a	145,125 a
AIMN	16	137,629 ab	2,766 a	145,375 a
ÇBMN	16	135,429 ab	2,715 ab	143,375 ab
DEMN	16	133,582 b	2,670 b	141,250 b

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AIMN = Asitle inceltmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Katkı seviyesi değişkenine ait ortalama değerlerin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.14'de verilmiştir. Buna göre; kek hacmi ve spesifik hacim üzerinde % 30'luk katkı seviyesi daha fazla olmak üzere % 10 ve 20'lik katkı seviyeleri düşürücü yönde etki göstermiştir. Hacim indeksinde, % 10 ve 20'lik katkı seviyelerinde kontrole göre deskriptif bir azalma olmasına rağmen istatistiksel açıdan bir farklılık göstermezken, % 30'luk katkı seviyesi hacim

indeksi üzerine düşürücü yönde etki göstermiştir. Üniformite indeksinde % 20'lik katkı seviyesi daha az olmak üzere % 10 ve 30'luk katkı seviyeleri düşürücü yönde etkili olmuştur. Büzülme değerinde ise % 30'luk katkı seviyesindeki artış kontrolden istatistiki açıdan önemli bulunmazken, % 20'lik katkı seviyesi büzülme değerini artırmıştır. Başka bir ifadeyle karışımın pişme sonrası kekin, kalıbın tabanından aldığı şekilde bir büzülme söz konusu olmuştur.

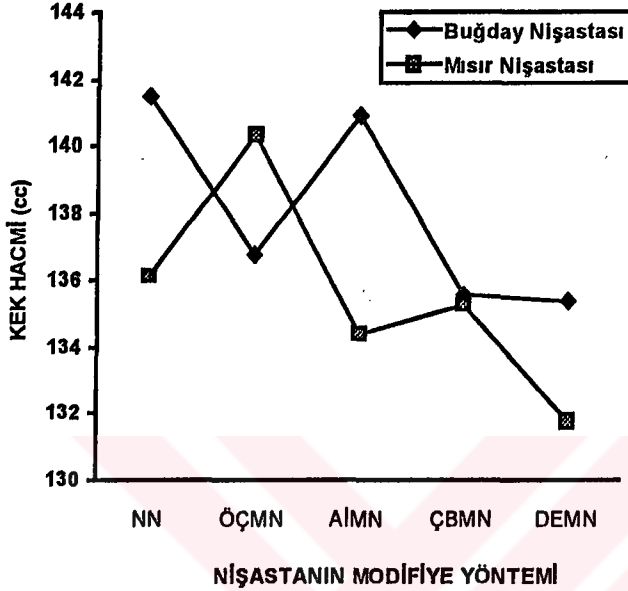
Tablo 3.14. Katkı Seviyesi Değişkenine Ait Kek Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)^{1/}

Nişastanın Katkı Seviyesi ^a (%)	n	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)	Hacim İndeksi (mm)	Üniformite İndeksi (mm)	Büzülme Değeri (mm)
KONTROL	20	142,39 a	2,86 a	146,55 a	1,55 a	0,00 b
10	20	136,81 b	2,75 b	145,00 a	0,80 b	0,07 ab
20	20	136,85 b	2,74 b	145,10 a	1,05 ab	0,12 a
30	20	131,12 c	2,63 c	139,60 b	0,65 b	0,06 b

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir

^a: Un esasına göre

Tablo 3.11'de verilen analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak kek hacminde önemli bulunan nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonunun gidişi Şekil 3.8'de verilmiştir Çapraz bağlanmış modifiye nişasta çeşitleri birbirine yakın değerler gösterirken, diğer modifiye şekillerinde nişasta çeşitleri kek hacmine farklı etkide bulunmuşlardır. Buğday nişastasında, normal nişasta, asit ile inceltirilmiş ve dekstrinize edilmiş modifiye nişastalar mısır nişastasına göre kek hacmini artırırken, önceden çirşlendirilmiş modifiye nişastada ise tam tersi bir etki görülmüştür. Nişasta çeşidi ve modifiye şeklinin kek hacmi üzerine bu kadar farklı etki göstermesinin sebebi; kek hacminin, nişasta jeletinizasyonu, nişasta jelinin özellikleri ve jeletinizasyon sıcaklıklarından önemli derecede etkilenmesinden kaynaklanabilir. Dekstrinize edilmiş nişasta jelinin viskozitesi diğer nişastalardan çok düşük olduğu için hacim ve spesifik hacimleri de düşük çıkmıştır (Kim ve Walker, 1992).



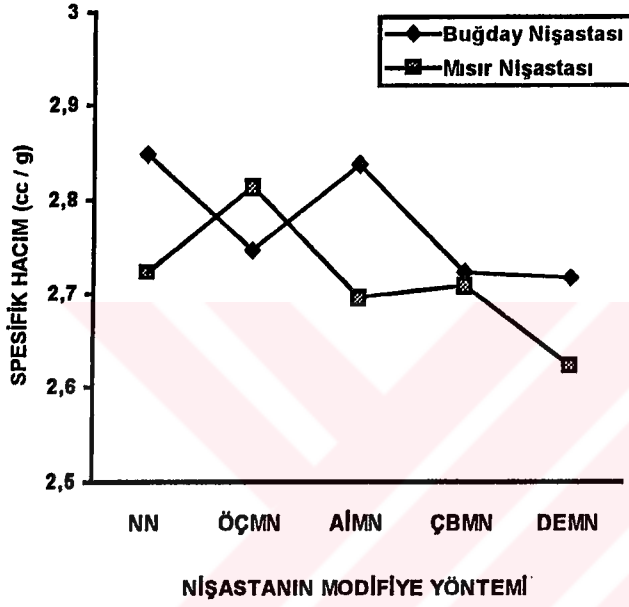
ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
 AIMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

Şekil 3.8. Kek hacminde nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonu

Tablo 3.11'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak spesifik hacimde önemli bulunan, nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonunun gidişi Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi modifiye şekli ile nişasta çeşidi spesifik hacimde, kek hacminde olduğu gibi hemen hemen aynı etkiyi göstermiştir. Çapraz bağlanmış nişasta çeşitleri arasında fazla bir fark olmamasına rağmen, diğer modifiye yöntemlerinde nişasta çeşitleri spesifik hacim üzerine farklı etkide bulunmuştur. Önceden çirşlendirilmiş mısır nişastası spesifik hacmi artırırken, aynı şekilde modifiye edilmiş buğday nişastası düşürücü yönde etkili olmuştur. Asit ile inceltilmiş modifiye nişastada ise tam tersi bir etki söz konusu olmuştur.

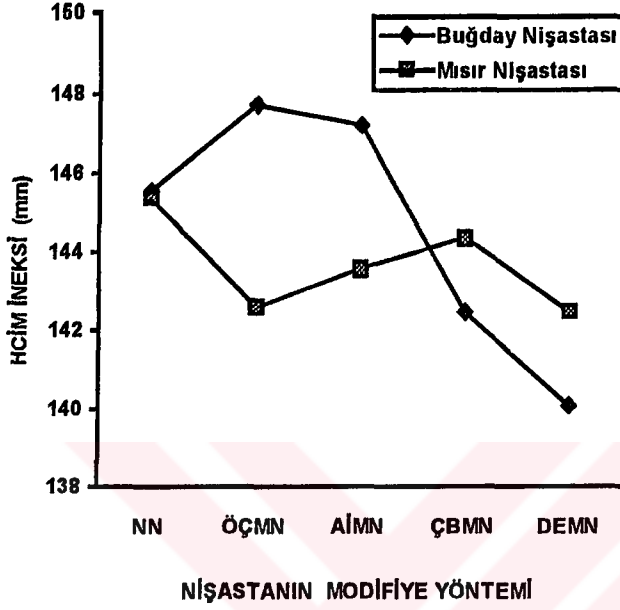
İstatistiki olarak hacim indeksi üzerinde önemli bulunan, nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonunun gidişi Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Buna göre; muamele görmemiş buğday ve mısır nişastaları hemen hemen aynı etkiyi göstermiştir. Önceden çirşlendirilmiş ve asit ile inceltilmiş modifiye buğday nişastası, mısır

nişastasına kıyasla daha fazla artış gösterirken, çapraz bağlanmış ve dekstrinize edilmiş modifiye nişastalarda ise mısır nişastasına göre daha düşük sonuçlar vermiştir.



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
AİMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

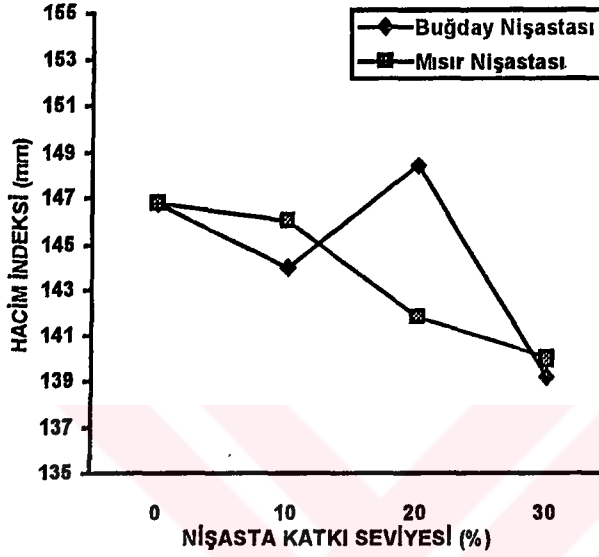
Şekil 3.9. Spesifik hacimde nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonu



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
 AİMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

Şekil 3.10. Hacim indeksinde nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonu

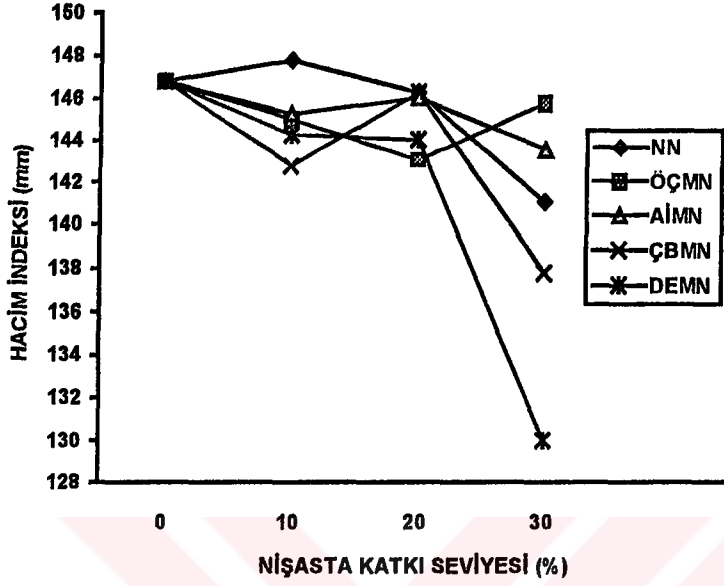
Tablo 3.11'de verilen analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak hacim indeksi üzerinde önemli bulunan nişasta çeşidi x katkı seviyesi interaksyonunun gidişi Şekil 3.11'de gösterilmiştir. Buna göre; % 10'luk katkı seviyesinde mısır nişastası kontrole yakın değer gösterirken, % 20 ve 30'luk katkı seviyesinde düşürücü yönde etkili olmuştur. % 20'lik katkı seviyesinde buğday nişastası en yüksek sonucu verirken, % 30'luk katkı seviyesi en düşük sonucu vermiştir.



Şekil 3.11. Hacim indeksinde nişasta çeşidi x katkı seviyesi interaksiyonu

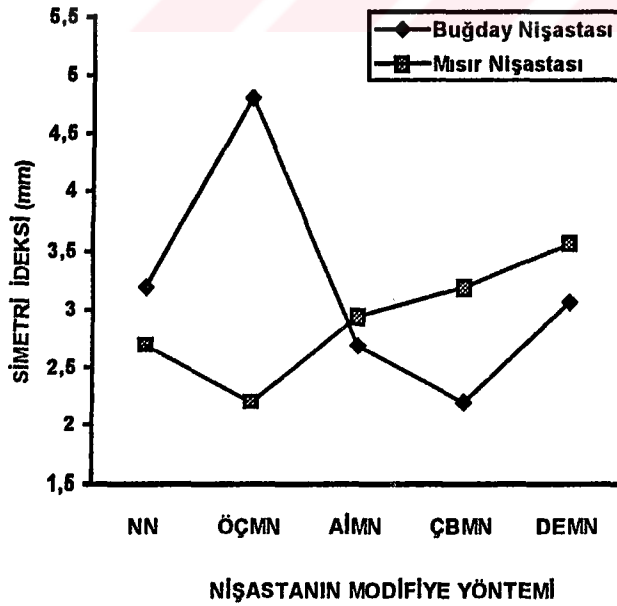
Tablo 3.11'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak hacim indeksi üzerinde önemli bulunan modifiye şekli x katkı seviyesi interaksiyonunun gidişi Şekil 3.12'de verilmiştir. Buna göre; % 10'luk katkı seviyesinde normal nişasta kontrole göre çok az bir artış gösterirken, diğer nişastalar % 10 ve 20'lik katkı seviyesinde birbirine yakın sonuçlar vermişlerdir. En düşük sonucu ise % 30'luk katkı seviyesinde dekstrinize edilmiş modifiye nişasta vermiştir.

İstatistiki olarak simetri indeksi üzerinde önemli bulunan nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksiyonunun gidişi Şekil 3.13'de gösterilmiştir. Normal ve önceden çirşlendirilmiş buğday nişastaları, mısır nişastasından daha yüksek sonuçlar verirken, asit ile inceltilmiş, çapraz bağlanmış ve dekstrinize edilmiş modifiye nişastalarda ise tam tersi bir etki ile buğday nişastası mısır nişastasından daha düşük sonuçlar vermiştir. En yüksek sonucu ise önceden çirşlendirilmiş modifiye buğday nişastası vermiştir.



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
AİMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

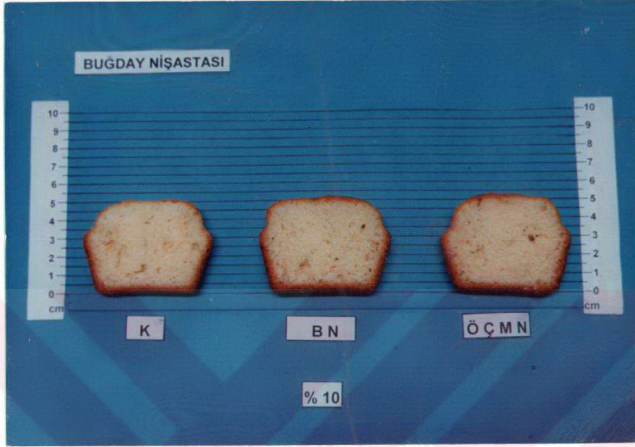
Şekil 3.12. Hacim indeksinde modifiye yöntemi x katkı seviyesi interaksyonu



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
AİMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

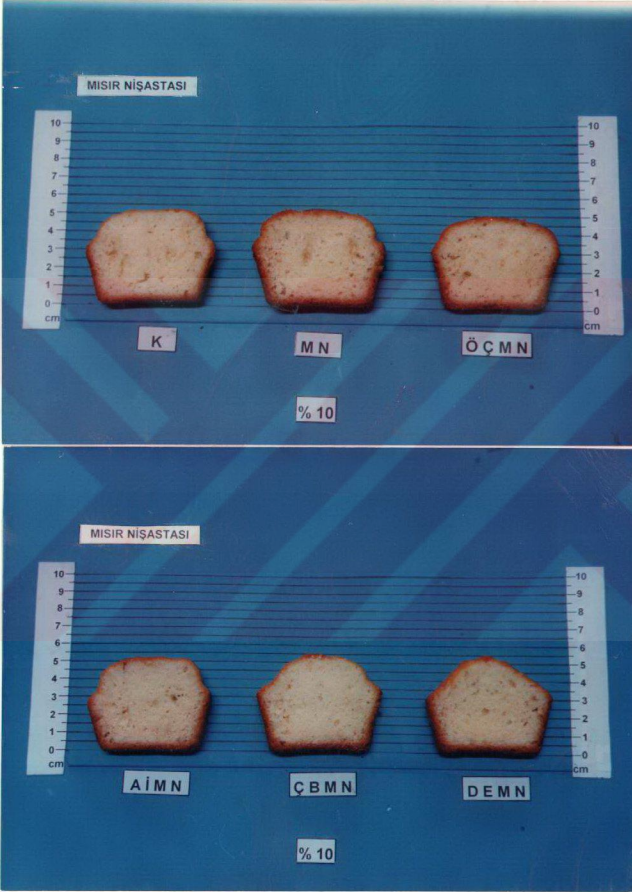
Şekil 3.13. Simetri indeksinde nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonu

Normal ve modifiye nişasta ilave edilerek üretilen keklerin fotoğrafları çekilmiş ve bu fotoğraflar Şekil 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18 ve 3.19'da gösterilmiştir.



- K = Kontrol
BN = Normal buğday nişastası
ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta
AIMN = Asit ile inceltilmiş modifiye nişasta
ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta
DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Şekil 3.14. % 10 normal ve modifiye buğday nişastaları ilavesi ile üretilen kekler



- K = Kontrol
 MN = Normal buğday nişastası
 ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta
 AİMN = Asit ile incellilmiş modifiye nişasta
 ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta
 DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Şekil 3.15. % 10 normal ve modifiye mısır nişastaları ilavesi ile üretilen kekler



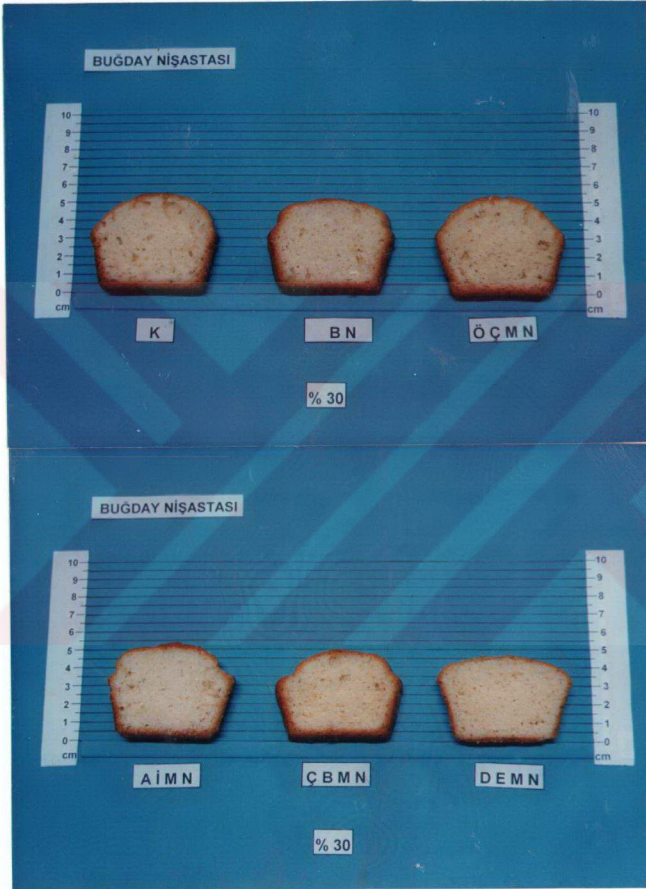
- K = Kontrol
BN = Normal buğday nişastası
ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta
AİMN = Asit ile inceltilmiş modifiye nişasta
ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta
DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Şekil 3.16. % 20 normal ve modifiye buğday nişastaları ilavesi ile üretilen kekler



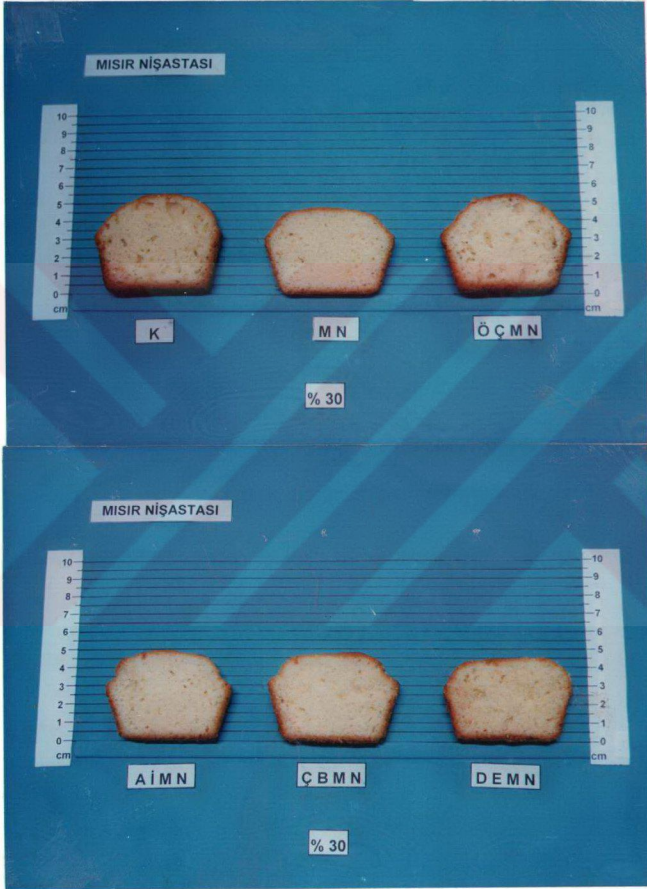
K = Kontrol
MN = Normal buğday nişastası
ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta
AIMN = Asit ile inceltilmiş modifiye nişasta
ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta
DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Şekil 3.17. % 20 normal ve modifiye mısır nişastaları ilavesi ile üretilen kekler



- K = Kontrol
 BN = Normal buğday nişastası
 ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta
 AİMN = Asit ile inceltilmiş modifiye nişasta
 ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta
 DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Şekil 3.18. % 30 normal ve modifiye buğday nişastaları ilavesi ile üretilen kekler



- K = Kontrol
 MN = Normal buğday nişastası
 ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta
 AİMN = Asit ile inceltilmiş modifiye nişasta
 ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta
 DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Şekil 3.19. % 30 normal ve modifiye mısır nişastaları ilavesi ile üretilen kekler

3.3.2. Kek İ ve Kabuk Renk Yoğunluğu

Kek pişirme denemelerinden kek içi ve kabuk rengine ait L, a ve b değerleri Tablo 3.15a'da ve 3.15.b'de; bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.16'da verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından nişasta çeşidi kek içi L değerinde $P<0,05$ düzeyinde, -a (yeşil) renk değeri üzerinde ise $P<0,01$ düzeyde etkili olurken; katkı seviyesi kek içi -a (yeşil) renk değeri üzerinde çok önemli ($P<0,01$), +b (sarı) ve L değeri üzerinde ise önemli ($P<0,05$) düzeyde etkili olmuştur. Diğer varyasyon kaynağı olan modifiye yöntemi ise kek içi ve kabuğunun L, a ve b değerlerinde istatistiki açıdan önemli bir etkide bulunmamıştır.

Nişasta eşidi değişkenine ait ortalama değerlerinin Duncan oklu karşılaştırma testi Tablo 3.17'de verilmiştir. Buna göre; mısır nişastası daha yüksek kek içi L ve -a (yeşil) değerini vermiştir.

Katkı seviyesi değişkenlerine ait ortalama değerlerinin Duncan oklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.18'de verilmiştir. % 10, 20 ve 30'luk katkı seviyeleri kontrole göre kek içi L değerini artırıcı yönde etkili olmuştur. Katkı seviyelerindeki artış unun nispi olarak miktarını düşürdüğü için undan gelen renk pigmentleri de düşmüş ve kek içi renginin beyaza doğru değer vermesinde etkili olmuştur. Kek içi -a (yeşil) değeri üzerinde % 10'luk katkı seviyesi deskriptif bir azalma göstermesine rağmen istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. % 20 ve 30'luk katkı seviyeleri ise düşürücü yönde etkili olmuştur. Kek içi +b(sarı) renk değerinde, % 30'luk katkı seviyesi kontrol ile aynı etkiyi gösterirken, % 20'lik katkı seviyesi çok az olmakla birlikte % 10'luk katkı seviyesi düşürücü yönde etkili olmuştur.

Tablo 3.15.a. Kek Pişirme Denemelerine Ait Sonuçlar (Tekerrür I)

Nişasta Çeşidi	Modifiye Yöntemi	Katkı Seviyesi ^{1/} (%)	Kek İçi Rengi			Kek Kabuk Rengi			
			L	- a	+ b	L	+ a	+ b	
B U Ğ D A Y	NN	KONTROL	74,08	2,79	20,34	45,86	18,75	31,17	
		10	75,05	2,70	19,22	47,65	18,54	31,15	
		20	71,55	2,11	19,76	42,25	18,67	27,07	
		30	76,35	2,60	18,63	48,71	17,49	33,65	
	ÖÇMN	KONTROL	74,08	2,79	20,34	45,86	18,75	31,17	
		10	74,21	2,69	21,15	48,56	19,02	33,87	
		20	73,45	2,55	19,90	51,13	16,69	34,52	
		30	76,34	2,22	20,17	51,71	15,00	35,14	
	AİMN	KONTROL	74,08	2,79	20,34	45,86	18,75	31,17	
		10	75,33	2,54	19,82	44,79	18,93	29,58	
		20	74,56	2,69	20,70	47,64	18,28	32,86	
		30	78,86	2,69	19,07	42,94	18,60	27,60	
	ÇBMN	KONTROL	74,08	2,79	20,34	45,86	18,75	31,17	
		10	74,85	2,48	19,50	41,04	18,83	25,55	
		20	76,66	2,57	19,75	45,02	18,62	30,95	
		30	73,66	2,03	21,18	45,49	18,96	28,58	
	DEMN	KONTROL	74,08	2,79	20,34	45,86	18,75	31,17	
		1	75,77	2,51	20,14	48,07	18,10	31,80	
		20	74,46	2,15	21,17	49,99	16,55	32,55	
		30	73,64	1,62	23,88	41,61	18,47	26,11	
	M I S I R	NN	KONTROL	74,08	2,79	20,34	45,86	18,75	31,17
			10	75,59	2,93	20,32	51,64	15,06	36,04
			20	77,61	2,36	21,49	55,08	14,68	35,65
			30	77,48	2,83	20,49	48,11	19,25	33,61
ÖÇMN		KONTROL	74,08	2,79	20,34	45,86	18,75	31,17	
		10	76,29	2,68	19,84	48,44	18,30	32,05	
		20	75,96	2,29	20,08	48,79	16,64	31,98	
		30	76,03	2,68	21,30	44,86	18,34	28,45	
AİMN		KONTROL	74,08	2,79	20,34	45,86	18,75	31,17	
		10	72,03	2,59	19,57	44,49	19,18	28,96	
		20	77,78	2,82	20,82	55,00	13,27	36,43	
		30	74,36	2,55	18,75	50,76	17,25	36,26	
ÇBMN		KONTROL	74,08	2,79	20,34	45,86	18,75	31,17	
		10	77,79	2,84	19,86	48,41	19,20	33,23	
		20	72,90	2,50	20,79	47,66	18,08	33,84	
		30	77,60	2,72	18,97	46,88	18,89	31,81	
DEMN		KONTROL	74,08	2,79	20,34	45,86	18,75	31,17	
		10	71,25	2,80	19,15	54,36	13,44	37,01	
		20	74,57	2,55	19,71	57,17	13,98	37,22	
		30	74,32	2,82	21,06	40,44	18,66	26,56	

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AİMN = Asitle inceltmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

^{1/} = Un esasına göre

L = Açıklık-koyuluk

-a = Yeşil renk yoğunluğu

+a = Kırmızı renk yoğunluğu

+b = Sarı renk yoğunluğu

Tablo 3.15.b. Kek Pişirme Denemelerine Ait Sonuçlar (Tekerrür II)

Nişasta Çeşidi	Modifiye Yöntemi	Katkı Seviyesi ^{1/} (%)	Kek İçi Rengi			Kek Kabuk Rengi			
			L	- a	+ b	L	+ a	b (+)	
B U Ğ D A Y	NN	KONTROL	73,96	2,75	21,55	45,43	18,54	29,87	
		10	75,51	2,64	19,87	46,51	17,44	31,34	
		20	73,27	2,27	19,35	43,35	19,17	27,11	
		30	75,1	2,35	21,86	44,10	18,42	29,81	
	ÖÇMN	KONTROL	73,96	2,75	21,55	45,43	18,54	29,87	
		10	74,33	2,56	20,54	43,12	19,36	25,90	
		20	75,13	2,06	19,31	49,81	16,13	34,35	
		30	77,73	2,16	20,11	46,16	18,37	29,88	
	AİMN	KONTROL	73,96	2,75	21,55	45,43	18,54	29,87	
		10	74,55	2,70	20,95	42,43	19,75	28,47	
		20	77,54	2,71	19,47	59,51	12,00	39,95	
		30	78,09	2,43	19,02	51,95	15,72	34,35	
	ÇBMN	KONTROL	73,96	2,75	21,55	45,43	18,54	29,87	
		10	74,41	2,32	19,97	43,55	19,33	29,65	
		20	73,15	2,01	20,24	48,25	19,24	32,66	
		30	70,86	2,50	21,62	59,62	19,00	36,74	
	DEMN	KONTROL	73,96	2,75	21,55	45,43	18,54	29,87	
		1	74,73	2,50	21,46	41,95	18,99	26,30	
		20	75,98	2,55	19,45	47,85	19,75	32,60	
		30	69,71	2,61	22,22	43,71	18,03	27,76	
	M I S I R	NN	KONTROL	73,96	2,75	21,55	45,43	18,54	29,87
			10	74,77	2,50	20,45	45,46	19,02	32,11
			20	77,78	2,67	20,75	41,78	18,78	25,93
			30	73,66	2,60	22,74	49,21	17,28	32,87
ÖÇMN		KONTROL	73,96	2,75	21,55	45,43	18,54	29,87	
		10	78,19	2,64	21,00	41,09	19,31	25,47	
		20	77,32	2,82	20,50	43,63	18,65	27,73	
		30	71,22	2,48	20,90	44,64	18,65	29,44	
AİMN		KONTROL	73,96	2,75	21,55	45,43	18,54	29,87	
		10	76,94	2,71	20,85	45,64	19,88	32,73	
		20	74,66	2,68	20,25	41,67	19,29	24,67	
		30	77,44	2,77	21,43	45,6	18,24	24,90	
ÇBMN		KONTROL	73,96	2,75	21,55	45,43	18,54	29,87	
		10	76,52	2,94	20,16	46,29	20,4	31,42	
		20	79,35	2,60	21,08	53,15	17,93	36,45	
		30	77,85	2,70	21,50	43,96	18,76	29,26	
DEMN		KONTROL	73,96	2,75	21,55	45,43	18,54	29,87	
		10	77,78	2,95	21,05	48,19	19,51	32,92	
		20	75,24	2,64	21,18	45,33	18,62	29,87	
		30	76,26	2,42	21,89	51,82	17,35	35,48	

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AİMN = Asitle inceltirilmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

^{1/} = Un esasına göre

L = Açıklık-koyuluk

-a = Yeşil renk yoğunluğu

+a = Kırmızı renk yoğunluğu

+b = Sarı renk yoğunluğu

Tablo 3.16. Kek Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları^v

Varyasyon Kaynakları	SD	Kek İçi Rengi						Kek Kabuk Rengi									
		L	KO	F	- a	KO	F	+ b	KO	F	L	KO	F	+ a	KO	F	+ b
Nişasta Çeşidi (A)	1	12,81	4,30*	0,91	33,85**	0,25	0,96	6,07	0,348	0,24	0,06	65,70	2,77				
Modifiye Yöntemi (B)	4	2,82	0,94	0,65	2,42	5,18	2,04	1,15	0,066	0,45	0,11	13,95	0,58				
Katkı Seviyesi (C)	3	9,07	3,05*	0,48	17,87**	7,71	3,04*	38,12	2,185	10,18	2,57	6,19	0,26				
A X B	4	4,86	1,63	0,07	2,89*	2,88	1,13	20,05	1,149	3,54	0,89	1,33	0,05				
A X C	3	2,60	0,87	0,16	5,91**	3,87	1,52	11,58	0,664	4,33	1,09	10,31	0,43				
B X C	12	2,04	0,68	0,06	2,25*	2,39	0,94	12,73	0,729	3,22	0,81	22,79	0,96				
A X B X C	12	5,92	1,99*	0,03	1,23	2,86	1,13	11,49	0,659	1,46	0,37	24,43	1,03				
Hata	39	2,97		0,02		2,53		17,44		3,96		23,69					

v/ (**) P<0,01 düzeyinde önemli

(*) P<0,05 düzeyinde önemli

Tablo 3.17. Nişasta Çeşidi Değişkenine Ait Kek Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)^{1/}.

Nişasta Çeşidi	n	Kek İçi Rengi	
		L	- a (yeşil)
Buğday Nişastası	40	74,626 b	2,481 b
Mısır Nişastası	40	75,426 a	2,694 a

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

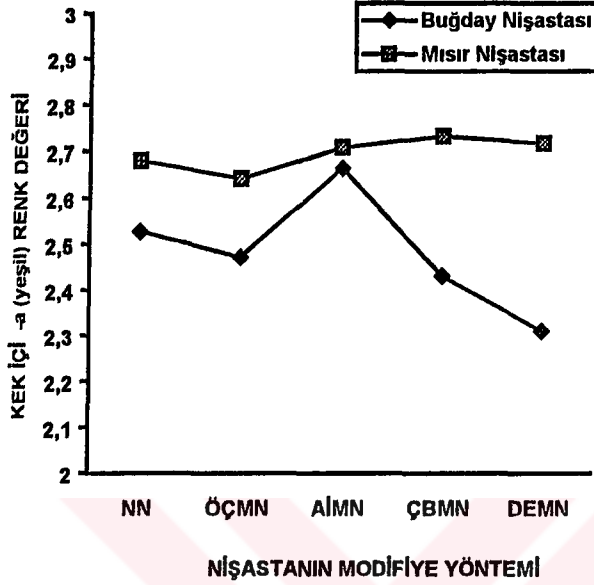
Tablo 3.18. Katkı Seviyesi Değişkenine Ait Kek Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)^{1/}

Nişastanın Katkı Seviyesi ^a (%)	n	Kek İçi Rengi		
		L	-a (yeşil)	+b(sarı)
KONTROL	20	74,02 b	2,77 a	20,445 a
10	20	75,295 a	2,661 a	19,593 b
20	20	75,445 a	2,48 b	20,288 ab
30	20	75,343 a	2,439 b	20,846 a

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

^a = Un esasına göre

Tablo 3.16'da verilen analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak kek içi -a(yeşil) renk değerinde önemli bulunan nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksiyonunun gidişi Şekil 3.20'de gösterilmiştir. Buna göre; asit ile inceltmiş mısır ve buğday modifiye nişastaları çok az farklılık gösterirken, dekstrinize edilmiş modifiye nişastada oldukça farklılık izlenmiştir. Bütün modifiye şekillerinde mısır nişastasını, buğday nişastasına kıyasla daha yüksek değerler vermiştir.

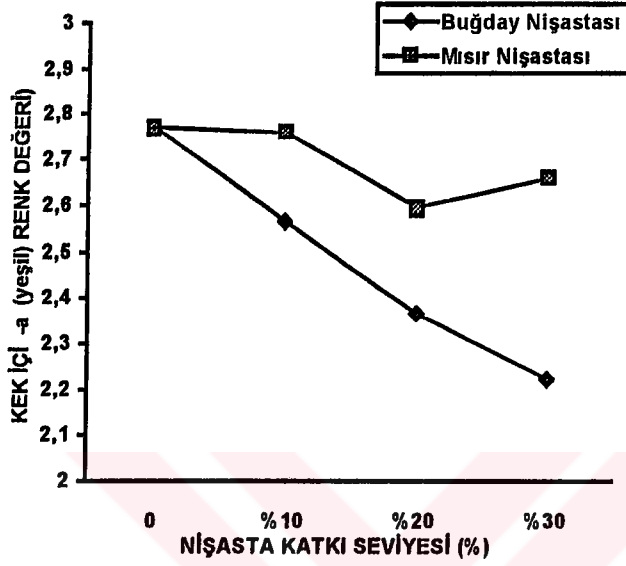


ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
AİMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

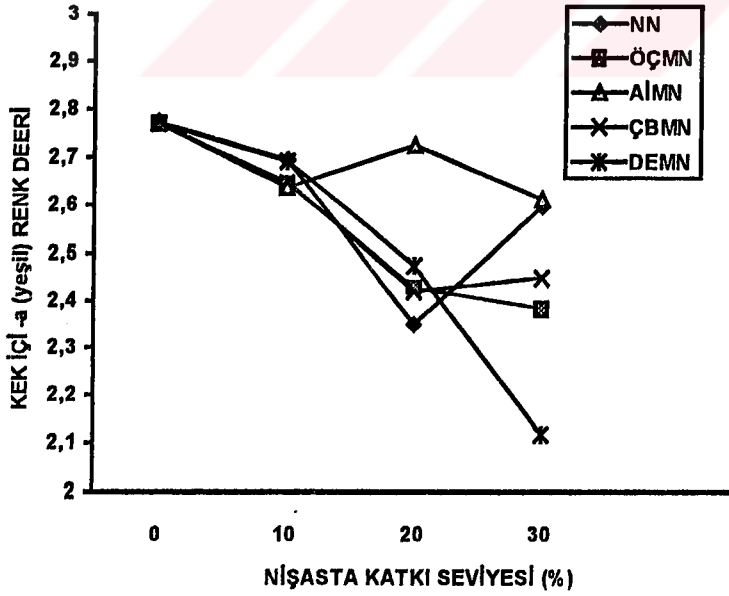
Şekil 3.20. Kek içi renginde nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonu

Tablo 3.16'da verilen analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak kek içi +b(sarı) renk değerinde istatistiki açıdan önemli bulunan nişasta çeşidi x katkı seviyesi interaksyonunun gidişi Şekil 3.21'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi % 10'luk katkı seviyesinde mısır nişastası kontrole yakın bir etki gösterirken, % 20'lik katkı seviyesinde daha fazla olmak üzere % 30'luk katkı seviyesi sonucu düşürücü yönde etki etmiştir. Buğday nişastasında ise katkı seviyesinin artması doğrusal bir şekilde kek içi +b (sarı) renk değerini düşürmüştür.

Tablo 3.16'da verilen analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak kek içi -a (yeşil) renk değerinde önemli bulunan modifiye yöntemi x katkı seviyesi interaksyonunun gidişi Şekil 3.22'de gösterilmiştir. Buna göre; % 10'luk katkı seviyesinde kontrole göre düşmekle birlikte bütün nişastalar birbirine yakın değerler gösterirken, %20'lik katkı seviyesinde diğer nişastalar düşürücü yönde etki etmiş, asit ile inceltilmiş modifiye nişasta ise diğerlerinden farklı etkide bulunarak artırmıştır. % 30'luk katkı seviyesinde asit ile inceltilmiş modifiye nişasta normal nişasta ile aynı etkiyi gösterirken, en fazla düşüşe dekstrinize edilmiş modifiye nişasta sebep olmuştur.



Şekil 3.21. Kek içi renginde nişasta çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
AIMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

Şekil 3.22. Kek içi renginde modifiye yöntemi x katkı seviyesi interaksyonu

3.3.3. Kek İçi Yumuşaklık Değeri

Kek pişirme denemelerinden 1., 3., 5. ve 7. gün kek içi yumuşaklık değerine ait sonuçlar Tablo 3.19a'da ve 3.19b'de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.20'de verilmiştir. Buna göre, ana varyasyon kaynaklarından nişasta çeşidi, 1. gün yumuşaklık üzerinde ($P<0,05$); modifiye şekli, 1. ve 3.gün yumuşaklık üzerinde ($P<0,05$), 5. günde ise ($P<0,01$). düzeyinde önemli etkide bulunmuştur. Ana varyasyon kaynaklarından katkı seviyesi, 1. günde ($P<0,05$) seviyesinde, 5. ve 7. gün yumuşaklık değerinde ise ($P<0,01$) seviyesinde etkili olmuştur.

Nişasta çeşidi değişkenine ait ortalama değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.21'de verilmiştir. Buna göre; mısır nişastası, buğday nişastasına göre 1. gün yumuşaklığı düşürerek sertliği artırmıştır. Bu durum, yapılan viskozite ölçümlerinde, mısır nişastasının buğday nişastasından daha yüksek değerler vermesi yani jel yapısının daha sert olması ile paralellik arz etmektedir.

Modifiye yöntemi değişkenine ait ortalama değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.22'de verilmiştir. 1. gün yumuşaklıkta en yüksek değere önceden çirşlendirilmiş ve asit ile inceltilmiş modifiye nişasta sahip olurken, normal nişasta ve çapraz bağlanmış modifiye nişasta çok az düşüşe sebep olmuştur. Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta ise önemli ölçüde düşüşe neden olmuştur. 3. gün yumuşaklıkta, normal nişasta, önceden çirşlendirilmiş, asit ile inceltilmiş ve çapraz bağlanmış modifiye nişasta istatistiki açıdan aynı etkiyi gösterirken, dekstrinize edilmiş modifiye nişasta yumuşaklığı düşürmüştür. 5. gün yumuşaklıkta ise önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta en fazla yumuşaklığa neden olurken, normal nişasta, asit ile inceltilmiş ve çapraz bağlanmış modifiye nişasta çok az düşürmüştür. En fazla düşüşe dekstrinize edilmiş modifiye nişasta sebep olmuştur. Kek spesifik hacmi üzerinde de düşürücü etki gösteren dekstrinize edilmiş modifiye nişasta, aynı olumsuzluğu kek içi yumuşaklık değerinde göstermiştir. Kekin bekletilme süresince nişasta retrogradasyonu meydana gelmekte ve bu da kek yumuşaklığını ve dolayısıyla

Tablo 3.19.a. Kek Pişirme Denemelerine Ait Sonuçlar (Tekerrür I)

Nişasta Çeşidi	Modifiye Yöntemi	Katkı Seviyesi ^{1/} (%)	Kek İçi Yumuşaklık (PB)			
			1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün
B U Ğ D A Y	NN	KONTROL	55,19	32,34	21,91	16,50
		10	64,70	35,20	19,30	20,46
		20	51,23	33,43	23,93	22,16
		30	58,30	34,40	25,96	22,50
	ÖÇMN	KONTROL	55,19	32,34	21,91	16,50
		10	53,56	30,60	22,16	19,46
		20	57,25	31,00	25,76	23,20
		30	60,90	40,90	27,56	23,86
	AİMN	KONTROL	55,19	32,34	21,91	16,50
		10	68,73	38,60	23,96	19,70
		20	59,15	32,70	24,66	22,43
		30	70,40	34,60	26,63	25,56
	ÇBMN	KONTROL	55,19	32,34	21,91	16,50
		10	50,73	31,70	21,93	22,00
		20	61,45	32,23	24,63	24,46
		30	56,36	28,20	19,80	17,80
	DEMN	KONTROL	55,19	32,34	21,91	16,50
		1	52,10	28,70	19,60	17,30
		20	46,00	31,90	23,26	18,43
		30	54,00	32,00	23,30	21,60
M I S I R	NN	KONTROL	55,19	32,34	21,91	16,50
		10	44,96	30,30	23,63	19,60
		20	51,05	30,43	22,16	21,90
		30	52,83	36,23	22,46	16,73
	ÖÇMN	KONTROL	55,19	32,34	21,91	16,50
		10	57,96	31,20	24,66	19,56
		20	51,05	31,00	24,93	22,50
		30	62,90	33,60	24,06	16,60
	AİMN	KONTROL	55,19	32,34	21,91	16,50
		10	62,70	29,10	21,10	20,96
		20	48,35	32,50	23,83	20,00
		30	53,30	33,83	23,56	21,40
	ÇBMN	KONTROL	55,19	32,34	21,91	16,50
		10	56,83	35,30	25,13	21,63
		20	48,55	32,30	23,26	21,03
		30	61,30	42,66	31,12	25,46
	DEMN	KONTROL	55,19	32,34	21,91	16,50
		10	54,93	30,30	23,20	17,76
		20	46,70	31,00	20,63	18,83
		30	45,40	28,30	20,30	15,73

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AİMN = Asitle inceltilmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

^{1/} = Un esasına göre

Tablo 3.19.b. Kek Pişirme Denemelerine Ait Sonuçlar (Tekerrür II)

Nişasta Çeşidi	Modifiye Yöntemi	Katkı Seviyesi ^{1/} (%)	Kek İçi Yumuşaklık (PB)			
			1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün
B U Ğ D A Y	NN	KONTROL	53,67	32,03	19,68	16,76
		10	58,40	32,56	23,93	20,23
		20	57,80	38,83	21,80	16,33
		30	66,03	31,93	28,33	27,60
	ÖÇMN	KONTROL	53,67	32,03	19,68	16,76
		10	57,96	33,13	23,53	18,23
		20	61,80	42,63	25,50	21,06
		30	60,33	36,70	31,53	24,80
	AİMN	KONTROL	53,67	32,03	19,68	16,76
		10	60,66	34,80	22,93	19,80
		20	62,00	36,70	23,30	15,86
		30	59,06	32,50	25,46	18,96
	ÇBMN	KONTROL	53,67	32,03	19,68	16,76
		10	58,40	35,80	22,36	18,23
		20	61,35	35,36	19,36	18,90
		30	50,86	28,33	22,06	20,63
	DEMN	KONTROL	53,67	32,03	19,68	16,76
		1	58,50	33,60	23,76	17,76
		20	60,53	36,03	20,00	17,46
		30	47,16	23,80	17,23	12,86
M I S I R	NN	KONTROL	53,67	32,03	19,68	16,76
		10	62,33	39,43	23,86	16,86
		20	54,45	32,00	17,53	16,00
		30	50,10	28,26	23,50	21,40
	ÖÇMN	KONTROL	53,67	32,03	19,68	16,76
		10	73,23	49,06	29,73	19,33
		20	50,70	33,56	20,30	17,10
		30	57,96	31,90	23,36	17,33
	AİMN	KONTROL	53,67	32,03	19,68	16,76
		10	60,30	32,10	24,90	19,46
		20	60,00	31,83	19,46	17,76
		30	50,13	31,93	22,30	20,80
	ÇBMN	KONTROL	53,67	32,03	19,68	16,76
		10	59,33	37,50	21,96	16,90
		20	55,10	43,06	25,26	20,60
		30	61,13	39,70	27,90	22,50
	DEMN	KONTROL	53,67	32,03	19,68	16,76
		10	58,20	36,70	22,90	21,33
		20	52,85	30,63	19,33	17,43
		30	52,33	24,00	19,60	18,93

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AİMN = Asitle inceltirilmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

^{1/} = Un esasına göre

Tablo 3.20. Kek Özelliklerine Ait Varyans Analizi Sonuçları^{1/}

Varyasyon Kaynakları	SD	1. Gün Yumuşaklık		3. Gün Yumuşaklık		5. Gün Yumuşaklık		7. Gün Yumuşaklık	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Nişasta Çeşidi (A)	1	104,31	5,04*	0,01	0,0009	0,72	0,18	9,25	1,83
Modifiye Yöntemi (B)	4	71,37	3,45*	33,85	2,65*	20,24	5,24**	11,08	2,19
Katkı Seviyesi (C)	3	73,83	3,57*	20,16	1,58	43,56	11,28**	58,85	11,64**
A X B	4	36,62	1,77	31,25	2,45	14,24	3,69**	8,30	1,64
A X C	3	52,72	2,55	13,74	1,08	10,50	2,72	4,22	0,83
B X C	12	18,07	0,87	8,79	0,69	5,30	1,37	4,46	0,88
A X B X C	12	29,26	1,41	19,79	1,55	8,71	2,25*	6,30	1,24
Hata	39	20,67		12,73		3,86		5,05	

1/ (***) P<0,01 düzeyinde önemli

(*) P<0,05 düzeyinde önemli

bayatlamayı etkilemektedir. Araştırmacılar, retrogradasyonun modifikasyon işlemi ile azaltılabileceğini bildirmektedirler (Keskin, 1987; Walker et al., 1988).

Tablo 3.21. Nişasta Çeşidi Değişkenine Ait Kek Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)^{1/}

Nişasta Çeşidi	n	Yumuşaklık (PB) - 1. Gün
Buğday Nişastası	40	57,318 a
Mısır Nişastası	40	55,034 b

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Tablo 3.22. Modifiye Yöntemi Değişkenine Ait Kek Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)^{1/}

Nişastanın Modifiye Yöntemi	n	Yumuşaklık (PB)		
		1. Gün	3. Gün	5. Gün
NN	16	55,756 ab	33,234 a	22,473 ab
ÖÇMN	16	57,716 a	34,633 a	24,141 a
AIMN	16	58,314 a	33,121 a	22,829 ab
ÇBMN	16	56,194 ab	34,43 a	22,997 ab
DEMN	16	52,901 b	30,981 b	21,081 b

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AIMN = Asitle inceltmiş modifiye nişasta -

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

Katkı seviyesi değişkenine ait ortalama değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3.23'de verilmiştir. Buna göre; 1. gün yumuşaklıkta, kontrole göre en fazla artış % 10'luk katkı seviyesinde gözlenmiştir. % 20 ve 30'luk katkı seviyesinde ise çok az bir artış olmuştur. 5. gün yumuşaklıkta, en fazla artışı % 30'luk katkı seviyesi, daha sonrada % 10'luk katkı seviyesi göstermiştir. % 20'lik

katkı seviyesi ise çok az bir artışa sebep olmuştur. 7. gün yumuşaklıkta ise % 10, % 20 ve % 30'luk katkı seviyeleri kontrolden daha yumuşak kek içi değerler vermiş, ancak bu üç değer istatistiki olarak birbirinden önemsiz çıkmıştır.

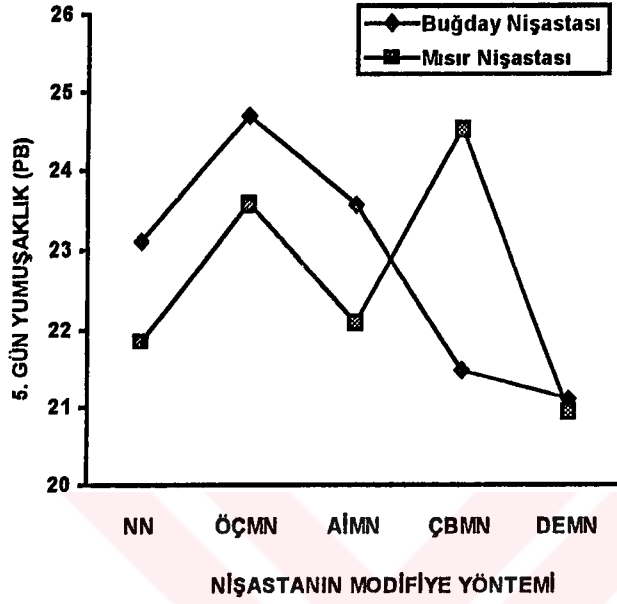
Tablo 3.23. Katkı Seviyesi Değişkenine Ait Kek Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P<0,05$)^{1/}

Nişastanın Katkı seviyesi ^a (%)	n	Yumuşaklık (PB)		
		1. Gün	5. Gün	7. Gün
KONTROL	20	54,43 b	20,795 c	16,63 b
10	20	58,731 a	23,226 ab	19,328 a
20	20	55,006 ab	22,444 bc	19,622 a
30	20	56,539 ab	24,301 a	20,652 a

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

^a =Un esasına göre

Tablo 3.20'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak 5. gün yumuşaklıkta önemli bulunan modifiye yöntemi x nişasta çeşidi interaksiyonunun gidişi Şekil 3.23'de gösterilmiştir. Buna göre; normal nişasta, önceden çirşlendirilmiş ve asit ile inceltilmiş modifiye nişastalarda, buğday nişastası mısır nişastasına göre daha yüksek değerler gösterirken, çapraz bağlanmış modifiye nişastada azaltmış, mısır nişastası artırıcı yönde etkili olmuştur. Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta sonucu düşürmekle birlikte mısır ve buğday nişastaları birbirine yakın etkide bulunmuştur.



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
 AİMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

Şekil 3.23. Kek yumuşaklığında nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksyonu

3.3.4. Kekin Duyusal Değerlendirilmesi

Keklerin; dış görünüş, elastikiyet, koku, tat, kesit yüzeyi, ağızda bıraktığı his, genel kabul edilebilirlik ve tekstür yapısına ait panel sonuçları Tablo 3.24a'da ve 3.24.b'de verilmiştir. Duyusal değerlendirmelere ait varyans analiz sonuçları ise Tablo 3.25'de verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından nişasta çeşidi ve modifiye yöntemi önemli çıkmazken, katkı seviyesi; dış görünüş, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik üzerinde çok önemli ($P<0,01$) etkiye sahip olmuş, ağızda bıraktığı his üzerinde ise önemli ($P<0,05$) etki göstermiştir. Ana varyasyon kaynaklarının elastikiyet, tat ve kesit yüzeyi üzerinde hiç bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

Katkı seviyesi değişkenine ait duyusal analiz ortalama değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi Tablo 3.26'da verilmiştir. Buna göre; dış görünüş ve genel kabul edilebilirlikte % 10 ile 20'lik katkı seviyesi istatistiki olarak kontrolden farksız çıkmış, ancak % 30'luk katkı seviyesi düşüğe sebebiyet vermiştir. Koku, ağızda bıraktığı his ve tekstürde, bütün katkı seviyeleri istatistiki açıdan kontrole yakın değerler vermiştir.

Tablo 3.25'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak duyusal analizlerden kokuda önemli bulunan nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksiyonunun gidişi Şekil 3.24'de gösterilmiştir. Normal nişasta ve önceden çirşlendirilmiş modifiye nişastalarda mısır nişastası daha düşük değerler verirken, asit ile inceltilmiş, çapraz bağlanmış ve dekstrinize edilmiş modifiye nişastalarda ise tam tersi bir durum görülmektedir. En yüksek değeri normal buğday nişastası ile çapraz bağlanmış mısır nişastası verirken, en fazla düşüğe dekstrinize edilmiş modifiye mısır nişastası sebep olmuştur.

Tablo 3.24.a. Kek Pişirme Denemelerine Ait Sonuçlar (Tekerrür I)

Nişasta Çeşidi	Modifiye Yöntemi	Katkı Seviyesi ^{1/} (%)	Dış Görün	Elastikiyet	Koku	Tat	Kesit Yüzeyi	Tekstür	Ağızda Bıraktığı His	Genel Kabul Edilebil.	
B U Ğ D A Y	NN	KONTROL	7,7	7,7	7,6	7,6	6,8	7,2	7,4	7,4	
		10	7,8	8,1	7,1	7,6	7,0	7,6	8,0	7,6	
		20	8,1	7,0	7,3	7,3	7,8	7,8	7,8	7,6	7,6
		30	7,6	7,1	7,8	7,5	7,1	7,0	7,0	7,0	7,1
	ÖÇMN	KONTROL	7,7	7,7	7,6	7,6	6,8	7,2	7,4	7,4	7,4
		10	7,5	7,8	7,1	7,5	7,3	7,5	7,0	7,5	7,5
		20	8,5	7,1	7,6	7,3	6,3	7,1	7,1	7,1	7,1
		30	6,5	7,0	8,0	7,1	6,8	6,8	7,3	7,0	7,0
	AIMN	KONTROL	7,7	7,7	7,6	7,6	6,8	7,2	7,5	7,4	7,4
		10	7,3	8,6	6,6	8,1	6,8	7,5	8,0	7,5	7,5
		20	8,3	7,5	7,5	7,5	6,5	7,0	7,3	7,3	7,3
		30	6,6	7,1	7,4	7,0	6,8	7,1	7,1	7,1	7,1
	ÇBMN	KONTROL	7,7	7,7	7,6	7,6	6,8	7,2	7,5	7,4	7,4
		10	7,5	7,0	7,0	7,5	6,0	7,1	7,3	7,3	7,3
		20	7,5	7,8	7,6	7,3	8,0	8,0	7,5	8,0	8,0
		30	6,5	7,0	7,4	7,4	6,5	6,3	6,8	6,8	6,8
	DEMN	KONTROL	7,7	7,7	7,6	7,6	6,8	7,2	7,5	7,4	7,4
		1	7,1	6,8	6,6	7,3	6,6	7,3	7,1	7,1	7,1
		20	7,3	7,3	7,1	7,3	7,5	7,8	7,0	7,1	7,1
		30	5,6	7,5	7,6	7,5	6,8	7,1	7,1	7,1	7,0
M I S I R	NN	KONTROL	7,7	7,7	7,6	7,6	6,8	7,2	7,5	7,4	
		10	7,8	7,0	6,5	7,5	6,5	7,3	7,0	7,0	
		20	7,6	7,1	8,1	7,8	8,0	8,0	7,5	7,3	
		30	6,8	6,6	7,2	7,1	8,0	7,3	6,6	7,0	
	ÖÇMN	KONTROL	7,7	7,7	7,6	7,6	6,8	7,2	7,5	7,4	
		10	8,0	7,8	7,0	7,5	6,6	6,8	7,6	7,1	
		20	8,1	7,6	7,1	7,1	7,3	7,5	7,5	7,5	
		30	7,3	7,1	7,6	6,6	6,6	7,3	7,0	7,0	
	AIMN	KONTROL	7,7	7,7	7,6	7,6	6,8	7,2	7,5	7,4	
		10	7,1	7,0	7,3	7,5	7,3	7,6	7,3	7,3	
		20	8,1	7,1	7,5	7,8	7,5	7,8	7,8	7,6	
		30	7,5	7,3	7,6	7,1	7,1	7,3	7,1	7,1	
	ÇBMN	KONTROL	7,7	7,7	7,6	7,6	6,8	7,2	7,5	7,4	
		10	7,3	7,0	7,5	8,0	7,3	7,3	7,3	7,5	
		20	8,0	7,8	8,0	8,0	8,0	7,5	8,1	8,0	
		30	6,6	7,0	8,0	8,0	7,8	7,6	7,4	7,4	
	DEMN	KONTROL	7,7	7,7	7,6	7,6	6,8	7,2	7,5	7,4	
		10	6,8	6,8	6,8	7,6	7,0	7,5	7,3	7,6	
		20	7,6	7,0	7,8	7,3	7,0	7,8	7,0	7,3	
		30	7,0	7,6	7,6	7,4	6,4	7,2	7,2	6,8	

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AIMN = Asitle inceltirilmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

^{1/} = Un esasına göre

Tablo 3.24.b. Kek Pişirme Denemelerine Ait Sonuçlar (Tekerrür II)

Nişasta Çeşidi	Modifiye Yöntemi	Katkı Seviyesi 1/ (%)	Dış Görün	Elastikiyet	Koku	Tat	Kesit Yüzeği	Tekstür	Ağızda Bıraktığı His	Genel Kabul Edilebil	
B U Ğ D A Y	NN	KONTROL	7,9	6,5	7,3	7,3	6,3	7,0	7,0	7,2	
		10	8,2	7,6	8,0	7,6	6,4	7,4	7,4	7,4	
		20	7,8	6,8	7,2	7,8	7,0	7,2	7,8	7,8	
		30	7,6	7,8	8,2	8,0	7,6	7,4	7,8	7,8	
	ÖÇMN	KONTROL	7,9	6,5	7,3	7,3	6,3	7,0	7,0	7,2	
		10	7,8	6,4	6,8	7,6	5,2	6,6	7,0	7,0	
		20	6,8	7,0	7,2	7,6	6,6	7,4	7,8	7,6	
		30	8,0	7,8	8,2	8,2	6,8	7,0	8,0	8,0	
	AİMN	KONTROL	7,9	6,5	7,3	7,3	6,3	7,0	7,0	7,2	
		10	8,0	7,6	7,0	6,8	8,0	8,0	7,2	7,4	
		20	7,4	7,0	7,0	7,6	7,4	7,4	7,4	7,4	
		30	7,4	7,2	7,0	8,2	6,2	7,0	7,6	7,4	
	ÇBMN	KONTROL	7,9	6,5	7,3	7,3	6,3	7,0	7,0	7,2	
		10	8,6	7,8	7,2	7,2	7,0	7,0	7,2	7,2	
		20	8,4	7,4	7,6	7,8	6,2	7,0	7,8	7,8	
		30	5,4	5,8	7,2	6,6	5,0	5,4	6,8	6,0	
	DEMN	KONTROL	7,9	6,5	7,3	7,3	6,3	7,0	7,0	7,2	
		1	7,8	7,8	7,6	8,0	7,4	7,4	8,2	8,2	
		20	7,6	7,0	7,6	8,0	6,2	6,6	7,8	7,2	
		30	6,6	5,8	6,4	6,4	5,2	5,4	6,0	5,4	
	M I S I R	NN	KONTROL	7,9	6,5	7,3	7,3	6,3	7,0	7,0	7,2
			10	6,2	6,8	7,0	7,0	6,4	6,4	7,0	6,6
			20	8,2	6,6	7,4	7,4	6,4	7,0	7,2	7,6
			30	7,6	7,6	7,6	7,2	6,2	6,0	7,0	6,8
ÖÇMN		KONTROL	7,9	6,5	7,3	7,3	6,3	7,0	7,0	7,2	
		10	8,8	7,6	7,4	7,8	7,2	7,4	7,6	7,6	
		20	7,6	7,0	7,0	7,2	5,0	6,6	7,0	7,2	
		30	7,6	7,2	7,2	7,4	7,0	7,2	7,4	7,4	
AİMN		KONTROL	7,9	6,5	7,3	7,3	6,3	7,0	7,0	7,2	
		10	8,0	8,0	7,6	8,2	7,2	7,4	8,0	8,0	
		20	7,8	7,6	7,6	7,4	6,8	7,0	7,6	7,4	
		30	7,6	8,2	7,8	7,6	8,2	7,8	7,0	7,2	
ÇBMN		KONTROL	7,9	6,5	7,3	7,3	6,3	7,0	7,0	7,2	
		10	8,2	8,8	7,4	8,0	8,2	8,8	8,0	7,4	
		20	7,6	7,6	7,4	7,8	6,8	7,2	7,4	7,8	
		30	6,4	6,8	7,6	7,2	7,4	6,6	7,2	7,0	
DEMN		KONTROL	7,9	6,5	7,3	7,3	6,3	7,0	7,0	7,2	
		10	8,2	8,0	7,8	7,6	7,6	8,0	7,8	7,8	
		20	7,4	7,2	7,0	7,0	6,0	6,9	7,0	6,6	
		30	6,0	6,6	7,4	7,0	6,4	6,2	7,0	6,8	

NN = Normal nişasta

ÖÇMN = Önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta

AİMN = Asitle inceltiilmiş modifiye nişasta

ÇBMN = Çapraz bağlanmış modifiye nişasta

DEMN = Dekstrinize edilmiş modifiye nişasta

1/ = Un esasına göre

Tablo 3.25. Kek Özelliklerine Ait Varyans Analizi Sonuçları ^v

Varyasyon Kaynakları	SD	Dış Görünüş		Elastikiyet		Koku		Tat		Kesit Yüzeği		Tekstür		Ağızda Bırakığı His		Genel Kabul edirlilik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	K	F	KO	F
Nişasta Çeşidi(A)	1	0,07	2,141	0,01	0,032	0,08	0,764	0,00	0,02	1,01	2,43	0,28	1,41	0,02	0,14	0,0	0,001
Modifiye Yöntemi (B)	4	0,50	1,959	0,18	0,456	0,07	0,635	0,07	0,48	0,57	1,38	0,14	0,71	0,08	0,54	0,14	1,23
Katkı Seviyesi (C)	3	3,59	14,14**	0,72	1,742	0,49	4,45**	0,25	1,62	0,63	1,52	1,21	5,96**	0,55	3,61*	0,81	7,12**
A X B	4	0,25	1,019	0,31	0,756	0,28	0,05*	0,26	1,67	0,61	1,46	0,36	1,79	0,21	1,35	0,21	1,88
A X C	3	0,17	0,684	0,62	0,148	0,01	0,14	0,06	0,40	0,52	1,25	0,16	0,82	0,01	0,04	0,02	0,15
B X C	12	0,37	1,461	0,20	0,502	0,07	0,632	0,06	0,37	0,42	1,00	0,23	1,17	0,10	0,67	0,29	2,59**
A X B X C	12	0,11	0,459	0,14	0,349	0,17	1,583	0,09	0,62	0,21	0,50	0,15	0,77	0,14	0,90	0,10	0,90
Hata	39	0,25		0,41		0,11		0,15		0,42		0,20		0,15		0,11	

^v (***) P<0,01 Düzeyinde önemli

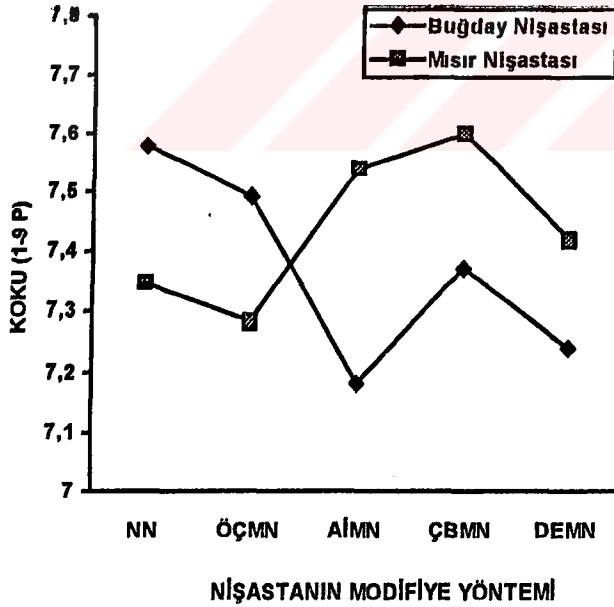
(*) P<0,05 Düzeyinde önemli

Tablo 3.26. Katkı Seviyesi Değişkenine Ait Kek Miksi Analiz Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ($P < 0,05$)^{1/}

Katkı seviyesi (%)	n	Dış Görünüş (1-9 P)	Koku (1-9 P)	Tekstür (1-9 P)	Ağızda Bıraktığı His(1-9 P)	Genel Kabul ed. (1-9 P).
KONTROL	20	7,835 a	7,450 ab	7,125 ab	7,270 ab	7,345 a
10	20	7,711 a	7,178 b	7,403 a	7,493 a	7,414 a
20	20	7,803 a	7,448 ab	7,339 a	7,447 a	7,463 a
30	20	6,941 b	7,541 a	7,858 a	7,13 b	7,016 b

^{1/} Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

^a Un esasına göre

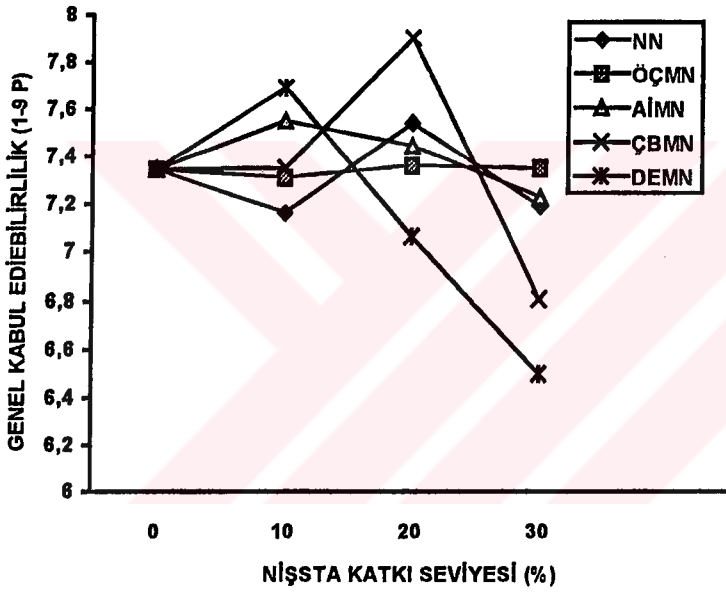


ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
AIMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

Şekil 3.24. Kokuda nişasta çeşidi x modifiye yöntemi interaksiyonu

Tablo 3.25'de verilen analiz sonuçlarına göre istatistiki olarak, duyu analizlerinden genel kabul edilebilirlikte önemli bulunan modifiye yöntemi x katkı

seviyesi interaksiyonunun gidişi Şekil 3.25'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi normal nişasta, önceden çirşlendirilmiş ve asit ile inceltilmiş modifiye nişasta bütün katkı seviyelerinde kontrole yakın değerler gösterirken, % 30'luk katkı seviyesinde dekstrinize edilmiş modifiye nişasta en düşük değeri vermiştir. En yüksek değeri ise % 20'lik katkı seviyesinde çapraz bağlanmış modifiye nişasta vermiştir.



ÖÇMN: Önceden çirşlendirilmiş mod. niş. ÇBMN: Çapraz bağlanmış mod. niş. NN: Normal nişasta
AİMN: Asit ile inceltilmiş mod. niş. DEMN: Dekstrinize edilmiş mod. niş.

Şekil 3.25. Genel kabul edilebilirlikte modifiye yöntemi x katkı seviyesi interaksiyonu

4. GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada buğday ve mısır nişasta çeşitlerinden dört değişik modifiye nişasta (önceden çirileştirilmiş, asit ile inceltilmiş, çapraz bağlanmış ve dekstrinize edilmiş modifiye nişasta), elde edilmiş ve bu nişastaların fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen bu nişastalar ile muamele görmemiş formları değişik oranlarda kek formülasyonlarında kullanılmış ve bunların kek kalitesine etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Uygulanan modifikasyon işlemleri nişastaların fizikokimyasal özellikleri üzerinde önemli değişikliklere sebep olmuştur. Modifiye nişastalarda, normal nişastaya göre nişasta miktarı azalırken, zedelenmiş nişasta miktarında artış görülmüştür. Ayrıca modifikasyon işlemleri, sivilaşma sayısını artırmış ve özellikle dekstrinizasyon işlemi nişastanın jel yapısını önemli ölçüde değiştirerek aşırı bir düşüşe sebep olmuştur.

Ayrıca modifikasyon işlemleri nişastanın termoanalitik özellikleri üzerine etki ederek, önceden çirileştirme, çapraz bağlanma ve dekstrinizasyon işlemleri nişastanın jelatinizasyon başlangıç, jelatinizasyon pik ve jelatinizasyon bitiş sıcaklıklarını artırmıştır. Ayrıca uygulanan bütün modifikasyon işlemleri nişastanın entalpi değişim değerini (ΔH) azaltmıştır.

Kullanılan nişastanın kaynağı, (buğday ve mısır) kek kalitesi üzerinde farkı etkide bulunmuştur.

Kek formülasyonuna normal ve modifiye nişasta ilavesi kek miksi viskozitesini düşürücü yönde etki ederken, bu düşüşde mısır nişastası daha etkili olmuştur.

Buğday nişastası mısır nişastasından daha yüksek kek hacmi ve spesifik hacim vermiştir. Ayrıca kekin spesifik hacmi üzerinde yalnızca dekstrinize edilmiş modifiye nişasta düşürücü yönde etki gösterirken, diğer modifiye nişastaların sınırlı düzeyde etkisi söz konusu olmuştur.

Buğday nişastası, mısır nişastasına göre daha koyu kek içi rengi vermiş, ve nişasta katılması kontrole göre kek içi renginin daha açık olmasına sebep olmuştur.

Kek formülasyonuna modifiye nişasta katılması, penetrasyon değerini artırmış, başka bir ifade ile keklerin raf ömrünün uzamasında ve bayatlamamanın gecikmesinde etkili olmuştur.

Buğday ve mısır nişasta çeşitleri ile modifiye yöntemlerinin keklerin duysal özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır.

Nişasta katılım seviyesi tekstürü olumlu yönde etkilemiştir.

Katkı seviyesi, artılça hacim indeksi düşmüş ve buna bağlı olarak keklerin dış görünüşü beğenilmemiş ve hatta % 30'luk katkı seviyesinde nişasta kokusu hissedilmiştir.

Modifiye yöntemi olarak önceden çirşlendirme işlemi, kek kalitesi üzerinde olumlu yönde etkili olurken, dekstrinize edilmiş modifiye nişastaların kek üretiminde formülasyona dahil edilmesi kek kalitesi üzerinde arzu edilmeyen sonuçlar vermiştir.

Bu sonuçlar ışığında, % 10 katkı seviyesinde, önceden çirşlendirilmiş modifiye nişasta ilavesinin kek kalitesi üzerinde olumlu etki yapacağını söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

- Aggour, Y.A., 1993, Chemical modification cross-linking and characterization of some starch hydrogels. *Starch*, 45, (2) 55-59.
- Anderson, R.A., 1982, Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. *Cereal Chem.*, 59, (4) 265-269.
- Anonymous, 1967, *Standard Methods of The International Association for Cereal Chem.*, Detmold, West Germany.
- Anonymous, 1972, *Approved Methods. Formerly Cereal Lab. Methods 8 th. Edd. The Association for Cereal Chem.*, St. Paul Minn. USA.
- Anonymous, 1990, Shimadzu 50 series thermal analyzers application to foods and phosmoceuticals, Shimadzu corporation international marketing division 3, Kanada, p 29.
- Ask, L., Nair, B. and Asp, N., 1990, Effect of scalding procedures on the degradation of starch in rye products. *Journal of Cereal Science*, 13, (19) 728-731.
- Bean, M.M. and Yamazaki, W.T., 1978, Wheat starch gelatinization in sugar solutions. I. Sucrose: microscopy and viscosity effects. *Cereal Chem.*, 55, (6) 936-944.
- Bean, M.M., Yamazaki, W.T. and Donelson, D.H., 1978, Wheat starch gelatinization in sugar solutions. II. Fructose, glucose and sucrose: cake performance. *Cereal Chem.*, 55, (6) 945-952.
- Belshaw, F.R., 1980, Effect of modified starch in modern cake formulas. *Cereal Foods World*, 25, (10) 648-649.

- Bernetti, R., Kochan, D.A., Trost, V.W. and Young, S.N., 1990, Modern methods of analysis of food starches. *Cereal Foods World*, 35, (11) 1100-1104.
- Björck, I., Eliasson, A.C., Drews, A., Gudmundson, M. and Karlson, R., 1990, Some nutritional properties of starch and dietary fiber in barley genotypes containing different levels of amylose. *Cereal Chem.*, 67, (4) 327-333.
- Boer, E.D., 1991, Chemically modified derivatives of starch from a new genetic variety of corn. *Cereal Foods World*, 36, (8) 631-639.
- Brooker, B.E., 1993, The stabilization of air in cake batters the role of fat. *Food Structure*, 12, 285-296.
- Campell, M.R., Pollak, L.M. and White, P.J., 1994, Effect of planting date on maize starch thermal properties. *Cereal Chem.*, 71, (6) 556-559.
- Certel, M. ve Ertgay, Z., 1992a, Buğdayın bulgura işlenmesi sırasında nişastada meydana gelen fizikokimyasal değişimler. *Gıda*, 17, (4) 227-234.
- Certel, M. ve Ertugay, Z., 1992b, Mikrokalorimetrenin hububat teknolojisinde kullanım imkanları. II. Differential Scanning Calorimetry (DSC)'nin hububat teknolojisinde kullanımı. *Gıda*, 17, (2) 93-100.
- Chabot, J.F., Hood, L.F. and Allen, J.E., 1976, Effect of chemical modifications of the ultrastructure of corn, waxy maize and tapioca starches. *Cereal Chem.*, 53, (1) 85-91.
- Chiang, B.Y. and Johnson, J.A., 1977, Gelatinization of starch in extruded products. *Cereal Chem.*, 54, (3) 436-443.
- Colonna, P., Doublier, J.L., Melcion, J.P., Monredon, F. and Mercier, C., 1984, Extrusion cooking and drum drying of wheat starch. I. Physical and macromolecular modifications. *Cereal Chem.*, 61, (6) 538-543.

- Çağlarırnak, N. ve Çakmaklı, Ü., 1993, Değişik modifiye nişastaların üretiminde kimyasal prensipler. Gıda, 18, (2) 131-137.
- Çakmakçı, S. ve Çelik, İ., 1995, Gıda Katkı Maddeleri (II. Baskı). Atatürk Üniv. Ziraat Fak. (Ders Notları), Yayın No: 164, Erzurum, s 249.
- Çelik, İ., 1995, Una ve Tavlama Suyu ile Buğdaya Uygulanan Klorlama İşleminin Unun Kimyasal ve Teknolojik Özelliklerine Etkisi Üzerine Araştırmalar (Doktora Tezi). Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enst., Erzurum, s 144.
- Davis, E.A., 1994, Wheat starch. Cereal Foods World, 39, (1) 34-37.
- Derby, R.I., Miller, B.S., Miller, B.L. and Trimbo, H.B., 1975, Visual observation of wheat starch gelatinization in limited water systems. Cereal Chem., 52, (5) 702-713.
- Donovan, V., Lorenz, K. and Kulp, K., 1983, Differential Scanning Calorimetry of heat-moisture treated wheat and potato starches. Cereal Chem., 60, (5) 381-387.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1997, Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları (Ders Notları, 3. Baskı), Yayın No: 297, Erzurum, s 376.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, H.G., 1998, Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 335, Erzurum, s 238.
- Ertugay, Z. ve Kotancılar, H.G., 1988, Nişastanın bazı fizikokimyasal özellikleri ile ekmek içi sertliği arasındaki ilişkiler. Gıda, 13, (2) 115-121.
- Eynard, L., Guerrieri, N. and Cerletti, P., 1995, Modifications of starch during baking: studied through reactivity with amyloglucosidase. Cereal Chem., 72, (6) 594-597

- Faubion, J.M. and Hosney, R.C., 1982, High-temperature short-time extrusion cooking of wheat starch and flour. I. Effect of moisture and flour type on extrudate properties. *Cereal Chem.*, 59, (6) 529-533.
- Fox, J.D. and Robty, J.F., 1992, Modification of starch granules by hydrolysis with hydrochloric acid in various alcohols and the formation of new kinds of limit dextrans. *Carbohydrate Research*, 227, 163-170.
- Gordon, J., Davis, E.A. and Timms, E.M., 1979, Water-loss rates and temperature profiles of cakes of different starch content baked in a controlled environment oven. *Cereal Chem.*, 56, (2) 50-57.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y. Ve Zorba, Ö. 1993, Et Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kavuzu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Yayın No: 318, Erzurum, s 286.
- Gökalp, H.Y., Nas, S. ve Certel, M., 1996, Biyokimya-I. Pamukkale Üniv. Müh. Fak. (Ders Notları), Yayın No: 001, Denizli, s 400.
- Gruchala, L. and Pomeranz, Y., 1993, Enzyme-resistant starch: studies using Differential Scanning Calorimetry. *Cereal Chem.*, 70, (2) 163-170.
- Hofreiter, B.T., Smiley, K.L., Boundy, J.A., Swanson, C.L. and Fecht, R.J., 1978, Novel modification of cornstarch by immobilized α -amylase. *Cereal Chem.*, 55, (6) 995-1006.
- Hood, L.F. and O'shea, G.K., 1977, Calcium binding by hydroxypropyl distarch phosphate and unmodified starches. *Cereal Chem.*, 54, (2) 266-271.
- Horton, S.D., Lauer, G.N. and White, J.S., 1990, Predicting gelatinization temperatures of starch/sweetener systems for cake formulation by Differential Scanning Calorimetry. II. Evaluation and application of a model. *Cereal Foods World*, 35, (8) 734-738.

- Jenkins, D., Zahariadis, G. and Ayyobi, A.F., 1989, Health implications of the processing of starchy foods. *Cereal Foods World*, 34, (10) 860-865.
- Johnson, A.C. and Hosenev, R.C., 1980, Chlorine treatment of cake flours. IV. Effects of storing and heating nondefatted and defatted flours. *Cereal Chem.*, 57, (2) 92-93.
- Johnson, J.M., Davis, E.A. and Gordon, J., 1990, Interactions of starch and sugar water measured by Electron Spin Resonance and Differential Scanning Calorimetry. *Cereal Chem.*, 67, (3) 286-291.
- Kent, N.L., 1970, *Technology of Cereals*. Pergamon Press Ltd., Oxford, p 262.
- Keskin, H., 1987, *Besin Kimyası*. İstanbul Üniv. Müh. Fak., Yayın No: 72, İstanbul, s652.
- Kim, C.S. and Walker, C.E., 1992, Interactions between starches, sugars and emulsifiers in high-ratio cake model systems. *Cereal Chem.*, 69, (2) 206-212.
- Knight, J.W., 1969, *The Starch Industry*. Pergamon Press Ltd. Oxford.
- Knutson, C.A., 1986, A simplified Colorimetric procedure for determination of amylose in maize starch. *Cereal Chem.*, 63, (2) 89-92.
- Kramer, A. ve Twingg, B.A., 1980, *Quality Control for The Food Industry* (Third ed.). Vol. I, p 120.
- Kulp, K. and Lorenz, K., 1981, Heat-moisture treatment of starches. I. Physicochemical properties. *Cereal Chem.*, 58, (1) 46-48.
- Lee, C.C., Hosenev, R.C. and Varriona-Martson, E., 1982, Development of a laboratory-scale single-stage cake mix. *Cereal Chem.*, 59, (5) 389-392.
- Light, J.M., 1990, Modified foods starches: why, what, where and how. *Cereal Foods World*, 35, (11) 1081-1092.

- Lineback, D.R. and Wongsrikasem, E., 1980, Gelatinization of starch in baked products. *J. Food Sci.*, 45, 71-74.
- Lorenz, K. and Johnson, J.A., 1972, Starch hydrolysis under high temperatures and pressures. *Cereal Chem.*, 49, 616-628.
- Lorenz, K. and Kulp, K., 1981, Heat-moisture treatment of starches. II. Functional properties and baking potential. *Cereal Chem.*, 58, (1) 49-52.
- Luallen, T. E., 1985, Starch as a functional ingredient. *Food Technology*, 59-63.
- Maxwell, J.L. and Zobel, H.F., 1978, Model studies on cake staling. *Cereal Foods World*, 23, (3) 124-127.
- Mercier, C. and Feillet, P., 1975, Modifications of carbohydrate components by extrusion-cooking of cereal products. *Cereal Chem.*, 52, 283-297.
- Miller, B.S., Derby, R.I. and Trimbo, H.B., 1973, A pictorial explanation for the increase in viscosity of a heated wheat starch-water suspensions. *Cereal Chem.*, 50, 271-280.
- Miller, L.A., Gordon, J. And Davis, E.A., 1991, Dielectric and thermal transition properties of chemically modified starches during heating. *Cereal Chem.*, 65, (5) 441-448.
- Oomah, B.D. and Mathieu, J.J., 1988, Functionality of commercially produced wheat flours solubles in cakes, cookies and wieners, *J. Food Sci.*, 53, (6) 1787-1791
- Orthofer, F.T., 1984, Corn Starch Modification and Uses. In *Corn Chemistry and Technology*. 1st. Ed. Watson, S.A., Ramstad, P.E., American Association of Cereal Chemist. Inc. Minesota, p 449.
- Özkaya, H. ve Özkaya, B., 1992a, Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, Yayın No: 14, Ankara, s 151.

- Özkaya, B. ve Özkaya, H., 1992b, Mısır katkılı unların teknolojik özelliklerine vital gluten ve SSL'nin etkileri. *Gıda*, 17, (6) 419-426.
- Pateras, I.M.C., Howels, K.F. and Rosenthal, A.J., 1994, Hot-stoge microscopy of cake batter bubbles during simulated baking: sucrose replacement by poli dextrose. *J. Food Sci.*, 59, (1) 168-170.
- Pyler, E.J., 1979, *Baking Science and Technology*. Vol. II. Siebel Publ. Co. Chicago, p 1227.
- Robty, J.F., Choe, J., Hahn, R.S. and Fuchs, E.B., 1996, Acid modification of starch granules in alcohols: effects of temperature, acid concentration and starch concentration. *Carbohydrate Research*, 281, 203-218.
- Rogols, G., 1986, Starch modifications: a view into the future. *Cereal Foods World*, 31, (12) 869-873.
- Sander, E.H., 1981, Beneficial modification of starch. *Cereal Foods World*, 26, (5) 244.
- Savage, H.L. and Osman, E.M., 1978, Effects of certain sugars and sugars alcohols on corn starch granules. *Cereal Chem.*, 55, 447-456.
- Shetty, R.M., Lineback, D.R. and Seib, P.A., 1974, Determining the degree of starch gelatinization. *Cereal Chem.*, 51, 364-375.
- Sievert, D. and Pomeranz, Y., 1990, Enzyme-resistant starch. II. Differential Scanning Calorimetry studies on heat-treated starches and enzyme-resistant starch residues. *Cereal Chem.*, 67, (3) 217-221.
- Smith, P.S. and Bell, H., 1986, New starches for food applications. *Cereal Foods World*, 31, (10) 724-725.

- Sobczynska, D. and Sester, C.S., 1991, Replacement of shortening by maltodextrin-emulsifier combinations in chocolate Layer Cakes. *Cereal Foods World*, 36, (12) 1017-1018.
- Spies, R.D. and Hosenev, R.C., 1982, Effects of sugars on starch gelatinization. *Cereal Chem.*, 59, (2) 128-131.
- Sych, J., Castaigne, F. and Lacroix, C., 1987, Effects of initial moisture content and storage relative humidity on textural changes of Layer Cakes during storage. *J. Food Sci.*, 52, (5) 1604-1610.
- Takahashi, S. and Maningat, C. C., 1989, Acetylated and hydroxy propylated wheat starch: paste and gel properties compared with modified maize and tapioca starches. *Cereal Chem.*, 66, (6) 499-506
- Takeda, C., Takeda, Y. and Hizukuri, S., 1989, Structure of amylo maize amylose. *Cereal Chem.*, 66, (1) 22-25.
- Takeda, K., 1994, Effects of various lipid fractions of wheat flour on expansion of sponge cake. *Cereal Chem.* 71, (1) 6-9.
- Timmerman, H., 1990, Use of starches in microwave-baked cakes. *Voedingsmiddelentechnologie (FSTA Abst.)*, 23, (2) 29-31.
- Uluöz, M., Gönül, M. ve Gözlü, S., 1974, Nişasta; Özellikleri, Jelatinizasyonu, Modifikasyonu ve Gıda Endüstrisindeki Kullanılması. Ege Üniv. Ziraat Fak., Yayın No: 245, Bornova, s 40.
- Varriona-Martson, E., Huang, G. and Ponte, J., 1980, Comparison of methods to determine starch gelatinization in bakery foods, *Cereal Chem.*, 57, (4) 242-248.
- Walker, C.E., West, D.I., Plerce, M.M. and Buck, J.S., 1987, Cake firmness measurement by the universal Testing machine. *Cereal Foods World*, 32, (7) 477-479.

- Walker, C.E., Ross, A.S., Wrigley, C.W and McMaster, G.J., 1988, Accelerated starch-paste characterization with the rapid visco analyzer. *Cereal Foods World*, 33, (6) 491-493.
- White, D.C. and Lauer, G.N., 1990, Predicting gelatinization of starch/sweetener systems for cake formulation by Differential Scanning Calorimetry. I. Development of a model. *Cereal Foods World*, 35, (8) 728-731.
- William, J.S., 1969, *Practical Baking*. The Avi Publishing Company, Inc. Westport Conn., London, p 492.
- Wurzburg, B. O., 1986, Forty years of industrial starch research. *Cereal Foods World*, 31, (12) 897-903.
- Yamazaki, W.T. and Kissel, L.T., 1978, Cake flour and baking research a review. *Cereal Foods World*, 23, (3) 114-118.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 1991, *Araştırma ve Deneme Metodları*. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. (Ders Notları), Yayın No: 305, Erzurum, s 258.