

T1533

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ †

BAZI HİDROKOLLOİDLERİN FARKLI FORMÜLASYONLARA SAHİP
KETÇAPLARIN KONSİSTENSİ VE SERUM AYRILMASI ÜZERİNE ETKİSİ

1533

HİLAL ŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2003

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ

**BAZI HİDROKOLLOİDLERİN FARKLI FORMÜLASYONLARA SAHİP
KETÇAPLARIN KONSİSTENSİ VE SERUM AYRILMASI ÜZERİNE ETKİSİ**

HİLAL ŞAHİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 2002.0121.12 proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma
Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.**

2003

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI HİDROKOLLOİDLERİN FARKLI FORMÜLASYONLARA SAHİP
KETÇAPLARIN KONSİSTENSİ VE SERUM AYRILMASI ÜZERİNE ETKİSİ

HİLAL ŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

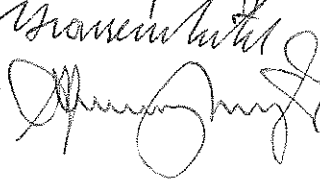
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 29/07/ 2003 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (100) not takdir edilerek
Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Feramuz ÖZDEMİR (Danışman)

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU



ÖZ

BAZI HİDROKOLLOİDLERİN FARKLI FORMÜLASYONLARA SAHİP KETÇAPLARIN KONSİSTENSİ VE SERUM AYRILMASI ÜZERİNE ETKİSİ

Hilal ŞAHİN

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz 2003, 115 Sayfa

Bu çalışmada üç farklı formülasyona göre üretilen domates ketçaplarına kitre gamı, guar gam, keçiyoynuzu gamı, ksantan gam ve karboksimetil selüloz olmak üzere beş ayrı hidrokolloid üç farklı dozda (%0, %0.5 ve %1) eklenerek, bunların üretilen ketçapların konsistensi ve serum ayrılması üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla hammadde olarak kullanılan soğuk işlenmiş salça sulandırılarak, çözünür kuru madde (ÇKM) miktarı sırasıyla %7.5, %10 ve %12.5 değerlerine ayarlanmış ve elde edilen sulandırılmış salça formülasyonlarda belirtilen bileşenler eklenerek ketçaba işlenmiştir. Ketçap örneklerinin konsistensi ve serum ayrılması üzerine kullanılan gamların her formülasyon için %0, %0.5 ve %1 dozlarının etkisi incelenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre kullanılan tüm hidrokolloidlerin domates ketçabının kıvamını artırdığı, fakat guar gam ve keçiyoynuzu gamının örneklerin kıvamında en yüksek artışı sağladığı ve bunları sırasıyla ksantan gamın, kitre zamkının ve karboksimetil selülozun izlediği belirlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca üretilen ketçapların kıvamı üzerinde formülasyonun ve kullanılan gam dozunun da etkili olduğu ve en yüksek kıvam indeksi (k) değerlerinin ÇKM miktarı % 12.5 olan sulandırılmış salçadan işlenen ve %1 oranında gam eklenen ketçap örneklerinde sağlandığı görülmüştür.

Araştırmada ketçap örneklerinin bostwick konsistometresinde akış değeri (cm) ve ayrıca iki farklı yöntemle serum ayrılması değerleri (%) de izlenmiş olup,

hidrokolloidlerin eklenmesiyle ve gam dozunun artırılmasıyla ketçap örneklerinin akış değerlerinde ve serum ayrılması değerlerinde belirgin bir azalma söz konusu olmuştur. Ayrıca akış değerleri ve serum ayrılması değerleri üzerinde ketçap formülasyonlarının da etkisinin bulunduğu ve ÇKM miktarı %12.5 olan sulandırılmış salçadan işlenen ketçap örneklerinde diğer formülasyonlardan işlenen örneklere göre daha düşük akış değeri ve serum ayrılması oranı belirlenmiştir.

Çalışmanın diğer bölümünde ise %10 ÇKM miktarda sahip, sulandırılmış salçadan işlenen ve % 0.5 oranında gam eklenmiş ketçap örnekleri ile ülkemizde yaygın olarak tüketilen üç ayrı marka ticari ketçap örneği bazı fiziksel ve duyuşsal özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Araştırmada üretilen ketçapların CMC eklenen örnek dışında ticari örneklere eşdeğer hatta daha kıvamlı bir yapıya sahip oldukları, ayrıca ticari ketçap örneklerinde üretilen ketçaplara oranla daha fazla serum ayrılmasının gözleendiği belirlenmiştir. Araştırmada üretilen ketçapların tüketilebilir düzeyde duyuşsal özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir.

Araştırma sonuçları ketçabın salçadan işlenmesi durumunda yapısal bütünlüğün sürekliliğinin ve ideal kıvam değerinin sağlanmasında, ayrıca üründe gözlenen serum ayrılmasının azaltılmasında, %0.5 oranında hidrokolloid ilavesinin yeterli olduğunu göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Ketçap, hidrokolloidler, gamlar, konsistens, viskozite, serum ayrılması

JÜRİ: Doç. Dr. Feramuz ÖZDEMİR (Danışman)

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU

ABSTRACT

EFFECT OF SOME HYDROCOLLOIDS ON THE CONSISTENCY AND SERUM SEPARATION OF DIFFERENT FORMULATED KETCHUPS

Hilal ŞAHİN

M. Sc. in Food Engineering

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR

July, 2003, 115 pages

In this research, the effect of five different hydrocolloids viz. tragacanth gum, guar gum, carboxymethylcellulose, xanthan gum and locust bean gum, added to three different formulated ketchups at three doses (0, 0.5, and 1%) , on the consistency and serum separation of produced tomato ketchups was aimed to determine. For this purpose, canned cold break tomato paste was diluted as having a total soluble solids (TSS) content of 7.5, 10, and 12.5 %, respectively and obtained concentrates were processed to ketchups by addition of other ingredients ascertained by formulation receipts. Five different hydrocolloids were added to each ketchup formulation at levels of 0, 0.5, and 1%, respectively and the effect of these on the the consistency and serum separation of tomato ketchups was investigated.

According to the results, all hydrocolloids increased consistency of tomato ketchups, however, guar gum and locust bean gum caused maximum increase followed by xanthan gum, tragacanth gum and carboxymethylcellulose. Both ketchup formulations and addition levels of gums were found to be effective on the consistency of produced ketchup samples and maximum increase in consistency indexes were obtained by processing diluted paste of having a TSS content of 12.5 % and addition gums at levels of 1%.

Furthermore, flow value at bostwick consistometer and serum separation (%), obtained by following two different methods, were also observed and both serum

separation and flow value decreased with the addition of all the hydrocolloids and increases of gum levels. In addition to these, flow value and serum separation of produced samples were also affected by ketchup formulations and these parameters were found to be lower for ketchup samples, prepared from diluted paste of having a TSS content of 12.5%, than the other formulations.

The second part of the research included comparisons of produced ketchup samples, processed from diluted paste of which was having a TSS content of 10% and added with 0.5% level of hydrocolloids, with the three brands of commercial tomato ketchups, from the point of view of some physical and sensory properties. Except CMC, all other hydrocolloid additions to the ketchup samples provided the higher consistency index than that of commercial samples and serum separation levels were found to be higher for the commercial samples. In addition, the ketchups, produced in this study, were found to be having an acceptable sensory properties.

According to the results of the study, it was concluded that, in situation which tomato ketchup is being prepared from tomato paste, 0.5 % addition of hydrocolloids was found to be effective for providing optimum consistency and lower serum separation of ketchup samples.

KEYWORDS: Tomato ketchup, hydrocolloids, gums, consistency, viscosity, serum separation

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Feramuz ÖZDEMİR (Adviser)

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU

ÖNSÖZ

Hidrokolloidler düşük oranlarda kullanılarak, ürünün besleyici değerini, tat ve aromasını, genel görünüşünü değiştirmeden, yapısal dayanım özellikleri üzerinde etkili olan oldukça önemli gıda katkı maddeleridir. Gıda endüstrisinde, farklı gıda sistemlerinin fonksiyonel özelliklerini değiştirmek amacıyla çok sayıda hidrokolloid yaygın olarak kullanılmakta olup, gıda bilimcileri ve teknologları, yeni hidrokolloid kaynakları ve bunların fonksiyonel özellikleri konusunda, ayrıca mevcut kaynakların fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi ve sinerjist etkileşimleri üzerine çalışmalarına devam etmektedirler.

Bütün dünyada olduğu gibi ketçap ülkemizde de sevilen ve tüketimi hızla artan bir gıda maddesidir. Domates ketçabında kıvam önemli bir kalite kriteri olup, üretimde kullanılan hammaddenin kalitesine ve işlem koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Hammaddeden veya işlem koşullarından kaynaklanabilecek kıvam farklılıklarının önlenmesi, optimum kıvamın standardize edilmesi ve ayrıca belirtilen raf ömrü süresince serum ayrılmasının azaltılması bakımından ketçap formülasyonlarına nişasta ve doğal hidrokolloidler gibi gıda katkı maddeleri ilave edilebilmektedir. Ketçaplarda hidrokolloidlerin spesifik kullanımlarıyla ilgili bazı çalışmalar bulunsa da, farklı kaynaklardan sağlanan hidrokolloidlerin hangilerinin ve hangi miktarlarının ketçapta istenilen kalite özelliklerini karşılayabildiğine ve hammaddeden kaynaklanan farklılıklarda hidrokolloidlerin ne derecede etkinliklerini sürdürdüklerine dair çalışmaların sayısı oldukça azdır.

Bu araştırmada farklı formülasyonlara göre işlenen ketçaplarda farklı hidrokolloidlerin ve bunların farklı dozlarının ketçaplarda kıvam ve serum ayrılması üzerine ne derecede etkin oldukları belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar ketçabın salçadan işlendiği durumlarda üretim koşullarını belirlemek ve standardizasyonu sağlamak bakımından önemlidir. Ayrıca üretilen ketçapların fiziksel ve duyuşsal özellikleri ticari markalarla karşılaştırılarak, bu örneklerin tüketilebilirlikleri de incelenmiştir. Araştırma sonuçlarının gıda bilimi ve sanayisine faydalı olmasını dilerim .

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Feramuz ÖZDEMİR' e, hammadde temininde yardımcı olan sayın Dr. Ali ÖZTÜRK' e, tezin her aşamasında desteğini gördüğüm Öğr. Gör. Ayhan TOPUZ' a, Arş. Gör. Muammer DEMİR' e, Arş. Gör. Nejla SERDENGEÇTİ' ye ve Arş. Gör. Pınar YERLİKAYA' ya, Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine, araştırmamı maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi yetkililerine ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim aileme ve sevgili babaanneme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	5
3. MATERYAL ve METOT.....	34
3.1. Materyal.....	34
3.1.1. Domates salçası.....	34
3.1.2. Lezzet ve aroma veren doğal maddeler.....	34
3.1.3. Kıvam veren maddeler.....	34
3.1.4. Koruyucu madde.....	34
3.2. Metot.....	35
3.2.1. Salçada yapılan analizler.....	35
3.2.2. Ketçap üretimi.....	35
3.2.3. Ketçap örneklerinde yapılan analizler.....	37
3.2.3.1. Reolojik özelliklerin belirlenmesi.....	37
3.2.3.2. Konsistens tayini.....	39
3.2.3.3. Serum ayrılmasının ölçülmesi.....	39
3.2.3.4. pH ölçümü.....	41
3.2.3.5. Duyusal analizler.....	41
3.2.4. İstatistiksel metot.....	41
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	43
4.1. Ketçap Örneklerinin Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Araştırma Bulguları.....	44
4.1.1. Ketçap örneklerinin akış indeksi değerlerine ait araştırma sonuçları..	44
4.1.2. Ketçap örneklerinin kıvam indeksi değerlerine ait araştırma sonuçları.....	48

4.1.3. Ketçap örneklerinin görünür viskozite değerlerine ait araştırma sonuçları.....	52
4.2. Bostwick Konsistometresi Akış Değerlerine Ait Araştırma Sonuçları.....	65
4.3. Ketçap Örneklerinin Serum Ayrılması Değerlerine Ait Araştırma Sonuçları.	69
4.3.1. Örneklerin zamana bağlı olarak serum ayrılma oranları.....	69
4.3.2. Örneklerin santrifüjde serum ayrılma oranları.....	82
4.4. Üretilen Ketçap Örnekleri İle Ticari Ketçap Örneklerinin Karşılaştırması....	86
4.4.1. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin reolojik özellikleri bakımından karşılaştırılması.....	86
4.4.1.1. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin akış indeksi (n) değerlerinin karşılaştırılması.....	86
4.4.1.2. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin kıvam indeksi (k) değerlerinin karşılaştırılması.....	87
4.4.1.3. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin görünür viskozite değerlerinin karşılaştırılması.....	90
4.4.2. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin Bostwick konsistometresinde akış değerlerinin karşılaştırılması.....	93
4.4.3. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin serum ayrılması değerleri bakımından karşılaştırılması.....	95
4.4.3.1. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması değerleri bakımından karşılaştırılması...	95
4.4.3.2. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin 5000 d/d'da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması değerleri bakımından karşılaştırılması.....	99
4.4.4. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin duyuşal değerlendirme bakımından karşılaştırılması.....	101
5. SONUÇ.....	104
6. KAYNAKLAR.....	106
7. ÖZGEÇMİŞ.....	115

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Da : Dalton

cP : Santipoiz

$k_{a\tau}$: Kayma gerilimi için dönüştürme faktörü

$k_{N\gamma}$: Kayma hızı için dönüştürme faktörü

τ : Kayma gerilimi (shear stress; N/m^2)

γ : Kayma hızı (shear rate; s^{-1})

n : Akış indeksi

k : Kıvam indeksi

η_{app} : Görünür viskozite (apparent viscosity; Pa.s)

Pa : Pascal

Pa.s: Pascal saniye

N/m^2 : Newton/metrekare

cm: santimetre

s :saniye

dk: dakika

Kısaltmalar

FDA : Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç Dairesi)

GRAS: Genel olarak güvenilir olduğu kabul edilen

CMC : Karboksimetil selüloz

KBG : Keçiboynuzu gamı

F * : Formülasyon

ÇKM : Çözünür kuru madde

DS : Yer değiştirme derecesi

F: F değeri

K.O : Kareler ortalaması

S.D : Serbestlik derecesi

X : Ortalama değer

SE : Standard hata

d/d : devir/dakika

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Guar gamın molekül yapısı.....	19
Şekil 2.2.	Keçiboynuzu gamının molekül yapısı.....	22
Şekil 2.3.	Ksantan gamın yapısında tekrarlayan pentasakkarit birimi.....	24
Şekil 2.4.	CMC' nin yapısını oluşturan β -(1→4)-D-glukopiranoz birimleri.....	29
Şekil 4.1.	Kayma hızının kitre zankı eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozitesine etkisi.....	58
Şekil 4.2.	Kayma hızının guar gam eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozitesine etkisi.....	59
Şekil 4.3.	Kayma hızının CMC eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozitesine etkisi.....	61
Şekil 4.4.	Kayma hızının ksantan gam eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozitesine etkisi.....	62
Şekil 4.5.	Kayma hızının KBG eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozitesine etkisi.....	64
Şekil 4.6.	Kitre gamı eklenerek hazırlanan ketçap örneklerinde belirlenen zamana bağlı serum ayrılması.....	77
Şekil 4.7.	Guar gam eklenerek hazırlanan ketçap örneklerinde belirlenen zamana bağlı serum ayrılması.....	78
Şekil 4.8.	CMC eklenerek hazırlanan ketçap örneklerinde belirlenen zamana bağlı serum ayrılması.....	79
Şekil 4.9.	Ksantan gam eklenerek hazırlanan ketçap örneklerinde belirlenen zamana bağlı serum ayrılması.....	80
Şekil 4.10.	KBG eklenerek hazırlanan ketçap örneklerinde belirlenen zamana bağlı serum ayrılması.....	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Bazı gam maddelerinin bileşenleri.....	6
Çizelge 2.2.	Hidrokolloidlerin işlevleri.....	9
Çizelge 2.3.	Hidrokolloidler ve orjinlerine göre sınıflandırılması.....	16
Çizelge 3.1.	Hazırlanan ketçapların formülasyonları.....	36
Çizelge 3.2.	Brookfield R. V. T. viskozimetre başlıkları (spindle) için dönüşüm faktörleri.....	38
Çizelge 3.3.	Suni serumun içeriği.....	41
Çizelge 3.4.	Duyusal değerlendirme formu.....	42
Çizelge 4.1.	Ketçap örneklerinin ortalama akış indeksi (n) değerleri.....	45
Çizelge 4.2.	Ketçap örneklerinin akış indeksi (n) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.3.	Ketçap örneklerinin akış indeksi (n) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.4.	Ketçap örneklerinin hesaplanan ortalama kıvam indeksi (k) değerleri.....	49
Çizelge 4.5.	Ketçap örneklerinin kıvam indeksi (k) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	50
Çizelge 4.6.	Ketçap örneklerinin kıvam indeksi (k) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.7.	Ketçap örneklerinin görünür viskozite (η_{app} ; Pa.s) ortalama değerleri.....	53
Çizelge 4.8.	Ketçap örneklerinin görünür viskozite (η_{app}) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	55
Çizelge 4.9.	Ketçap örneklerinin görünür viskozite (η_{app}) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	55
Çizelge 4.10.	Ketçap örneklerinin Bostwick konsistometresi akış değerleri(cm).....	65
Çizelge 4.11.	Ketçap örneklerinin Bostwick konsistometresi akış değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	66

Çizelge 4.12.	Ketçap örneklerinin Bostwick konsistometresi akış değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları..	67
Çizelge 4.13a.	Kitre zımkı ve guar gam eklenmiş ketçap örneklerinin zamana bağlı ortalama serum ayrılması değerleri (%).....	70
Çizelge 4.13b.	CMC ve ksantan gam eklenmiş ketçap örneklerinin zamana bağlı ortalama serum ayrılması değerleri (%).....	71
Çizelge 4.13c.	KBG eklenmiş ketçap örneklerinin zamana bağlı ortalama serum ayrılması değerleri (%).....	72
Çizelge 4.14.	Ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması değerlerine (%) ait varyans analizi sonuçları.....	74
Çizelge 4.15.	Ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması ortalamalarına (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	74
Çizelge 4.16.	Ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen ortalama serum ayrılması değerleri (%).....	83
Çizelge 4.17.	Ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması değerlerine (%) ait varyans analizi sonuçları.....	84
Çizelge 4.18.	Ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması ortalamalarına (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	84
Çizelge 4.19.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin ortalama akış indeksleri.....	86
Çizelge 4.20.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin akış indeksi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	87
Çizelge 4.21.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin ortalama kıvam indeksleri.....	87
Çizelge 4.22.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin kıvam indeksi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	88
Çizelge 4.23.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin kıvam indeksi ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	88

Çizelge 4.24.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin görünür viskozite ortalama değerleri.....	91
Çizelge 4.25.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin görünür viskozite değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	92
Çizelge 4.26.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin görünür viskozite değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	92
Çizelge 4.27.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin konsistometrede ölçülen ortalama akış değerleri	94
Çizelge 4.28.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin konsistometrede ölçülen akış değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	94
Çizelge 4.29.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin konsistometrede ölçülen akış değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	94
Çizelge 4.30.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması ortalama değerleri (%).....	96
Çizelge 4.31.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması değerlerine (%) ait varyans analizi sonuçları.....	97
Çizelge 4.32.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması değerleri ortalamalarına (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	97
Çizelge 4.33.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen ortalama serum ayrılması değerleri (%).....	99
Çizelge 4.34.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması değerlerine (%) ait varyans analizi sonuçları.....	99

Çizelge 4.35.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması değerleri (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	100
Çizelge 4.36.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin duyu analizi sonuçları.....	101
Çizelge 4.37.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin duyu analizi sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları.....	102
Çizelge 4.38.	Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin duyu analizi sonuçları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	102

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelere paralel olarak, gıda endüstrisinde de farklı üretim tekniklerinin uygulanması ile yüksek kalitede ve daha dayanıklı yeni ürünlerin üretimi her geçen gün artmaktadır. Kalite kriterleri yüksek ve geniş bir tüketici kitlesine ulaşan bu yeni ürünlerin geliştirilmesinde, hazırlanmasında, üretim prosesinin kolaylıkla uygulanmasında ve raf ömrünün uzatılmasında gıda katkı maddelerinden geniş ölçüde yararlanılmaktadır.

Özellikle son yirmi yılda, işlenmiş gıdaların üretiminde, hedeflenen dayanma süresinde, ürünün yapısal bütünlüğünün sürekliliğinin sağlanması, diğer bir ifadeyle belirtilen raf ömrünün artırılması, ürünün, yapı, görünüm, kıvam gibi kalite özelliklerini yitirmeden tüketiciye sunulabilmesi için, stabilizatör grubu gıda katkı maddelerinden olan hidrokolloidlerden yaygın olarak yararlanılmaktadır. İşlenmiş gıdaların sektördeki başarısında hidrokolloidlerin anahtar rol oynadığı, hatta bazı ürünlerde kalite için vazgeçilmez unsur olduğu söylenebilir (Güven ve Hayaloğlu 2001, Kaur vd 2000).

Gıdaların fizikokimyasal yapılarını koruyan, geliştiren ve stabilizeyi artıran, yüksek molekül ağırlığına sahip polisakkaritlerden oluşmuş hidrokolloidler, sulu çözeltilerde çözünen veya dağılmış halde bulunan biyopolimerlerdir (Garti 1999). Gıda, ilaç, kozmetik, kağıt ve tekstil sanayi gibi bir çok alanda yaygın olarak kullanılan bu bileşikler, gıda teknolojisinde “gamlar” veya “stabilizatörler” olarak da adlandırılmaktadır. Burada “gam” (gum) sözcüğü, genellikle bitkisel veya mikrobiyal polisakkaritleri ve bunların türevlerini ifade eden bir terim olup, hidrofilik yapılarından dolayı bunlar “hidrokolloidler” grubunda bulunmaktadır. Hidrokolloid terimi ise, bitkisel veya mikrobiyal polisakkaritlerin yanı sıra hayvansal ve sentetik orijinli polimer bileşikleri de içine alan daha geniş bir grubu ifade eden teknik bir terimdir (Alexander 1999a, Anonymous 2002a).

Özellikle yapı geliştirici yetenekleriyle dikkat çeken hidrokolloidler, endüstriyel uygulamalarda, genellikle de gıda endüstrisinde, farklı işlevleri gerçekleştirmek amacıyla kullanılan, oldukça fonksiyonel bileşiklerdir. Birleştirme, bağlama, kıvam

artırma, jel oluşturma, emülsiyon stabilitesi sağlama, kristalleşmeyi, faz ayrılmasını ve sineresisi engelleme, kapsülleme, kaplama, film oluşturma ve yapıyı düzeltme, hidrokolloidlerin kullanıldıkları ürünlerde sergiledikleri başlıca işlevler olarak sıralanmaktadır (Dziezak 1991, Glicksman 1991) Ayrıca son on yıldaki uygulamalar dikkate alınacak olursa, bu bileşiklerin gıdalara yağ ikame edici ve diyet lifi amaçlı eklendikleri de yaygın olarak görülmektedir (Goldman 1996, Ward 1997, Ward 1998, Debon vd 2001).

Gıda sanayinde pek çok üründe özellikle kıvam artırmak amacıyla çok sayıda hidrokolloid kullanılmaktadır. Diğer sanayi sektörleri de dahil edildiğinde, günümüzde 50'den fazla doğal ve sentetik hidrokolloidin ticari olarak kullanıldığını bildirilmektedir. Deniz yosunları, bitkisel tohumlar ve çeşitli ağaçların salgıları gibi genellikle bitkisel kaynaklardan sağlanan hidrokolloidler, mikrobiyal biyosentez ve doğal polisakkaritlerin kimyasal modifikasyonu yoluyla da elde edilebilmektedir. Bunun yanı sıra tamamen kimyasal yolla sentezlenen, endüstriyel olarak geniş kullanım alanları bulunan sentetik hidrokolloidler de mevcuttur (Carr 1993, Alexander 1999b).

İşlenmiş gıdalarda ve diğer önemli endüstriyel proseslerde ve ürünlerde, karragenanlar, alginatlar gibi deniz yosunu ekstraktları, arabik gam, tragacanth gam (kitre zamkı) gibi bitki salgıları, guar ve keçiyoynuzu gamı gibi tohumlardan elde edilen gamlar, pektin ve hemiselüloz gibi bitkisel ekstraktlar, ksantan, jellan ve pullulan gibi mikrobiyal gamlar, karboksimetil selüloz, metil selüloz gibi selüloz türevleri ve nişastalar geniş ölçüde kullanım alanına sahiptir (Torres vd 2000). Belirtilen bu bileşikler gıda endüstrisinde, fırın ürünleri, süt ürünleri, pastacılık ürünleri, et emülsiyonları, meyveli ve alkolsüz içecekler, damla sakızları, dondurulmuş gıdalar, diyet gıdalar ve çeşitli soslar gibi geniş bir ürün yelpazesinde farklı işlevleri gerçekleştirmek üzere kullanılmaktadır. Kuru hazır sos karışımlarında ve yağlı-yağsız, baharatlı, sebze gibi değişik yemek ve salata soslarında hidrokolloidler farklı partiküllerin yapı içinde homojen dağılımına, emülsiyon stabilitesine, ürünün dökülebilirlik özelliklerinin iyileştirilmesine ve ürün tüketildiğinde ağızda dolgunluk hissi oluşturmaya yardımcı olmaktadır (Dziezak 1991).

Yemek sosları grubunda yer alan ketçap, doğrudan domates suyundan veya konsantresinden, fakat yaygın olarak domates salçasına şeker, sirke, tuz, çeşitli baharat ve bazı koruyucu maddeler katılmasıyla hazırlanan, heterojen yapılı bir ürün olup, bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de sevilen ve tüketimi hızla artan bir gıda maddesidir (Cemeroğlu ve Acar 1986).

Gıda sanayinde, kullanım amaçlarına, tüketici isteklerine ve esasen birlikte tüketildiği gıdanın özelliklerine bağlı olarak farklı formülasyonlarda ve niteliklerde çeşitli ketçaplar üretilmektedir. Kendine özgü kırmızı renge sahip olması, konsistens (kıvam), homojen bir yapı ve mümkün olduğunca serum ayrılmasının düşük olması ketçabın önemli kalite kriterlerinden bazılarıdır (Crandall ve Nelson 1975, Stoforos ve Reid 1990).

Ketçap gibi heterojen yapılı ve yarı akışkan karakterde işlenmiş ürünlerde, yapısal bütünlüğün sürekliliğinin sağlanması diğer bir ifadeyle istenilen kıvam stabilitesinin sağlanması oldukça önemlidir. Üretimde kullanılan hammaddelerin doğal kaynaklı olması ve buna bağlı olarak mevsimsel farklılıkların, hatta günlük farklılıkların bu hammaddelerin niteliklerini değiştirmesi, bu tip ürünlerde ürün işleme esnasında proses koşullarını ve ürün özelliklerini, dolayısıyla ürün kıvamını etkilemektedir. Gıdalarda kıvam ölçümü yaygın olarak viskozite ölçümleriyle gerçekleştirilmektedir. Bunun yanı sıra ketçap, salça gibi kıvamlı ürünlerde Bostwick konsistometresi gibi farklı konsistometreler de kullanılarak deneysel kıvam ölçümleri yapılabilmektedir (Rani ve Bains 1987, Race 1991).

Viskozite akışa karşı gösterilen direnç ölçümü olarak ifade edilir ve sıcaklık, kayma gerilimi, kayma hızı ve zaman gibi kavramlarla doğrudan ilişkilidir. Su ve pek çok hidrokarbonlar gibi newtonumsu karakterdeki akışkanların viskozitesi sabittir, fakat newtonumsu karaktere uymayan akışkanların, ki gıda maddelerinin çoğu bu grupta yer almaktadır, viskozitesi kayma hızı ve zaman gibi faktörlere bağlı olarak azalmakta veya artmaktadır (Geankoplis 1983, Rao 1999). Viskozite ölçümleri gıdalarda istenilen kıvamın ayarlanmasına yardımcı olmakta ve üretimde kullanılacak hammaddenin ve uygulanacak prosesin belirlenmesinde etkili rol oynamaktadır (Race 1991).

Ketçabın akış karakteri üretiminde kullanılan domatesin çeşidine, bileşimine ve uygulanan proses koşullarına bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Esasen domates ketçabının kendine özgü viskozitesi ve kıvamlılığı, domateste doğal olarak bulunan çözünür pektik maddelerden ve mevcut pulp miktarından kaynaklanmaktadır (Rani ve Bains 1987, Tanglertpaibul ve Rao 1987a, Den Ouden ve Van Vliet 2002). Fakat bazı durumlarda domates çeşidine göre, meyvenin düşük seviyede pektin içeriğine bağlı olarak, domates suyu konsantresi, ketçap gibi işlenmiş domates ürünlerinin kıvamında da bir düşüş söz konusu olmaktadır. Ayrıca ketçabın domates salçasından üretildiği durumlarda salçanın sıcak işleme (hot break) veya soğuk işleme (cold break) yöntemleriyle işlenme durumuna bağlı olarak da ketçapta kıvam farklılıkları olabilmektedir. Özellikle soğuk işleme yöntemiyle işlenmiş salçadan üretilen ketçaplarda istenilen kıvamı elde etmek güçtür. Bununla birlikte üreticiler piyasaya sundukları ketçaplarda, belirtilen raf ömrü süresince, katı madde bileşimine, pH' ya ve yine pektik madde bileşimine bağlı olarak serum ayrılması gözlenmesi gibi önemli bir problemle de karşılaşmaktadırlar. Böyle durumlarda ve ayrıca özel tüketim amaçlı üretilen ketçaplarda istenilen kıvamlılığın ve bunun sürekliliğinin sağlanabilmesi için ketçap formülasyonlarına nişasta ve doğal hidrokolloidler gibi katkı maddeleri ilave edilebilmektedir (Stoforos ve Reid 1992, Sidhu vd 1997, Den Ouden ve Van Vliet 2002).

Bu araştırmada, yaygın olarak tüketilen ve domates ihraç ürünü olarak yüksek potansiyele sahip ketçabın, kalite özelliklerinin geliştirilmesinde kitre zankı, guar gam, karboksimetil selüloz (CMC), ksantan gam ve keçiyoynuzu gamı (KBG) olmak üzere farklı kaynaklardan elde edilen ve gıda sanayinde yaygın olarak kullanılan hidrokolloidlerin etkisi incelenmiştir. Halihazırda piyasada tüketime sunulan ketçaplarda konsistens ve serum ayrılması gibi problemlerin olduğu bilinmektedir. Araştırma ayrıca gıda katkı maddesi olarak kullanılan gamların hangisi ya da hangilerinin ve hangi miktarının ketçapta istenilen kalite özelliklerini karşılayabildiğini ve yukarıda belirtilen problemlerin çözümünde etkinliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla üç farklı formülasyona göre üretilen ketçaplara %0, %0.5 ve %1 seviyelerinde kitre zankı, guar gam, CMC, ksantan gam ve KBG eklenmiş, üretilen örneklerde gerekli fiziksel ve duyuusal analizler iki tekerrürlü olarak yapılmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

Dünya gıda endüstrisinde faaliyet gösteren firmaların, toplumun her kesiminden gelebilecek tüketici gereksinimlerini karşılayabilmek amacıyla, farklı üretim teknikleri ve ürün bileşenleri kullanarak, yüksek kalitede, dayanıklı ve güvenilir gıdaların üretimi ve geliştirilmesi çalışmaları son yıllarda artan bir hızla devam etmektedir. 80' li yıllarda başlayan, yüksek lifli gıdaların üretimine yönelik eğilimle, 90'lı yıllara gelindiğinde, düşük kalorili ve 2000' li yıllarda ise fonksiyonel gıdaların geliştirilmesiyle gıda sanayinde ürün yelpazesi oldukça yenilenmiş ve gelişmiştir. Kalite kriterleri yüksek ve geniş bir tüketici kitlesine sahip bu yeni ürünlerin geliştirilmesinde ve ayrıca mevcut gıda ürünlerinin kalite kriterlerinin iyileştirilmesinde gıda katkı maddelerinden geniş ölçüde yararlanılmaktadır.

Gıda katkı maddeleri, hammaddedeki değişkenliklerin etkisini azaltmak, üretim proseslerinin kolaylıkla uygulanmasını sağlamak, son ürüne çekicilik kazandırıp tüketici beğenisini artırmak, bozulmayı geciktirerek veya önleyerek ürünün raf ömrünü artırmak ve ayrıca raf ömrü süresince ürünün yapısal bütünlüğünü korumak gibi çeşitli amaçlarla pek çok gıdada yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıda sanayinde sıklıkla kullanılan gıda katkı maddeleri gruplarından biri de, gıdalarda özellikle tekstürel özelliklerin geliştirilmesine yardımcı olan hidrokolloidlerdir (Aliste vd 2000, Kaur vd 2000, Karbancıoğlu ve Heperkan 2002).

Gıdalarda kullanılan hidrokolloidler çoğunlukla, suda çözünen veya dispers olan, yüksek molekül ağırlığına sahip polisakkaritler olup, gıda endüstrisinde mikroyapı, tekstür, lezzet ve raf ömrü gibi unsurların kontrolünde fonksiyonel ingrediyen olarak kullanılmaktadır (Dickinson 2003). Ana zincir yapıları hidrofilik şeker birimlerinden oluşmuş olan bu bileşikler, yapılarında polisakkaritlerden başka, Ca, Mg, ve K gibi elementler ile şeker asitleri (galakturonik asit ve glukonik asit) ve şeker alkolleri (poliol, polihidroksi asetol) bulundurmaktadır. Bazı hidrokolloidlerin (gamların) yapılarında protein fraksiyonuna da rastlanmaktadır. Yapılarındaki şeker birimlerinin bağlanma durumları, farklı tip hidrokolloidlerin meydana gelmesinde rol

oynamaktadır (Garti 1999, Güven ve Hayaloğlu 2001). Çizelge 2.1.'de bazı gamların ortalama bileşimi verilmiştir.

Genellikle herhangi bir tat ve kokuya sahip olmayan hidrokolloidler, önerilen oranlarda ve koşullarda kullanıldığında sağlık açısından herhangi bir zararlı etki göstermemektedir (Gönç ve Gahun 1980). Amerika Birleşik Devletleri'nde FDA (Food and Drug Administration) tarafından hidrokolloidler (gamlar), GRAS (Genel olarak güvenilir olduğu kabul edilen) listesinde bulunan gıda katkı maddeleri olarak sınıflandırılmıştır (Dziezak 1991). Ülkemizde de Türk Gıda Kodeksi'nde hidrokolloidler genellikle GRAS listesinde bulunmakta ve bu bileşiklerin GMP (üretimde istenilen özelliği sağlayabilen minimum miktar) değerlerinde kullanılabileceği belirtilmektedir (Çakmakçı ve Çelik 1995, Anonim 1997).

Yapılarında bulunan hidrofilik şeker grupları, negatif yüklü gruplar ve polielektrolitler nedeniyle hidrokolloidler, su, iyon grupları, protein ve yağ gibi diğer polimer bileşikler ile etkileşim içerisindedir. Hidrokolloidlerin tamamı su ile etkileşime girerek, suyun difüzyonunu azaltmakta ve konumunu stabilize etmektedir. Bu polimerler suyu bağlayarak, gıda sistemlerinin yapısal ve işleme özelliklerini etkilemekte, sineresisi engellemekte, dolayısıyla ekonomik yarar sağlamaktadır.

Çizelge 2.1. Bazı gam maddelerinin bileşenleri^a

Gam maddesi	Bileşenler (%)				
	Protein	Kül	Çözünür diyet lif	Diğer ^b	Sodyum (mg / 100g)
Agar	< 1	6.5	85.0	8.5	< 10
Akasya (Arabik)	2-3	3.8	85.0	9.3	35
Karragenan	< 1	35.0	60.0	5.0	3000
Guar	3-6	1.5	85.0	9.9	250
Keçiboynuzu	6.0	1.2	80.0	12.8	< 10
Tragacanth (Kitre)	2.5	3.0	80.0	14.5	10
Ksantan	0-2	10.0	85.0	5.0	5000

^a (Ward 1997)

^b Çoğunluğu nem

Hidrokolloidler su tutma yetenekleri sayesinde, bazı gıdalarda elastik yapı oluşturucu olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca buz kristallerinin oluşumunu kontrol altında tutarak, dondurulmuş gıdaların yapısal özelliklerini iyileştirmekte ve donma-çözünme stabilitesini artırmaktadır (Gönç ve Enfiyeci 1987, Anonymous 2002a).

Suyu bağlama kapasiteleri yüksek olan hidrokolloidler, gıdalarda özellikle kıvam artırıcı (viskozite artırıcı) olarak kullanılmaktadır. Viskozitenin artırılmasıyla gıda sistemlerinde, çökme, faz ayrılması, köpük yığılması ve kristalizasyon gibi istenmeyen oluşumlar kontrol altına alınmakta, böylece mevcut yapı korunmaktadır. Hidrokolloidlerin viskoziteyi artırıcı özelliği, kimyasal yapı, konsantrasyon, sıcaklık, akış hızı ve ortamda bulunan diğer bileşenler gibi faktörlerden etkilenir. Aynı sayıda şeker molekülü içeren hidrokolloidlerden, lineer zincir yapısına sahip olanlar, dallanmış zincir yapısında olanlara göre daha viskoz yapı geliştirirler. Hidrokolloidlerin bazıları (guar gam, keçiyoynuzu gamı gibi) nötral bir yapıya sahipken, bazılarının yapılarında (karboksimetil selüloz, karragenanlar gibi) karboksil veya sülfat grupları gibi negatif yüklü gruplar bulunmaktadır. Yapılarındaki yüklü gruplar nedeniyle, bu tür hidrokolloidler, gıda sistemlerinde, özellikle metal iyonları ve proteinler gibi yüklü bileşenler içeren sistemlerde, nötral hidrokolloidlerden daha farklı etkileşimler içine girmekte, böylece daha viskoz bir yapı oluşumu sağlamaktadır. Negatif yüklü hidrokolloidlerin, karşıt iyon yüklü ortamlarda da yapıları değişmektedir. Yüksek asitli ortamlarda bu tip bileşiklerin negatif yükleri kaybolmakta ve daha az uzayan bir molekül yapısı oluşmaktadır. Bu durumda hidrokolloidin sahip olduğu viskozite azalmaktadır. Ayrıca bazı hidrokolloidlerin, gıdalarda kombine halde kullanılması sinerjistik etki oluşturmaktadır. Dolayısıyla her hidrokolloidin gıdalarda viskoziteyi artırma derecesi, sahip olduğu kimyasal yapısına ve kullanıldığı ortama göre değişmektedir (Gencer 1989, Alexander 1999a, Anonymous 2002a).

Jelleştirici katkı maddeleri olarak, gıdalarda, özellikle yapısal özellikleri kontrol altında tutmak amacıyla yaygın olarak kullanılan hidrokolloidler, su içerisinde yavaş yavaş hidratlaşarak, başlangıçta kendine gerekli olan suyu tutmakta ve daha sonra, molekül içi ve moleküller arası boşluklarda üç boyutlu bir ağ oluşturarak, kalan suyun değişkenliğini stabil hale getirip, gıda maddesinin bünyesinde ağsı bir yapı

oluşturmaktadır. Hidrokolloidlerin tamamı jel oluşturamaz, fakat bazı hidrokolloidlerin karışım halinde kullanımıyla, tek başlarına jelleşme özelliği gösteremeyen hidrokolloidler de jelimsi yapı oluşturabilmektedir (Anonymous 2002a).

Hidrokolloidlerin işlevleri, sadece kıvam verme ve jelleşme sağlama ile sınırlı değildir. Çizelge 2.2' de hidrokolloidlerin bazı ürünlerde gerçekleştirdikleri işlevler görülmektedir.

Yüksek sıcaklıklarda ürüne pseudoplastik akış karakteri kazandırarak, karıştırma işleminin durma noktasını belirleyen bu bileşikler, takibinde soğuma ile ürüne kıvam vererek ürünün işlenebilirliğini kolaylaştırır. Hidrokolloidler, çok fazlı sistemlerin (film oluşturma gibi) oluşturulmasına ve bu sistemlerin stabilize edilmesine yardımcı olur. Oluşturulan biyopolimer filmler, gıda endüstrisinde paketlenme ve kaplama materyali, yine ilaç sanayinde kaplayıcı madde olarak yaygın kullanım alanlarına sahiptir (Zaleska vd 2000).

Viskoziteyi artırarak, emülsiyon stabilitesine yardımcı olan hidrokolloidlerin bazıları, yapılarında az miktarda bulunan protein parçaları sayesinde, aynı zamanda emülsifiye edici özellik de gösterir. Bu gamlar, yapılarındaki hidrofobik protein parçalarının, yağ fazı üzerinde ankraj oluşturabilme özellikleri sayesinde yüzey aktifliği göstermektedir (Garti ve Leser 2001). Gıda emülsiyonlarında stabilizatör olarak kullanılan gamlar, hava-su ve yağ-su emülsiyon sistemlerinde, moleküller arasındaki yüzeyler üzerinde yavaş hareketleriyle bazı yüzey ve ortak yüzey aktiviteleri sergiler. Bu aktiviteleri sayesinde yağ damlacıkları üzerinde çökelen veya tutunan hidrokolloid gamlar, emülsiyon yapısında topaklaşmaya karşı stabilize sağlamaktadır. Parça büyüklüğü ve sistem içindeki dağılımları, hidrokolloidlerin hidrasyon hızını ve emülsifikasyon yeteneğini etkileyen iki önemli unsurdur (Huang vd 2001). Ayrıca iyonik yapıları hidrokolloidlerle proteinler arasındaki elektrostatik etkileşim nedeniyle de hidrokolloidlerin emülsifikasyon özelliği artmaktadır. Spesifik protein/polisakkarit oranı, pH, iyon kuvveti, sıcaklık, karıştırma prosesi gibi bazı özel koşullar altında, proteinler ve hidrokolloidler kendi aralarında kompleks yapılar oluşturarak, emülsiyon

Çizelge 2.2. Hidrokolloidlerin işlevleri (Glicksman 1991, Anonymous 2002c)

Fonksiyonu	Uygulama alanları
Yapıştırıcı	Şekerli macun kaplamaları, krema kaplaması, baharatlı cipsler
Bağlayıcı ajan	Hayvan mamaları, sosisler, kozmetik ürünleri
Kütle verici madde	Diyet içecekler, sakızlar ve elastik şekerlemeler
Kristalleşmeyi önleyici	Dondurma, şeker şurupları, dondurulmuş gıdalar, şekerlemeler
Berraklaştırıcı ajan	Bira, şarap
Bulanıklaştırıcı ajan	Meyveli ve alkolsüz içecekler
Kaplayıcı ajan	Şekerli ürünler, cipsler,
Emülsifiye edici	Salata sosları, kek karışımları
Kapsülleyici ajan	Lezzet tabletleri, sprey kurutulmuş lezzetlendiriciler
Yağ taklit ve ikame edici	Fırın ürünleri, yağı azaltılmış süt ürünleri, salata sosları
Kayganlaştırıcı ajan	Şekillendirilmiş ürünler, kurabiyeler, kekler, tabletler
Yağ bariyeri	Kızartılmış gıdalar
Çözünür lif olarak	Kahvaltılık tahıl ürünleri, içecek karışımları, meyve suları
Film oluşturucu	Sosis bağırsakları, koruyucu kaplamalar
Plastikleştirici	Yenilir filmler
Floküleleştirici ajan	Şarap
Köpük stabilizatörü	Bira, çırpılmış kremler, bezeler
Jelleştirici ajan	Pudingler, tatlılar, şekerli gıdalar, jöleler
Şekil verici ajan	Damla sakızları, jelatin şekerler
Koruyucu kolloid	Lezzet emülsiyonları
Stabilizatör	Salata sosları, dondurma
Süspansiyon oluşturucu	Çikolatalı süt, şuruplar
Hacim verici ajan	Diyet gıdalar
Sineresisi engelleyici	Peynir, yoğurt, dondurulmuş gıdalar
Kıvam arttırıcı	Pasta dolguları, soslar, içecek karışımları, şuruplar ve kaplayıcı sıvılar
Köpürtme ajanı	Pasta süsleri, çırpılmış kremler, marshmallow
Protein uzatıcı	Düşük glutenli krakerler ve kurabiyeler

stabilitesi üzerinde tek başlarına göstermiş oldukları fonksiyonel özelliklerini geliştirmektedir (Singh vd 1997, Benichou vd 2002).

Bazı gıda sistemlerinde hidrokolloidler sisteme eklenerek, yapıdaki suyun difüzyon hızı düşürülmekte ve sistemde heterojen bir yapı sağlanmasıyla, kristalleşme ve yeni buz kristallerinin oluşumu gibi istenmeyen durumlar engellenebilmektedir (Sutton vd 1997, Ward 1997). Hidrokolloidler, nişasta bazlı gıdalarda, dondurma ve donmuş depolama esnasında, amiloz retrogradasyonu nedeniyle gelişen süngerimsi yapı oluşumunu engelleyerek, bu tür gıdaların yapılarının korunmasına yardımcı olmaktadır (Ferrero ve Zaritzky 2000). Hidrokolloidler, gıda sistemlerinde diğer gıda bileşenleriyle etkileşime girerek, yağların emülsiyon sistemlerde tutunmasını ve süt protein misellerinin stabilize edilmesini sağlar, ayrıca gluten gibi bazı proteinlerin mevcut özelliklerini etkiler (Anonymous 2002a).

Hidrokolloidler, proteinlerle etkileşime girerek, özellikle işlenmiş gıda ürünlerinin hazırlanmasını kolaylaştırır. Bu tip ürünlerde protein-polisakkarit etkileşimleri, ürünün tekstürel ve mekaniksel işlenebilirlik özellikleri üzerinde önemli rol oynamaktadır. Proteinlerin, çözünürlük, yüzey aktiflik, konformasyonel stabilite, jel oluşturma, emülsifiye etme gibi özellikleri, polisakkaritlerle birlikte gösterdikleri etkileşimler ile değişmektedir. Dolayısıyla yapı oluşumunda etkili olan elektrostatik kuvvetlerin değişmesiyle, ürünlerde tekstürel olarak istenilen özelliklerin sağlanması kolaylaşmaktadır (DeMars and Ziegler 2001, Ramirez vd 2002).

Son yıllarda, sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle hidrokolloidlerin fonksiyonları daha da genişletilmiş olup, bu konuyla ilgili araştırmaların sayısı artmıştır. Özellikle son yirmi yıldır yürütülen çalışmalar, hidrokolloidlerin çözünür lif olarak tüketildiğinde, kandaki kolesterol seviyesini düşürdüğünü ve hipoglisemik etki oluşturduğunu göstermiştir (Edwards vd 1987, Glicksman 1991). Bulunduğu bölgeye, miktarına ve bağırsaklarda emilme veya fermente olma derecesine bağlı olarak, hidrokolloidlerin vücuttaki fizyolojik etkileri değişkendir. Yapılan araştırmalarda hidrokolloid tüketiminin, dışkı ağırlığını artırdığı, kolon transport süresini ve mikroflara aktivitesini değiştirdiği, toksik maddelerin emilimi ve iştah üzerinde etkili olduğu,

ayrıca yağların, şekerlerin, minerallerin ve safra asitlerinin emilim mekanizmasını değiştirdiği bildirilmektedir. Herhangi bir hidrokolloidin belirtilen mekanizmalar üzerindeki etki derecesi, polimerin kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Edwards vd 1987, Saldamlı 1995, Alexander 1999a). Çözünür lif olarak tüketilen gımlar, şeker ve nişasta ile karşılaştırıldığında, ince bağırsaklarda sınırlı olarak sindirilip, emilmeleri nedeniyle, özellikle kilo problemi olan kişilere yönelik üretilen gıdaların hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. (Alexander 1999a, Belitz ve Grosch 1999, McKee ve Latner 2000).

Diğer taraftan, hidrokolloidler, az yağlı veya yağsız gıdalarda, tek başlarına veya genellikle diğer uygun gıda katkı maddeleriyle kombine halde, yağ taklit ve ikame edici bileşikler olarak da kullanılmaktadır. Yağ ikame sistemlerinde hidrokolloidler, kıvam artırma, jelleşme, film oluşturma ve stabilize etme gibi özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Ayrıca gıma maddelerinin, yağ taklit ve ikame sistemlerine eklenen matlaştırıcılar, kütle ajanları gibi diğer maddelerle uyumlu etkileşimleri de tercih nedenlerinden olmaktadır (Glicksman 1991, Mancini 1992, Duxbury 1993, Kuo 1994, Barbut ve Mittal 1996, Ward 1997, Ward 1998, Kaur vd 2000, Swenson vd 2000).

Hidrokolloidler, çeşitli gıdalara besin değerini zenginleştirici olarak doğrudan eklenmelerinin yanı sıra, bazı gıdalarda mevcut anti-kansorejen maddelerin (soya proteini konsantrelerinde genistein gibi) proses esnasında kayıplarını azaltarak, sağlık açısından olumlu etki sağlamaktadır (Pandjaitan vd 2000). Ayrıca son yıllarda akasya zamkı gibi bazı gıma maddelerinin, yapılarında yüksek oranda çözünür lif bulundurması, dolayısıyla üst sindirim yollarında fazla bir değişikliğe uğramadan bağırsaklara ulaşması nedeniyle, çeşitli gıdalara prebiotik olarak eklenmesi söz konusu olmaktadır (Michel vd 1998, Anonymous 2002b).

Hidrokolloidlerin gıda sistemlerinde çok düşük oranlarda kullanılarak (genellikle %2'den daha az) istenilen ürün özelliklerini sağlayabilmeleri, bu bileşiklerin ticari önemini de artırmıştır (Dziezak 1991). Teknolojik gelişmelerle birlikte, daha ekonomik ve daha fazla fonksiyonel özelliklere sahip hidrokolloidlerin üretimi de hız kazanmıştır. Farklı özelliklerde hidrokolloidlerin üretiminde özellikle kimyasal modifikasyon

uygulamalarından ve son yıllarda yürütülen genetik çalışmalardan geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Standart, kolay temin edilebilir ve sabit fiyatta ürün eldesi sağlamak bakımından bu çalışmaların önemi daha da artmaktadır. Diğer taraftan alternatif gam maddelerinin araştırılması ve özellikle de mikrobiyal kaynaklı biyosentetik gam maddelerinin üretimi ve kullanımlarının yaygınlaştırılması da gittikçe önem kazanmaktadır (Niederauer 1998, Alexander 1999a).

Gıda endüstrisinde, farklı gıda sistemlerinin fonksiyonel özelliklerini değiştirme amacıyla hidrokolloidler (polisakkaritler) yaygın olarak kullanılmaktadır. Geçmişte, mevcut uygulama için uygun polisakarit (gam) seçimi, neredeyse tamamen kullanacak kişinin kişisel deneyimine dayanmaktaydı. Günümüzde ise, hidrokolloidlerin kimyasal ve fonksiyonel özellikleri ile ilgili mevcut bilgilerin yardımıyla, endüstriyel uygulamalarda özgün ihtiyaçlara yönelik uygun biyopolimerler kolaylıkla seçilebilmektedir. Polisakkaritlerin fonksiyonel özellikleriyle ilgili çok sayıda bilgi kaynağı bulunmasına rağmen, gıda bilimcileri ve teknologları, yeni polisakarit kaynakları ve bunların fonksiyonel özellikleri konusunda, ayrıca mevcut kaynakların fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi ve sinerjistik etkileşimleri üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir (Torres vd 2000).

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi hidrokolloidler, gıdalarda çok çeşitli işlevleri gerçekleştirir. Suda çözünebilirlik özellikleri sayesinde hidrokolloidler gıdalara, tüketimleri esnasında ağızda dolgunluk hissi oluşturma özelliği vermekte ve gıdaların dökülebilirlik özelliklerini etkilemektedir. Bununla birlikte gıdalarda su tutunumuna yardımcı olan hidrokolloidler, ürüne elastikiyet kazandırmakta ve ürünün donma-çözünme stabilitesini artırmaktadır. Gıdalarda yapısal özellikleri geliştiren ve aroma maddelerini kapsülleyen hidrokolloidler, ürünlerin dayanma süresinin artırılmasına yardımcı olmaktadır. Kısacası hidrokolloidler, düşük oranlarda kullanılarak, ürünün besleyici değerini, tat ve aromasını, genel görünüşünü değiştirmeden, tekstürel ve stabilite özellikleri üzerinde etkili olan oldukça önemli katkı maddeleridir (Anonymous 2002c, Anonymous 2002d).

Görüldüğü gibi hidrokolloidler gıdalarda oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu noktada, üründe istenilen özelliklerin geliştirilmesi ve hatalı uygulamalardan kaçınılması için, hidrokolloidlerin gıdalarda kullanım amacının iyi tespit edilmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanılacak gam maddesinin sahip olduğu kriterlerin ve kullanılacağı gıda maddesinin bileşenlerinin dikkatle değerlendirilmesi de diğer önemli hususlardır. Bazı durumlarda mevcut üründe birden fazla polisakkarit kullanımı istenilen özellikleri sağlamasına rağmen, daha ekonomik ürün maliyeti için gam maddelerinin birim fiyatları da değerlendirme unsurları arasındadır. Bu durumda hassas ve doğru bir seçim yapabilmek için, gam maddesi üretimi yapan firmalarla gıda üreticileri arasında teknik anlamda bilgi alışverişinin sağlanması önemli kazanç sağlamaktadır (Torres vd 2000, Anonymous 2002c).

Gıdalarda kullanılacak gam maddesi seçilirken, gam maddesi ve kullanılacağı gıda ile ilgili bir çok faktörün değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu durumda, öncelikle gam maddesinin sahip olduğu kriterlerin, kullanılacağı üründe istenilen özellikleri karşılayıp karşılayamayacağı araştırılmalıdır. Bunun için gam maddesinin fiziksel özelliklerinin bilinmesi tek başına yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda gıdanın mevcut durumu, bileşenleri ve proses koşulları gibi unsurların da iyi tespit edilmesi gerekmektedir (Dziezak 1991).

Hidrokolloidlerin fonksiyonel özellikleri üzerinde etkili olan en önemli unsur yine kendi kimyasal yapılarıdır. Yani molekül bileşenleri (heksozlar, pentozlar ve uronik asitler), mevcut fonksiyonel gruplar (sülfat ve karboksil grupları gibi), dallanma durumu, polimerizasyon derecesi ve konformasyonu, hidrokolloidlerin gıdalarda sağlayacakları işlevler üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle herhangi bir uygulamada kullanılacak hidrokolloidlerin kimyasal yapılarının iyi şekilde değerlendirilmesi gerekir (Ward 1997). Mevcut uygulama için uygun gam seçiminde değerlendirilmesi gereken diğer unsurlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Gam maddesinin çözünürlüğü veya dağılıma eğilimi ile sıcaklık, pH ve akış gibi faktörlerin bu özellikler üzerindeki etkisi.

2. Mevcut viskozitesi ve bunun üzerinde sıcaklık, konsantrasyon, pH ve zaman gibi faktörlerin etkisi.
3. Viskoziteyi artırmanın yanı sıra jel oluşturma özelliğinin bulunup bulunmadığı.
4. Elektrokimyasal durumu; nitekim bu durum emülsifikasyon özelliği ve ürün stabilitesi üzerinde etkili olmaktadır.
5. Gam maddesinin kullanılacağı gıdadaki diğer bileşenlerle uyumluluğu; burada gam maddesinin özellikle protein ve yağlarla gösterdiği etkileşimler oldukça önemlidir.
6. Gam maddesinin pH, sıcaklık ve mekanik unsurlara karşı stabilitesini koruyup korumadığı; özellikle çok yüksek sıcaklıklarda ve düşük pH seviyelerinde gam maddelerinin çoğunun etkinliği azalmaktadır.
7. Gam maddesinin diğer hidrokolloidlerle birlikte sinerjist etki gösterip göstermediği; bazı gam maddeleri tek başlarına jel matrisi oluşturmazken, uygun gam maddeleriyle sinerjist etkileşim göstererek jel oluşumu sağlayabilir.
8. Üründe renk, koku ve tat üzerine etkisinin olup olmadığı; çok düşük konsantrasyonlarda kullanılmaları nedeniyle gamların bu kriterler üzerindeki etkisi yok denecek kadar azdır.
9. Gam maddesinin mikrobiyal dayanıklılığı; gam maddesinin mikrobiyolojik analizlerinin yapılmış olması bu bakımdan önemlidir.
10. Gam maddesinin yasal düzenlemelerdeki durumu; çoğu gam maddesi toksik etki göstermez, fakat ürünlerde bazı hileli durumların engellenmesi için gam maddelerinin kullanım oranlarına sınırlamalar getirilmiş olabilir. Bu nedenle gam maddesi kullanılırken, seçilen uygulama için yasal düzenlemelerde belirtilen koşullara mutlaka uyulmalıdır.
11. Gam maddesinin ekonomik uygunluğu; kitle zımkı gibi bazı gam maddelerinin sınırlı kaynaklardan elde ediliyor olması bu maddelerin maliyetini artırır. Bu durumda daha hesaplı alternatif bir gam maddesi seçilebileceği gibi, bazı durumlarda istenilen özelliğin sağlanabilmesi için birden fazla kombinasyonun kullanılması gerekebilir. Biyosentetik olarak üretilen ksantan gam, belli bir üretim kaynağından sağlandığı için birim fiyatı en az değişen gam maddeleri arasındadır. Bununla birlikte CMC kolay temin edilebilmesi bakımından oldukça hesaplı bir gam maddesidir. Birim fiyatı iklim koşullarından

etkilenmesine rağmen, guar gam da günümüzde yaygın olarak kullanılan ekonomik gamlardan biridir. Diğer taraftan mevcut kaynakların artırılmasıyla akasya gamın fiyatlarında da son yıllarda düşüş eğilimi görülmektedir (Dziezak 1991, Anonymous 2002e).

Glicksman (1991) hidrokolloidler, salgılar, ekstraktlar, unlar, biyosentetik, yarı sentetik ve sentetik olmak üzere altı ana grupta toplamaktadır. Bu gruplar içinde yer alan bazı hidrokolloidler Çizelge 2.3' de görülmektedir.

Egzotik adlarıyla bilinen, arabik (akasya) gam, gam gatti, karaya gam ve gam tragacanth (kitre zamkı) gibi hidrokolloidler, çeşitli türlerdeki ağaçların gövdelerinin ve dallarının zedelenmiş ya da bilinçli olarak çizilip, yarılmış kısımlarından çıkan doku sıvısından elde edilmektedir (Dziezak 1991).

Bitki salgılarından elde edilen gamların kimyasal yapıları incelendiğinde, bunların diğer hidrokolloidlerden daha düzensiz, kompleks yapıda polimerler olduğu görülmektedir. Bu biyopolimerler yapılarında farklı şeker grupları ve biyolojik önemleri çok fazla olan uronik asitleri (şeker asitleri) içermektedirler (Gökalp vd 1996). Uronik asitler hayvansal organizmalarda toksik maddelerin üre ile atılmasında görev alırlar (Sharp 1990). Ayrıca bu grupta yer alan arabik gamın yapısında az miktarda proteinimsi bileşikler de bulunmaktadır (Garti 1999).

Bitki salgıları grubunda yer alan kitre zamkı, Suriye, İran ve Türkiye' nin dağlık bölgelerinde yetişen, yarı çöl iklimine uyum sağlamış çeşitli *Astragalus* çalı türlerinden (*A. gummifer*, *A. adscendes* ve *A. microcephalus*) elde edilmektedir (Doğan vd 1985).

Kitre zamkı iki tipte polisakkarit karışımından oluşmaktadır. Molekülün %60-70' lik kısmını oluşturan bassorin fraksiyonu galakturonik asit, ksiloz, galaktoz ve fukoz bileşenlerini, molekülün geri kalan kısmını oluşturan tragacanthin fraksiyonu ise glukuronik asit ve arabinoz içermektedir. Suda çözünmeyen özellikteki bassorin fraksiyonu moleküle şişme yeteneği kazandırırken, tragacanthin fraksiyonu molekülün çözünürlüğünü belirlemektedir (Alexander 1999a, Cesar vd 2002).

Çizelge 2.3. Hidrokolloidler ve orjinlerine göre sınıflandırılması

Salgılar	Ekstraktlar	Unlar	Biyosentetik	Yarı Sentetik	Sentetik
<u>Bitki Salgıları</u> Arabik (akasya) Gatti Karaya Tragacanth(kitre)	<u>Yosun Ekstraktları</u> Agar Aljimatlar Karragenanlar Fulcelleran	<u>Tohumlar</u> Guar Keçiboynuzu Tara Tamarind Quince Psyllium Flax Mesquite (Prosopis gam)	Ksantan Jellan Curdlan Pultulan Scleroglukan Dekstran	Selüloz Türevleri Karboksimetil selüloz (CMC) Metilselüloz (MC) Hidroksipropilmetil Selüloz (HPMC) Hidroksietil selüloz (HEC)	Polivinilpirrolidon (PVP) Polietilenoksit Polimerleri (Polyox ^a) Akrilik asit polimerleri (Carbopol ^b)
<u>Gıda harici kullanılanlar</u> Gam Talha Sesbania gam Leucaena gam	<u>Bitki Ekstraktları</u> Pektin Hemiselülozlar <u>Tahıl Ekstraktları</u> β- Glukanlar Pentosanlar <u>Maya Ekstraktları</u> β- Glukanlar <u>Hayvansal Ekstraktlar</u> Jelatin Kitin	<u>Nişastalar</u> Mısır Buğday Pirinç Kök / Yumru Tapioka nişastası Patates nişastası Konjak mannan	<u>Nişasta Türevleri</u> Asitle inceltilmiş nişasta Çapraz bağlı nişasta Okside nişasta Prejelatinize nişasta Nişasta eterleri/ esterleri	<u>Nişasta Türevleri</u> Asitle inceltilmiş nişasta Çapraz bağlı nişasta Okside nişasta Prejelatinize nişasta Nişasta eterleri/ esterleri <u>Diğer</u> Propilen glikol alginat Düşük metoksilli pektin Hidroksipropil guar	Metilvinil eter / Anhidrat maleik (Gantrez AN ^c) Polivinilalkol (PVA) Polietilen glikol Polimerleri (Carbowax ^d)

^a Union Carbide Corp., New York, N. Y.

^b Goodrich Chemical Co., Cleveland, Ohi

^c GAF Corp., Wayne, N. J.

Kitre zamkı bitkisel salgılardan elde edilen hidrokolloidler içinde en yüksek viskoziteye sahiptir. İyi kalitede bir gamın %1' lik çözeltisinin viskozitesi yaklaşık 3600 cP civarında olup, yeterli düzeyde hidrasyonu sağlanmış %2-4' lük çözeltileri kıvamlı ezme yapısındadır. Çözeltide maksimum viskoziteye 24 saat sonunda ulaşılmakla birlikte, çözelti sıcaklığının 50°C civarında tutulmasıyla 2. saatin sonunda da maksimum viskoziteye ulaşabilmektedir. Kitre zamkı çözeltileri kısmen asidik karakterde olup, çözelti pH' sı 5-6 arasında değişmektedir. pH 4'ün altında ve pH 6' nın üzerindeki değerlerde molekülün stabilliği azalmakla birlikte bazı kaynaklarda molekülün pH 2 değerlerine kadar stabilliğini koruduğu bildirilmektedir. Isı stabilitesi de oldukça iyi olan kitre zamkı, aynı zamanda yapısında bulunan arabinogalaktan fraksiyonu ile emülsifikasyon yeteneği göstermektedir. Kitre zamkı salamura çeşnilerde ve ketçapta kıvam artırıcı stabilizatör, salata soslarında emülgatör, milkshake ve şuruplarda kıvam artırıcı, pulplu içeceklerde süspansiyon edici, dondurma ve peynirde yapı geliştirici stabilizatör olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Dziezak 1991, Anonymous 2002f).

Tohumlardan elde edilen hidrokolloidleri baklagiller (Leguminosae) familyası içinde yer alan bazı bitkilerden elde edilen polisakkaritler oluşturmaktadır. Genel olarak bu gruptaki gam maddeleri galaktomannanlar olarak adlandırılmaktadır. Galaktomannanların ana zincirini β -(1-4) bağlı D-mannan oluşturur. Ana zincirdeki belirli mannoz birimlerine α -(1-6) bağ yapan D-galaktoz birimleri bağlanmıştır. Elde edildikleri bitkisel materyallerin farklı olması nedeniyle, galaktomannanların kimyasal yapılarında bazı farklılıklar gözlenmektedir. Kimyasal yapıdaki farklılıklara göre, ana zincirdeki mannoz birimlerine bağlanmış olan galaktoz birimlerinin sayısı ve yerleşimi değişmektedir. Bu grupta yer alan, keçiboynuzu gamı (locust bean gum), tara gam, guar gam ve fenugreek (çemen otu.) gam maddelerinde galaktoz / mannoz oranları sırasıyla, 1:4, 1:3, 1:2 ve 1:1 olarak sıralanmaktadır (Garti ve Reichman 1993, Garti vd 1997, Azero ve Andrade 2002).

Galaktomannanların en önemli özellikleri, onların yüksek su bağlama kapasitesine sahip olmalarıdır. Bu özellikleri nedeniyle oldukça düşük konsantrasyonlarda bile viskoz çözeltiler oluşturabilmektedirler. Yan zincir yapılarında

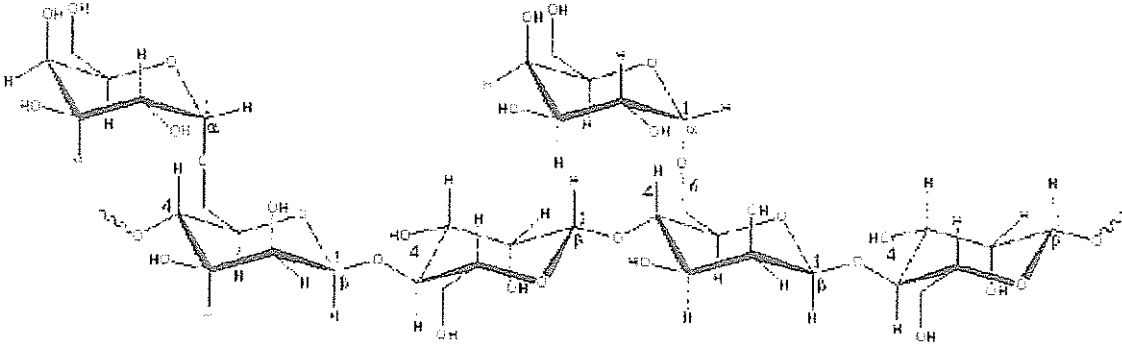
bulunan galaktoz birimleri, sulu çözeltilerde, ana zinciri oluşturan mannan zincirini uzatarak, mannoz birimlerinin hidrojen bağları oluşturmasını engeller. Çünkü lineer polimannan suda çözünme özelliğine sahip değildir. Bu nedenle mannoz/galaktoz oranı arttıkça gam maddesinin suda çözünürlüğü azalır. Guar gam, yüksek galaktoz bileşimi sayesinde soğuk suda şişme ve çözünme özellikleri gösterirken, keçiboynuzu gamının suda çözünebilmesi için çözeltinin ısıtılması gerekmektedir. Tara gam, bünyesindeki galaktoz bileşimine bağlı olarak soğuk suda orta derecede çözünürlüğe sahiptir. Fenugreek gam ise yapısında diğer galaktomannanlardan daha çok sayıda galaktoz birimi bulundurduğundan, soğuk suda çözünürlüğü en yüksek olan galaktomannandır. Diğer hidrokolloidler gibi, galaktomannanlarda organik çözücülerde çözünmezler. Bu nedenle sulu çözeltilerine, etil alkol gibi su ile karışım oluşturabilen çözücüler eklendiğinde çökme söz konusu olmaktadır. Galaktomannanlar viskoz yapı oluşturuca olarak, oldukça önemli hidrokolloidlerdir. Newtonumsu olmayan karaktere sahip çözeltilerinde, bir eksen üzerinde kayma hızı arttıkça, viskozite azalmaktadır. Galaktomannan çözeltilerinde pH 3-7 aralığında viskozitede değişim söz konusu olmazken, bazı elektrolitlerin eklenmesiyle çözelti viskozitesinde kısmen azalma görülmektedir. Galaktomannanlar gıdalarda genellikle kıvam artırıcı, stabilize edici ve diğer gam maddelerinin özelliklerini geliştirici olarak kullanılmaktadır (Elfak vd 1977, Fernandes vd 1991, Garti vd 1997).

Guar zambkı, Hindistan ve Pakistan' nın kurak iklimlerine uyum sağlamış, tek yıllık *Cyamopsis tetragonolobus* adlı guar bitkisinin öğütölmüş endosperminden elde edilmektedir. Guar bitkisi Hindistan ve Pakistan' nın yanı sıra, kısıtlı olarak, Amerika' da Texas ve Arkansas bölgelerinde de kültüre alınarak yetiştirilmektedir. Guar gamın üretim prosesinde ilk olarak çekirdeklerin dış zarfının (kabuk) ayrılması için toplanan ürün ıslatılır. Bu işlemi takiben çekirdekler çok basamaklı öğütme ve eleme işlemlerinden geçirilir. Çekirdeklerin farklı derecelerde öğütme işlemleri sonucu ayrılan endospermin yaklaşık % 80' nini gam maddesi oluşturur. Ayrılan gam maddesi daha sonra kurutulur, toz haline getirilir ve guar gam olarak satışa sunulur. İyi derecede rafine edilmiş guar gam gıda sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Daha düşük kalitedeki ürünler ise tekstil, kağıt, petrol ve madencilik gibi diğer endüstrilerde kullanım alanlarına sahiptir (Dziezak 1991, Alexander 1999a, Azero ve Andrade 2002).

Guar gam kimyasal olarak, lineer β -1,4-D-mannopiranozil ana zincirinden oluşmaktadır. Düz ana zincire yan zincirlerde α -1,6-D-galaktopiranozil birimleri bağlanmıştır. Galaktomannanın yapısında yaklaşık her iki mannoz birimine bir adet galaktoz birimi bağlanmış durumdadır. Guar gamın molekül yapısı Şekil 2.1' de görülmektedir. Keçiyoynuzu gamı ile karşılaştırıldığında, yapısında daha fazla miktarda galaktoz birimi bulundurduğundan, guar gam, soğuk suda tamamen çözünmektedir (Krishnaiah vd 1998, Kök vd 1999, Simonet vd 2000).

Jelleşme özelliği bulunmayan bu gam maddesi gıdalarda özellikle viskoz yapı oluşturucu (kıvam artırıcı), stabilizatör ve su bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Ksantan gamla birlikte kullanıldığında sinerjist etki gösterir ve çözeltinin viskozitesini artırır. Diğer taraftan, jel oluşturabilme özellikleri bulunan agar ve kappa-karragenanla birlikte kullanıldığında jel matrisinin özelliklerini iyileştirir ve jel kuvvetini artırır (Schorsch vd 1997, Pai ve Khan 2002).

Guar çözeltilerinin viskozitesi, sıcaklık, pH, zaman, konsantrasyon, karıştırma derecesi ve guar gamının partikül büyüklüğü gibi faktörlere bağlı olup pseudoplastik karakterdedir. Guar gamın protein bileşimi % 3-6 arasındadır. Uygulanan işleme prosesine göre, % 1' lik guar gam çözeltilerinin viskozitesi 1.000 cP ile 3.500 cP aralığında değişmektedir. Guar gam, iyonik olmayan yapısından dolayı pH 4-10 aralığında stabilitesini koruyabilmektedir (Dziezak 1991, Ward 1997).



Şekil 2.1 Guar gamın molekül yapısı

Wang vd (2000) yaptıkları bir çalışmada, seyreltik guar gam çözeltilerinin, 25, 37 ve 50°C' lerde, asidik koşullardaki stabilitesini incelemişlerdir. Bu çalışmada guar gamın, asitli ortamlarda düşünüldüğünden daha stabil bir karakterde olduğu görülmüştür. Yapılan analizler, guar gamın, 50°C' den düşük sıcaklıklarda ve pH>2.0 seviyelerinde, yapısını hemen hemen koruduğunu göstermiştir. Buna karşılık yüksek sıcaklıklarda ve daha düşük pH değerlerinde guar gam çözeltilerinin stabilitesinin azaldığı gözlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, gıda sanayinde geniş bir uygulama alanına sahip guar gamın, pH değerleri 4.5' tan daha düşük olan, yoğurt ve diğer fermente süt ürünleri ve salata sosları gibi ürünlerde de kullanılabilceği görülmüştür. Aynı araştırmacılar, guar gamın çeşitli tuzlar ve diğer gam maddeleriyle uyumluluğunun, bu hidrokolloidin kullanımı için iyi bir avantaj olduğunu belirtmişlerdir.

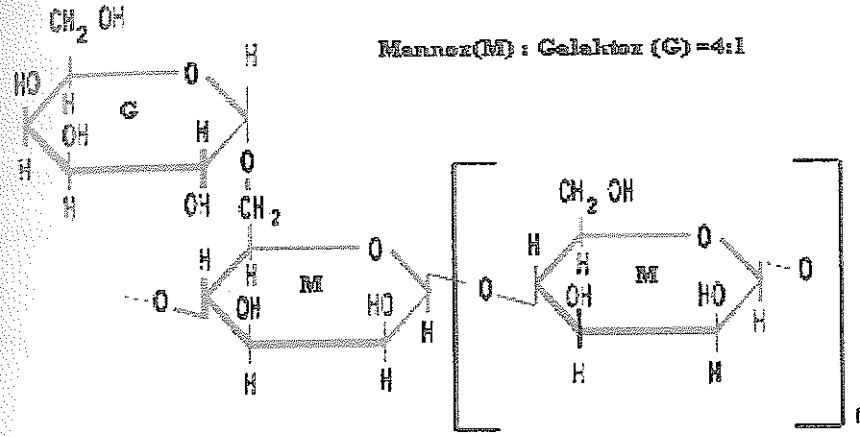
Guar gam gıda sanayinde, konserve gıdalarda, tatlılarda, dondurmalarda, peynirlerde, kremalı ürünlerde, soslarda, hazır çorbalarda, ekmek ve diğer fırın ürünlerinde, hazır makarnalarda (erişte), dondurulmuş gıdalarda, lezzet tabletlerinde, işlenmiş et ürünlerinde, şerbet ve benzeri içecek ürünlerinde ve hayvan mamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde özellikle kıvam artırıcı olarak kullanılan gam maddesinin fiyatı da diğer gam maddeleriyle karşılaştırıldığında oldukça ekonomiktir. Guar gam, ağızda eridiğinde, hafif yapışkanlık hissi verdiği için, özellikle kremli yapı istenen ürünlerde bu amaçla düşük oranlarda kullanılmaktadır. Fırın ürünlerinde, özellikle ekmek yapımında, guar gam, hamur elastikiyetini artırarak, hamurun işlenebilme özelliğini geliştirmekte, karıştırma süresini azaltmakta, ayrıca dilimlenme özelliğini iyileştirmekte ve ekmek somunu hacmini artırmaktadır. (Dziezak 1991, Kaur vd 2000).

Nötral polisakkarit olan keçiboynuzu gamı, özellikle Akdeniz Ülkelerinde yaygın olarak yetişen *Ceratonia siliqua* adlı ağaçların çekirdeklerinin endospermünde bulunmaktadır. Keçiboynuzu ağacının anavatanı olarak Güney Anadolu, Suriye ve Libya gösterilmektedir. Bu ülkelerde çok geniş olarak yabancı formlarına, makiliklerine rastlanmaktadır. Günümüzde sıcak iklime sahip, Kıbrıs, Güney Yunanistan, Girit, Güney İtalya (Sicilya, Sardunya), Portekiz, Cezayir, Tunus ve İsrail' de geniş ölçüde tarımı yapılmaktadır. Sonbaharda toplanan ağacın meyveleri, 10-20 cm uzunluğunda

olup, çekirdekler (tohum) çikolata rengindeki bu meyvelerin içinde bulunmaktadır. Meyve içi (Çekirdek) bileşiminde, % 30-33 oranında dış kabuk, % 23-25 oranında germ ve % 42-46 oranında endosperm bulunmaktadır. Ticari olarak, öğütülmüş endosperm olan keçiboynuzu gamının üretim prosesinin ilk basamağında, çekirdekler tavlanır ve bu işlemi takiben metal silindirler yardımıyla kabukları soyulur. Kabukları soyulmuş olan çekirdekler daha sonra aşamalı olarak öğütülür. Böylece çekirdeklerden endosperm ayrılır. Ayrılmış olan endosperm tekrar öğütülür, sınıflandırılır ve istenilen boyuta göre gruplandırılarak gam maddesi elde edilmiş olur (Dziezak 1991, Lundin ve Hermansson 1997, Kök vd 1999).

Kimyasal olarak ana zincir yapısını, lineer, β - (1-4) bağlı D-mannopiranozil birimleri oluşturur. Yan zincirlerde α - (1-6) bağ yapan D-galaktopiranozil birimleri bulunmaktadır. Yapıda her 3-5 mannoz birimi için bir galaktoz birimi bulunur. Keçiboynuzu gamının molekül yapısı Şekil 2.2' de görülmektedir. Soğuk suda kısmen çözünen gam maddesi, çözeltisi 80°C' ye kadar ısıtılınca tamamen çözünebilmektedir. Gam çözeltisinde, maksimum vizkoziteye 95°C'ye kadar ısıtılıp soğuma gerçekleştiğinde ulaşılmaktadır. Fakat günümüzde soğuk çözeltelerde de şişme yeteneğine sahip modifiye keçiboynuzu gamı, özellikle süt endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Molekül ağırlığı 300-360.000 Da arasında değişen gam maddesinin, %1' lik çözeltisinde viskozite 3000-3500 cP arasında değişmektedir (Alexander 1999a, Aydın ve Tutaş, 2000, Chen vd 2001).

İyonik olmayan yapısından dolayı keçiboynuzu gamı geniş bir pH (3,5- 11,0) aralığında stabilitesini koruyabilmektedir. Ayrıca bu yapısından dolayı bir çok gam maddesiyle kombine olarak kullanılmakta ve diğer gam maddeleri üzerinde sinerjist etki oluşturmaktadır. Keçiboynuzu gamı tek başına jel oluşturma özelliğine sahip değildir ancak, ksantan gamla birlikte kullanıldığında, yumuşak, bükülebilir jel matrisi oluşturabilmektedir. Bu özelliği ile özellikle düşük yağlı pudinglerde, pasta dolgularında ve kremalarında ve diğer jelimsi yapıdaki gıdalarda kullanımı tercih edilmektedir Yapısında guar gamdan daha az sayıda galaktoz birimi bulundurduğundan, ksantan gamla birlikte gösterdiği sinerjist etki daha güçlüdür (Schorsch vd 1997, Ward 1997).



Şekil 2.2. Keçiyoynuzu gamının molekül yapısı

Ramírez vd (2002) yaptıkları bir çalışmada, sırasıyla % 0.25 / 0.75 oranlarında karışımı hazırlanarak kullanılan ksantan / keçiyoynuzu gam kompleksinin surimi jelinin mekanik özelliklerini geliştirdiğini ve jelin işlenebilirliğini artırdığını bildirmişlerdir. Keçiyoynuzu gamı, kappa-karagenanla birlikte kullanıldığında oluşan jel matrisinin dayanıklılığını artırır, yapıyı düzeltir ve sineresisi azaltır. Kapa-karragenanla birlikte oluşturulan kuvvetli, sert yapılı jel matrisi ısı dönüşümlü karakterdedir.

Gam maddesi, özellikle kıvam artırıcı, emülsiyon stabilitesini sağlayıcı ve sineresisi engelleyici fonksiyonlarından dolayı gıda sanayiinde; konserve gıdalarda, soslarda, tatlılarda, içeceklerde, peynirlerde, dondurmalarda ve işlenmiş et ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Keçiyoynuzu gamı, peynirlerde koagülasyonu hızlandırmakta ve katı ürün miktarını yaklaşık % 10 oranında artırmaktadır. Dondurmada ise gam maddesinin temel fonksiyonu, su bağlama ve yapıyı stabilize etmektir. Böylelikle dondurmanın ısı şoklarına dayanıklılığı artmakta ve düzenli, yavaş erime özelliği sağlanabilmektedir. İşlenmiş et ürünlerinde; çeşitli sucuklarda ve soslerde, keçiyoynuzu gamı kullanımı ekstrüzyonu kolaylaştırmakta ve istenilen kalitede dolum yapılmasına yardımcı olmaktadır (Dziezak 1991).

Mikrobiyal kaynaklı hücre dışı salgı olan ksantan gam, lahana ve benzeri bitkilerden izole edilen, *Xanthomonas campestris* organizmasının, karbonhidrat içeren ortamda kültüre alınarak, aerobik fermantasyonla ürettiği heteropolisakkarittir.

Bakterinin kültüre alındığı ortamda, mineral tuzların yanı sıra, karbon kaynağı olarak %1-5 oranında D-glukoz, azot kaynağı olarak hidrolize kazein veya soya proteini kullanılmakta ve fermantasyon reaksiyonları 28°C' de 96 saat inkübasyon sonunda tamamlanmaktadır. Fermantasyon sonunda elde edilen liköre, %2' lik KCl içinde, %50' lik metanol veya izopropanol kullanılarak çöktürme işlemi uygulanmakta, elde edilen çökelti iyice yıkandıktan sonra kurutulup, öğütülmektedir (Marrs 1996, Katzbauera 1998, Saldamlı 1998, Alexander 1999b, Casasa vd 2000, Ramírez vd 2002).

Yapılan araştırmalar, daha düşük sıcaklıkta (25°C) fermantasyon uygulamasının ksantan gamın molekül ağırlığını artırdığını, ayrıca bakterinin kültüre alındığı ortama pirüvik asit ve süksinik asit gibi organik asitlerin ilavesinin, gam üretimini hızlandırdığını göstermiştir (Alexander 1999b).

Galindo ve Albitzer (1996) ise fermentasyon sıvısını çöktürme aşamasında, elektrolit (KCl) konsantrasyonunun %2' den %3'e artırılması, alkol oranının 2:1 (v/v (fermantasyon sıvısı)) seviyesinde tutulması ve fermantasyon sıvısına ısıl işlem uygulanmasıyla çöktürme işleminden elde edilen ürün miktarının arttığını rapor etmişlerdir. Ksantan gamın üretimiyle ilgili olarak, fermantasyon aşamasında sıcaklık, besi yeri, zaman, çöktürme koşulları ve karıştırma gibi değişik parametrelerin incelendiği, fermantasyon kinetiğinin değerlendirildiği ve farklı işleme koşullarıyla elde edilen ürünün kimyasal yapısının ve reolojik özelliklerinin incelendiği bir çok araştırma yapılmıştır (Kennedy vd 1982, Pinches ve Pallent 1986, Peters vd 1989, Shu ve Yang 1990, 1991, García-Ochoa vd 1992, 1993, 1995, 1996, Casas vd 2000). Ayrıca Yoo ve Harcum (1999) yaptıkları bir araştırmada, atık şeker pancarı pulpu ilavesi yapılmış kültür ortamının, gıda harici ürünlerde kullanılan ksantan gam üretiminde kullanılabileceğini bildirmektedir.

Anyonik polimer olan ksantan gamın, dallanmış molekül yapısında ana zincir, selülozun yapısında olduğu gibi β -1,4-D-glukoz birimlerinden oluşmuştur. Ana zincirdeki β -D-glukopiranozil birimlerine birer atlayarak O-3 pozisyonundan trisakkarit birimleri bağlanmıştır. Bu trisakkarit birimlerinde, iki mannoz birimi birbirinden

molekülün ana zinciriyle yan zincirler arasındaki etkileşimin, akış esnasında zayıflamasından kaynaklanmaktadır (Dziezak 1991, Anonymous 2002b).

Marcotte vd (2001) yaptıkları bir çalışmada, bazı hidrokolloidlerin (karragenan, ksantan, nişasta, pektin ve jelatin) konsantrasyona ve sıcaklığa bağlı reolojik özelliklerini incelemişler ve ksantan gamın test edilen gam maddeleri içinde en fazla pseudoplastik özellik gösteren ve viskozitesi sıcaklıkla en az değişen gam maddesi olduğunu belirtmişlerdir.

Ksantan gam soğuk veya sıcak suda tamamen çözünmekte ve düşük konsantrasyonlarda yüksek viskozite sağlamaktadır. Çözelti viskozitesi 0-100°C ve pH 1-13 arasında stabildir. Potasyum, kalsiyum ve sodyum tuzlarıyla uyum sağlayan ksantan gam çözeltilerinin, donma çözünme stabilitesi de oldukça iyidir. %1' lik çözeltilerinin viskozitesi kesme hızına bağlı olarak, 1000-4300 cP arasında değişmektedir (Alexander 1999b).

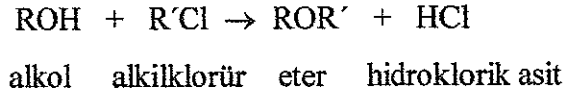
Ksantan gam galaktomannanlar ve diğer glukomannanlarla birlikte sinerjist interaksiyonlar gösterir. Tek başına jelleşme özelliği gösteremeyen ksantan gam, keçiyoynuzu gamıyla birlikte kullanıldığında, elastik yapıda, ısı dönüşümlü jel matrisi oluşturur. Jel oluşumu konjak glukomannanla birlikte kullanımında da gözlenmektedir. Diğer taraftan guar gam ile karıştırıldığında ise çözelti viskozitesinde artış söz konusu olmaktadır. Galaktomannanlarla jel oluşumu sağlama veya viskozite artırma özelliği, galaktomannanın mannoz/galaktoz oranıyla ilişki içinde olup, galaktoz bileşimi azaldıkça jel oluşturma eğilimi artar (Shatwell ve Sutherland 1991, Tako 1992, Ramirez vd 2002).

Günümüzde bir çok endüstri alanında yaygın olarak kullanılan, çok çeşitli ve çok fonksiyonel doğal hidrokolloid mevcuttur. Ancak doğal hidrokolloidler için, istenildiği anda temin edilebilme ve fiyat durumu bazı problemleri beraberinde getirmektedir. Bu amaçla polimer endüstrisi son elli yıldır doğal hidrokolloidlerin modifikasyonu, özgün karakterde, kullanışlı, kolay temin edilebilir ve düşük maliyetli sentetik hidrokolloidlerin üretimi üzerinde çalışmaktadır (Alexander 1999b).

Daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi, örneğin asite karşı stabiliteyi artırmak amacıyla üretilen propilen glikol aljinat ve soğuk suda çözünürlüğü ve viskoziteyi artırmak amacıyla üretilen hidrokispropil guar türevleri kimyasal modifikasyonla elde edilen hidrokolloidlerdendir. Fakat selülozun kimyasal modifikasyonu ile elde edilen selüloz eterleri bu grup içinde oldukça önemli bir yere sahiptir (Anonymous 2002g).

Selüloz kimyasal olarak, D-glukopiranoz birimlerinin β -1,4 glikozidik bağlanmaları ile oluşan, düz zincir yapısında bir homopolisakkarittir. Yapısal bir polisakkarit olan selüloz, doğada bitkilerin hücre duvarında bulunur ve organizmanın temel sert yapısını oluşturur (Gökalp vd 1996).

Yapısındaki hidroksil grupları sayesinde selüloz, eterifikasyon ve esterifikasyon ile uygun türevlerine dönüştürülebilmektedir (Anonymous 2002f). Eterifikasyon esnasında gerçekleşen reaksiyon aşağıdaki gibi gösterilebilir:



burada R organik radikal grup olup, metil (CH_3 -), etil (C_2H_5 -) veya daha kompleks yapıdan oluşmaktadır. ROH ise anhidroglukoz birimlerinde bulunan üç hidroksil (OH) grubundan birini göstermektedir. Selülozun eterleştirilmesi işleminde, bazı hidroksil grupları, eterifiye edici ayıraçlarla (karboksil grupları) yer değiştirir. Her anhidroglukoz biriminde yer değiştiren hidroksil gruplarının ortalama sayısı yer değiştirme derecesi (DS) olarak adlandırılır. Anhidroglukoz biriminde üç OH grubu bulunduğu için maksimum yer değiştirme derecesi de üçtür (Feller ve Wilt 1990, Anonymous 2002c).

Selüloz, selüloz eterlerine dönüştürülürken değişik proses varyasyonları uygulanabilir. Genel olarak izlenen bir prosesde, odunumsu yapılar, pamuk ve ilgili materyallerden elde edilen saf selüloz öncelikle NaOH ile muamele edilerek alkali selüloza dönüştürülür ve daha sonra metil klorit gibi eterifiye edici uygun ayıraçlarla tepkimeye sokularak, türevlerine dönüştürülür (Saldamlı 1995). Selüloz eterlerinin yapısı ve içerdiği eter gruplarının sayısı, bu türevlerin çözünürlük, jelleşme ve kıvam

artırıcı özelliklerini etkilemektedir (Dziezak 1991). Yer değiştirme derecesinin artmasıyla, bu polimerler öncelikle sulu alkalilerde çözünür forma (DS 1.0' e kadar olanlar), takibinde suda çözünme aşamasına (DS 1.0-2.3) ve son olarak organik çözücülerde çözünür forma (DS 2.3-3.0) geçerler. Suda çözünür selüloz türevlerinin çözünürlüğü, sıcaklıkla ters orantılı olarak değişmektedir. Yani oda sıcaklığında ve altındaki derecelerde suda çözünebilen bu maddeler, yüksek sıcaklıklarda suda çözünemez. Bu durum, eterler ile su arasındaki birleşim gücünün, yüksek sıcaklıklarda eterik polimerin çözücüden ayrılmaya başlaması sonucunda zayıflaması ile ilgilidir.

Selüloz eterlerinin çözelti viskozitesi de yine aynı nedenden dolayı sıcaklık arttıkça azalmaktadır. Fakat suya eğilimleri farklı olan bu türevler çözeltilerinde farklı tutumlar göstermektedir. Örneğin, 55°C civarında metilselüloz (DS 1.8) jelleşip çözelti viskozitesinde ani bir artışa neden olurken, aynı sıcaklıkta hidroksipropilselüloz (HPC) çözelti içinde çöker. Bu durum da metilselülozun (MC) birim ağırlıkta daha fazla oksijen bileşimine sahip olmasıyla açıklanmaktadır. Bu nedenle MC suyu jel içinde muhafaza edebilirken, daha fazla hidrofobik karakterdeki HPC ise çözelti içinde çökelek oluşturmaktadır. Diğer taraftan türevlerin çözeltilerine az miktarda karboksilli gruplar gibi iyonik grupların eklenmesi viskozitede artışa neden olmaktadır. Selüloz türevlerinin çözeltilerinde, molekül ağırlığı arttıkça, Newtonumsu olmayan akış eğilimi artmaktadır. Yani çözeltilerin görünür viskozitesi uygulanan kayma kuvvetine göre değişim göstermektedir. (Anonymous 2002c, Feller ve Wilt 1990).

Selüloz türevlerinin çözeltilerinin çoğu pseudoplastik karakterdedir. Pseudoplastik çözeltilerde kayma hızı arttıkça viskozite azalmaktadır. Bununla birlikte bazı çözeltiler, belirli bir viskoziteye sahip olan çözeltinin, uygulanan kayma kuvveti kaldırıldığında tekrar eski viskoz yapısını kazanabilme özelliği olan, thixotropic özellik gösterir. Thixotropy özellikle boya üretiminde aranan bir özelliktir (Anonymous 2002e).

Selüloz türevleri, gıda, kozmetik, tekstil, deterjan, boya, plastik ve kağıt gibi bir çok endüstri alanında oldukça yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Gıda sanayinde kullanılan selüloz türevleri, karboksimetilselüloz (CMC), metilselüloz (MC) ve hidroksipropil-metilselüloz olarak sıralanabilir. Bunların yanı sıra selülozun kontrollü

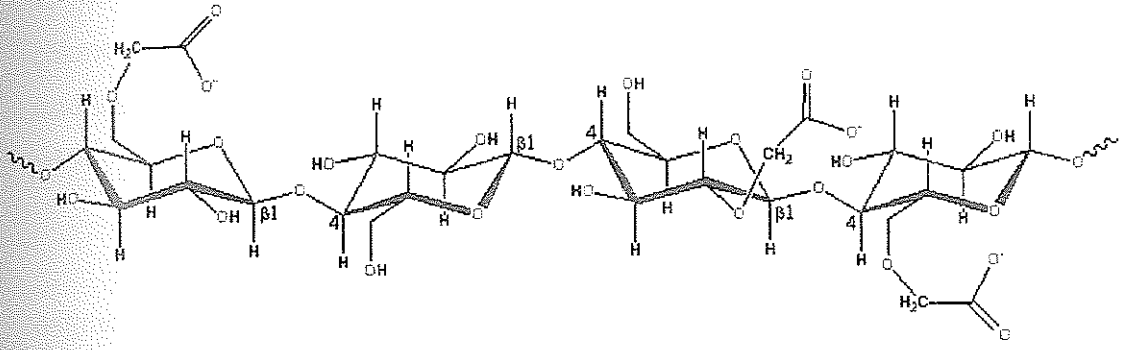
hidrolizi ile elde edilen mikrokristalselüloz (MCC) da gıda sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Suda çözünen bir polimer olan CMC, ilk olarak 1947 senesinde, alkali selülozun sodyum monokloroasetat ile reaksiyona sokulmasıyla elde edilmiştir. CMC ticari olarak sodyum tuzu formunda satıldığı için, sodyum karboksimetilselüloz (NaCMC) olarak da bilinmektedir. Ticari olarak, farklı parça büyüklüğünde, değişik yer değiştirme derecelerinde, farklı viskozite ve hidrasyon karakterlerinde üretimi mevcuttur. Gıdalarda kullanılan CMC % 99' luk saflık derecesine sahip olup, yer değiştirme derecesi DS 0.7-1.5 arasında değişmektedir. Teknik uygulamalarda kullanılan CMC ise, % 55-65 oranında aktif materyale sahiptir. Saflaştırma işlemi, polimerin, kontaminasyon unsuru tuzlardan alkol-su karışımı ile yıkanarak arındırılması şeklinde gerçekleştirilmektedir (Feller ve Wilt 1990).

Doğal selülozdan daha kısa yapılı CMC molekülleri, düşük konsantrasyonlu çözeltilerinde çubuk şeklinde uzanırken, konsantrasyon arttıkça moleküller birbiri üzerine halka şeklinde katlanır ve yüksek konsantrasyonlarda birbirine iyice dolaşan moleküller ısı dönüşümlü jel matrisi oluşturur. CMC'nin molekül yapısı Şekil 2.4' de görülmektedir (Anonymous 2002d).

Sıcak ve soğuk suda çözünebilen CMC, organik çözücülerde çözünmez. Ancak sulu sistemlerde CMC' nin dağılımı bazen problemlili olabilmektedir. Dağılıma probleminin çözümü için, Alexander (1999b) aşağıdaki uygulamaları önermektedir:

- 1- CMC çözeltisi hazırlanırken, vortex gibi karıştırıcılar kullanılabilir veya CMC üzerine püskürtmeli bir sistemle su ilave edilebilir.
- 2- CMC partikülleri önce az miktarda etanol veya gliserol ile ıslatılır. Daha sonra ıslatılmış partiküllerin üzerine su ilavesi yapılır.
- 3- CMC, çözeltiye girecek diğer kuru maddelerle önceden karıştırılır. Daha sonra bu karışıma su eklenir.



Şekil 2.4. CMC' nin yapısını oluşturan β -(1 \rightarrow 4)-D-glukopiranoz birimleri

DS 1.0-1.5 arasındaki CMC' nin çözeltileri pseudoplastik karakterdedir. Fakat düşük DS değerlerinde ve molekül ağırlığı artıka çözeltilerin thixotropic özelliği artar (Anonymous 2002h). Çözelti viskozitesi pH 4.0-10.0 arasında stabil olup, sıcaklık artıka azalmaktadır (Dziezak 1991). CMC çözeltilerine eklenen tuzların da viskozite üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir. Polimerden önce suda çözüldürülen tuzlar, polimerin kristal bölgelerinde parçalanmalara neden olmakta, dolayısıyla çözelti viskozitesi azalmaktadır. Fakat burada polimerin ve tuzun konsantrasyonları önemlidir. Birçok hidrokolloidle uyumluluk sergileyen, CMC, ksantan ve guar gam ile birlikte sinerjist etki oluşturmaktadır (Anonymous, 2002g). İki değerlikli kasyonların varlığı, karboksimetil selülozu çöktürürken, üç değerlikli kasyonların (Al^{+3} gibi) varlığında polimer jel oluşturmaktadır (Saldamlı 1998).

Karboksimetilselüloz, yapı kimyasalları, seramik, ilaç ve kozmetik, plastik ve gıda gibi birçok endüstri dalında yaygın kullanım alanına sahiptir. Endüstriyel uygulamalarda, CMC, kaplayıcı, bağlayıcı, süspanse ve stabilize edici, kıvamlaştırıcı ve film oluşturucu gibi işlevleri gerçekleştirmektedir.

Gıda sanayinde CMC, kıvam artırıcı, bağlayıcı, süspanse ve stabilize edici jel ve film oluşturucu olarak, salata soslarında, dondurmalarda, fırın ürünlerinde, pasta dolgularında ve pudinglerde kullanılmaktadır (Sidhu ve Bawa 2000). Düşük kalorili üretilen gıdalarda kütle ajanı olarak kullanılan CMC, nişasta bazlı pasta dolgularında suyu bağlayarak sineresisi azaltmaktadır. Ayrıca protein içeren ürünlerde (soya proteini

ve kazeinat içeren ürünler), proteinlerin izoelektrik noktalarına yakın pH değerlerinde çökmesini engellemektedir (Dziezak 1991). CMC bazı et ürünlerinde yağ ikame edici maddelerle birlikte kullanılarak ürünlerin yapısal özelliklerini geliştirmektedir (Ordenez vd 2001).

Ketçap, soğuk veya sıcak işleme ile ekstrakte edilmiş domates suyu ya da doğrudan domates püresi kullanılarak hazırlanan, baharatlı, heterojen yapıda bir üründür. Anonim (1987)' de ketçap, olgun ve kırmızı renkli domates veya domates mamüllerine (domates suyu, domates konservesi, domates püresi veya domates salçası) gerekli teknolojik işlemler uygulanarak ve içersine Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde izin verilen katkı maddeleri ile sağlığa zararlı olmayan aroma veren tabii maddeler katılarak usulüne uygun olarak hazırlanmış bir mamüldür, şeklinde tanımlanmıştır. 14 Şubat 1986' da *Codex Alimentarius'* da, ketçap, doğrudan domates veya domates püresi kullanılarak, ekşi ve tatlı tatlarda hazırlanan soğuk çeşni şeklinde tanımlanmış ve bu ürünün sahip olması gereken nitelikler, tipik domates tadında olmak, ağırlıkça en az %7 oranında domates kütisi içermek, tuz, sirke, şeker, baharatlar, soğan, sarımsak veya her ikisi şeklinde standard ingrediyenlerden hazırlanmış olmak şeklinde ifade edilmiştir. Bu tanımlamada ayrıca ketçaba çeşni soslarda kullanılan stabilizatör, kıvam verici ve jelleşme sağlayıcı ajanların ilave edilebileceği ancak doğal veya yapay renk katkısı ve koruyucu kullanılmayacağı da belirtilmiştir (Porretta 1991).

Kıvam diğer bir deyişle konsistens ketçapta, hem mühendislik bakımından hem de tüketici gözüyle bakıldığında, ürün kalitesini önemli ölçüde etkileyen bir niteliktir. Domates ürünlerinin akış özellikleri pek çok araştırmaya konu olmuştur (Rao vd 1981, Rao vd 1984). Ketçap üretiminde ürünün akışı için tasarlanan ekipmanların verimli çalışabilmesi ve üretim esnasında ısı transferi işlemlerinin uygun olarak yürütülebilmesi bakımından, ürünün reolojik özelliklerine ait yeterli verilerin oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca depolama süresince kısmen hidroliz sonucu üründe gözlenen kıvam kaybı ve su salma problemleri tüketici tarafından tercih edilmeyen durumlardır (Gujral vd 2002).

Kıvam ketçap için önemli bir kalite faktörü olup, esasen domatesten kaynaklanan pektik maddelerle sağlanmaktadır. Domateslerin sıcak işlemeye tabi tutulmasıyla pektik enzimler inaktive edilmekte, ayrıca protopektin çözünür forma geçmektedir. Böylece elde edilen ürünün kıvamlılığı dolayısıyla da viskozitesi artmaktadır (Crandall ve Nelson 1975).

Pektik maddeler meyvelerin tekstürel ve sertlik özelliklerini belirledikleri gibi, ayrıca domates pulpunun reolojik özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Pektinin molekül ağırlığı, tipi ve esterleşme derecesi bu maddenin kıvam verme durumunu dolayısıyla son ürünün kıvamını belirleyici unsurlardır (Sharma vd 1998).

Tanglertpaibul ve Rao (1987b), domates konsantrelerinde kıvamın Bostwick konsistometresi, Adams konsistometresi, Stormer konsistometresi ve ayrıca Blotter test ile ölçülebildiğini ve domates konsantrelerinde Bostwick kıvamının, çözünür kuru madde ve çözünmeyen katı madde oranına bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar ayrıca domates konsantrelerinde pulp oranı arttıkça görünür viskozite değerinin arttığını rapor etmişlerdir.

Marsh vd (1980), domates konsantrelerinde çözünmeyen kuru madde miktarı / toplam kuru madde oranı ve berraklaştırılmış domates suyunun serum viskozite değeri artırıldığında, Bostwick kıvamının azaldığını belirtmişlerdir.

Den Ouden ve Van Vliet (2002), domates süspansiyonlarının hazırlandığı konsantrelerin Briks derecesinin, görünür viskozite ve potansiyel modülüs üzerinde önemli ölçüde etkili olduğunu bildirmektedir. Ayrıca araştırmacılar yüksek Briks değerinde konsantrelerden hazırlanmış ve homojenize edilmemiş domates süspansiyonlarında serum ayrılmasının yüksek oranda gerçekleştiğini rapor etmektedirler.

Domates suyunun konsantrasyon işlemi son ürününün fiziksel özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Ters ozmoz ve dondurarak konsantrasyon işlemleri gibi yeni

Gujral vd (2002) yaptıkları bir çalışmada, % 0.5 oranında guar gam, pektin, sodyum alginat, CMC, ksantan gam ve akasya gamı ekledikleri ketçapları, 5°C ve 50°C depolayarak, eklenen hidrokolloidlerin ketçabın kıvam indeksi, serum ayrılması ve akış değeri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan hidrokolloidlerin hepsi de ketçapların kıvamını artırmıştır. Guar gam ve ksantan gam diğer gamlarla karşılaştırıldığında en yüksek artışı sağlamıştır. Serum ayrılması ve akış değeri ise hidrokolloidlerin eklenmesiyle azalmıştır. Depolama süresinin uzamasıyla ve depolama sıcaklığının artmasıyla bu değerler de artış gözlenmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Ketçap yapımında materyal olarak Anonim 1993' de belirtildiği Şekilde domates salçası, Şeker (sakaroz), tuz, sirke, soğan, sarımsak, baharat karışımı ve koruyucu madde olarak sodyum benzoat kullanılmıştır.

3.1.1. Domates salçası

Araştırmada lkemizin önde gelen domates salçası üreticisi bir firmanın, 04.08.2002 tarihinde, aynı parti numarasına sahip, soğuk işleme yöntemiyle üretilmiş, duble konsantre 5 kg'lık ambalajlarda toplam 10 kutu tuzsuz vakum salçası kullanılmıştır.

3.1.2. Lezzet ve aroma veren doğal maddeler

Ketçap yapımında kullanılan Şeker (sakaroz), tuz, sirke (elma sirkesi), kuru soğan, kuru sarımsak ve çeşitli baharatlar Anonim 1993' de belirtilen niteliklerde ilgili ticari firmaların ürünlerinden piyasadan satın alınmıştır.

3.1.3. Kıvam veren maddeler

Araştırmada ketçap yapımında kullanılan tragacanth gam (kitre zamkı), guar gam, karboksimetil selüloz (CMC), ksantan gam ve keçiboynuzu gamı (KBG), Nicon (Mersin) firmasından temin edilmiŐtır.

3.1.4. Koruyucu madde

Araştırmada hazırlanan ketçaplara koruyucu madde olarak, 500 mg/kg seviyesinde eklenen sodyum benzoat Yılmaz Kimya Ltd. Şti. (İstanbul)' den temin edilmiŐtır.

3.2. Metot

3.2.1. Salçada yapılan analizler

Ketçap üretiminde kullanılan toplam 10 kutu salça örneğinde, toplam kuru madde, çözünür kuru madde, toplam şeker, invert şeker ve tuz tayinleri Cemeroğlu 1992' ye göre yapılmış, sonuçlar % olarak ifade edilmiştir. Titrasyon asitliği ve pH tayini de yine Cemeroğlu 1992' ye göre yapılmış, salçaların titrasyon asitliği susuz sitrik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır. Kül ve pektin miktarı tayinleri ise Anonim 1983' e göre yapılmış ve sonuçlar toplamın %'si olarak verilmiştir. Salça örneklerinde ayrıca Bostwick konsistometresi ile konsistens ölçümü Cemeroğlu 1992' ye göre yapılmıştır. Analizler kutuların her biri için paralelli olarak yürütülmüştür. Sonuçlar paralellerin ortalaması olarak ifade edilmiştir.

3.2.2. Ketçap üretimi

Araştırmada kullanılan ketçap örnekleri, ön denemelerle oluşturulmuş Çizelge 3.1.' de verilen üç farklı formülasyonda ve 'Ketçap Yapım Kuralları' Standardına (Anonim 1993) göre hazırlanmıştır. Bu aşamada öncelikle domates salçası su ile seyreltilerek, çözünür kuru madde (ÇKM) içeriği her bir formülasyonda belirtilmiş olan düzeye ayarlanmıştır. Tartılmış salça üzerine eklenmesi gereken su miktarı, kütle dengesi hesaplamalarından (Cemeroğlu 1992) yararlanılarak belirlenen aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$X = (S. (Km)) / B - S$$

Burada;

S: Tartılan salça miktarı, g

Km: Salçanın kuru madde oranı, %

B: Ayarlanmak istenilen kuru madde oranı, %

X: Eklenmesi gereken su miktarı, g

Belirtilen formülasyonlara göre çözünür kuru madde içeriği ayarlanmış olan 3250 g sulandırılmış salça çelik bir tencereye aktarılmış, tencere orta derecede çalışan

Çizelge 3.1. Hazırlanan ketçapların formülasyonları

Kullanılan materyal	I. Formül	II. Formül	III. Formül
Sulandırılmış salça*	3250 g	3250 g	3250 g
Şeker	448 g	366 g	286 g
Elma sirkesi	204 ml	204 ml	204 ml
Tuz	58.5 g	58.5 g	58.5 g
Kuru soğan	22.5 g	22.5 g	22.5 g
Kuru sarımsak	10 g	10 g	10 g
Baharat karışımı	4.75 g	4.75 g	4.75 g
Sodyum benzoat	500 mg/kg	500 mg/kg	500 mg/kg

* I., II. ve III. formülasyonlar için ÇKM miktarı %7.5, %10 ve %12.5'a ayarlanmıştır.

bir elektrik ocağının üzerine alınmıştır. Bu sırada belirtilen miktarlarda tartılmış olan baharatlar ve ezme haline getirilmiş kuru sarımsak keten bir torba içinde, rendelenmiş kuru soğan ise doğrudan tencereye eklenmiştir. Sürekli karıştırılan tenceredeki karışımın sıcaklığı 75-80°C' ye ulaştığında ilgili formülasyonlara göre tartılmış olan tuz ve şeker karışıma ilave edilmiştir. Konsantrasyon işlemi süresince tenceredeki karışımın sıcaklığının 90-92°C civarında tutulması amacıyla karışım sürekli olarak kaşıkla karıştırılmıştır. Karışımın ÇKM içeriği el refraktometresi kullanılarak periyodik olarak izlenmiştir. Bu amaçla bir pipet içine alınan örnek akar su altında hızla soğutulmuş (Cemeroğlu 1992) ve soğuk örnek kaba filtre kağıdından süzülerek refraktometrede okuma yapılmıştır. Karışımın ÇKM içeriği %25 ± 0.1' e ulaştığında sırasıyla sirke, acı kırmızı biber ekstraktı ve sodyum benzoat tencereye eklenmiş ve sürekli karıştırılan karışım ÇKM içeriği %26.5 ± 0.1 olana dek kaynatılmıştır. İstenilen % ÇKM değeri sağlandıktan sonra karışım hızlı bir şekilde 1 kg' lık miktarlarda kapalı plastik kaplara alınmıştır. Ayrı kaplardaki üç örnekten birincisi kontrol olarak ayrılmış, diğer iki kapta bulunan örneklere toplam örnek ağırlığı üzerinden sırasıyla %0.5 (5 g) ve %1 (10 g) doz seviyesinde gam maddesi eklenmiştir. Her üç örnekte el blenderi ile 2 dakika homojenize edildikten sonra cam kavanozlara aktarılmıştır. Cam kavanozlara aktarılan son üründe ÇKM miktarının %28 ± 0.5 olması sağlanmıştır. Hazırlanan ketçap örnekleri 1 gün süre ile laboratuvar sıcaklığında (23 ± 1°C) bekletildikten sonra analizlere başlanmıştır.

3.2.3. Ketçap örneklerinde yapılan analizler

3.2.3.1. Reolojik özelliklerin belirlenmesi

Ketçap örneklerinin reolojik özellikleri Brookfield Viskozimetre (Brookfield Engineering Inc. Model RV-DV+I) kullanılarak belirlenmiştir (Gujral vd 2002). Viskozite ölçümlerinde her bir örnek için, tork ölçümleri, viskozimetrenin uygun ölçme başlıkları (spindle no; 3,4,5,6) ve altı farklı başlık hızı (2.5, 5, 10, 20, 50 ve 100 rpm) kullanılarak, sıcaklıkları 25 ± 0.1 °C' ye ayarlanmış örneklerde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sıcaklığının kontrol altında tutulması için viskozimetre ile 25°C ' ye ayarlanmış su banyosu birlikte kullanılmıştır. Termal dengenin sağlanması amacıyla viskozimetre başlığı örnek içine daldırıldığında ilk hızda okumanın yapılması için 2 dakika beklenmiş (Gujral vd 2002), diğer hızlarda okumalar değerlerin kısmen stabil hale geldiği 40. s ile 1. dk arasında yapılmıştır. Her örnek için ölçümler iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.2.' de verilen değerler kullanılarak, aşağıda belirtilen eşitliklerden sırasıyla ortalama kayma gerilimleri (τ ; shear stres), akış indeksi (n), ortalama kayma hızları ($\dot{\gamma}$; shear rate), görünür viskozite değerleri (η_{app} ; apparent viscosity) ve deneysel kıvam indeksi (k) değerleri hesaplanmıştır (Mitschka 1982, İbanoğlu vd 1995).

$$\text{Kayma gerilimi } (\tau) = \text{Faktör} \times \text{Viskozimetrede okunan \% değeri}$$

Eşitlikteki faktör terimi ölçümlerde kullanılan viskozimetrenin başlıkları için Çizelge 3.2.' de belirtilen dönüşüm faktörüne ($k_{\sigma\tau}$) karşılık gelmektedir.

Yukarıdaki eşitlikten hesaplanan kayma gerilimlerinin logaritma değerlerinin, bu değerlerin ölçüldüğü başlık hızlarının (d/d) logaritma değerlerine karşılık grafik edilmesiyle elde edilen doğruların eğimleri örneklerin akış indeksi (n) değerlerini oluşturmuştur. Belirlenen akış indekslerine göre yine Çizelge 3.2.' deki veriler kullanılarak hesaplanan kayma hızı dönüşüm faktörleri ($k_{N\dot{\gamma}}$) aşağıdaki eşitlikten ortalama kayma hızı ($\dot{\gamma}$) değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

$$\text{Kayma hızı } (\dot{\gamma}) = \text{Dönüşüm faktörü } (k_{N\dot{\gamma}}) \times \text{Akış indeksi } (n) \times \text{Başlık hızı } (\text{rpm})$$

Çizelge 3.2. Brookfield R. V. T. viskozimetre başlıkları (spindle) için dönüştürme faktörleri (Mitschka 1982).

Başlık Numarası	1	2	3	4	5	6	7	
k_{ut}	0.035	0.119	0.279	0.539	1.05	2.35	8.4	
$n =$	0.1	1.728	1.431	1.457	1.492	1.544	1.366	1.936
	0.2	0.967	0.875	0.882	0.892	0.907	0.851	1.007
	0.3	0.705	0.656	0.656	0.658	0.663	0.629	0.681
	0.4	0.576	0.535	0.530	0.529	0.528	0.503	0.515
	0.5	0.499	0.458	0.449	0.445	0.442	0.421	0.413
k_{NY}	0.6	0.449	0.404	0.392	0.387	0.382	0.363	0.346
	0.7	0.414	0.365	0.350	0.343	0.338	0.320	0.297
	0.8	0.387	0.334	0.317	0.310	0.304	0.286	0.261
	0.9	0.367	0.310	0.291	0.283	0.276	0.260	0.232
	1.0	0.351	0.291	0.270	0.262	0.254	0.238	0.209

Ketçap örneklerinin akış davranışının karakterize edilmesinde, power law eşitliği ($\tau = k \cdot \dot{\gamma}^n$) akış modeli olarak seçilmiş, kayma hızlarının ($\dot{\gamma}$; s^{-1}) logaritması ile bu hızlarda ölçümler sonucu hesaplanan kayma gerilimlerinin (τ ; N/m^2) logaritmaları grafik edilmiş ve grafik üzerinde elde edilen doğruların doğrusal regresyon analizi yapılarak R^2 değerleri hesaplanmış ve örneklerin akış davranışının power law modeline uygunluğu test edilmiştir.

Yukarıdaki eşitliklerden elde edilen kayma gerilimleri ve kayma hızları kullanılarak, örneklerin her bir başlık hızında görünür viskozite değerleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\text{Görünür viskozite } (\eta_{app}; \text{ Pa.s}) = \text{Kayma gerilimi } (\tau; \text{ Pa}) / \text{Kayma hızı } (\dot{\gamma}; s^{-1})$$

Deneysel kıvam indeksleri (k), viskozite - kayma hızı ve akış indeksi verilerinin analizinde yaygın olarak kullanılan aşağıda verilen power-law eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır (İbanoğlu 1995).

$$\eta_{app} = k \cdot \dot{\gamma}^{(n-1)}$$

Burada; η_{app} görünür viskoziteyi, k = deneysel kıvam indeksini, $\dot{\gamma}$ = kayma hızını ve n = akış indeksini belirtmektedir. Bu eşitliğin logaritması alındığında, elde edilen $\log \eta_{app} = \log k + (n-1) \log \dot{\gamma}$ eşitliği I. dereceden bir doğrunun denklemini gösterir. Bu

nedenle örneklerin $\log \eta_{app}$ değerleri $\log \gamma$ değerlerine karşılık grafik edilmiş, grafik üzerinde elde edilen doğruların ordinant (y) eksenini kesen değerler $\log k$ değerlerini oluşturmuş, bu değerlerin ters logaritması alınarak örneklerin kıvam indeksi (k) değerleri hesaplanmıştır.

3.2.3.2. Konsistens tayini

Ketçap örneklerinin konsistens değerleri Bostwick konsistometresi kullanılarak ölçülmüştür. Sıcaklık derecesi 25 ± 1 °C' ye ayarlanmış homojen ketçap örneği, yatay bir konumda denge ayarı yapılmış konsistometrenin ön haznesine silme hacminin biraz üzerine kadar doldurulduktan sonra, haznenin yan kapağı tarafından başlayarak örnek üzerinden bir silme çubuğu geçirilip, fazla dolum uzaklaştırılmıştır. Konsistometrenin yerinden oynamaması için üzerinden bastırılarak sabit halde tutulmuş, diğer taraftan ön hazne ile akış yatağını ayıran yan kapağın koluna kuvvetle bastırılarak, kapak serbest bırakılmıştır. Tam bu sırada bir kronometre çalıştırılarak süre ölçülmeye başlanmıştır. 30 saniye sonunda örneğin akış yatağında aldığı maksimum yol 1 mm duyarlılıkta okunmuştur. Aralarında 2 mm' den daha fazla fark bulunmayan paralel okumaların ortalaması alınıp, bu değer sonuç olarak belirtilmiştir (Cemeroğlu 1992).

Ketçap örneklerinde mevcut diğer ingrediyenler nedeniyle, pratikte uygulanan örnek Briks derecesinin 12.5 değerine ayarlanıp, daha sonra Bostwick konsistometresinde okumanın yapılması yöntemi (Cemeroğlu 1992) uygulanmayıp, örnekler seyreltilmeden doğrudan okuma yapılmıştır (Porretta 1991).

3.2.3.3. Serum ayrılmasının ölçülmesi

Ketçaplarda serum ayrılma oranının belirlenmesi amacıyla iki farklı yöntem uygulanmıştır.

Birinci yöntemde (Gujral vd 2002) santrifüj tüpüne 20 g ketçap örneği tartılmış, daha sonra örnekler santrifüjde (Sigma 3K 30) 20°C' de 5000 d/d' da 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası örnekten ayrılan sıvı kısım tüplerden boşaltıldıktan

sonra tüplerde kalan kısım tartılarak, aşağıda verilen eşitlikten % serum ayrılması hesaplanmıştır. Bulgular 5000 d/d' da serum ayrılma oranı olarak verilmiştir.

$$\% \text{ Serum kaybı} = \text{Ayrılan serum ağırlığı} \times 100 / \text{Ketçap ağırlığı}$$

İkinci yöntemde (Stoforos ve Reid 1990), bir ucuna 60 mesh' lik elek yerleştirilmiş olan dış çapı 3 cm ve iç çapı 2.4 cm olan silindirik tüp, 40 ml kapasiteli küçük cam kavanozlar üzerine yerleştirilmiştir. Her test öncesinde elekli tüpler ve bu tüplerin yerleştirildikleri kavanozlar ayrı ayrı ve kombine halde tartılmıştır (± 0.1 mg). Tartım sonrası kavanozlar üzerine yerleştirilmiş olan elekli tüplere, tüpün kenarlarına değmeyecek şekilde, plastik pipet kullanılarak 5-5.5 g ağırlığında ketçap örnekleri tartılıp yerleştirilmiştir. Her testin başında ve her ölçüm süresinde ağırlık kaybının olup olmadığının belirlenmesi amacıyla örneğin bulunduğu elekli tüp ve bu tüplerin yerleştirildiği kavanozlar kombine şekilde 0.1 mg hassasiyette tartılmıştır. Evaporasyonun önlenmesi amacıyla örnekler, tabanlarında ketçap örnekleri ile aynı şekilde hazırlanan ve yine örneklerle aynı çözünürlü kuru madde içeriğine sahip, 3.5 cm yüksekliğinde suni serum bulunan desikatörlere yerleştirilmiştir. Suni serumun içeriği Çizelge 3.3.' de verilmiştir. Her ölçüm zamanında kombine tüpler desikatörden çıkarılmış, elekli tüp kavanozun üzerinden sarsmadan alınmış ve içinde serum toplanmış olan kavanozlar 0.1 mg hassasiyette tartılmıştır. Bu şekilde her tartım sonrası elekli tüpler kendi kavanozları üzerine yerleştirilerek tekrar desikatöre alınmıştır. Üzerinde çalışılan ketçap örneklerinde hesaplanan serum ayrılması değerlerinin düzgün bir kurve oluşturabilmesi için, içinde serum biriken kavanozların 1., 2., 4., 24. ve 48. saat ve 1., 2., 3., 4., 5. hafta ve 900. saat periyotlarında tartımları yapılmış ve ölçümler ardı ardına aynı olan iki ölçüm değerine kadar devam ettirilmiştir. Ketçap örneklerinde serum ayrılması aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır. Sonuçlar zamana bağlı % serum ayrılması olarak verilmiştir.

$$\% \text{ Serum ayrılması} = \text{Ayrılan serum ağırlığı} / \text{Ketçap ağırlığı} \times 100$$

Her iki yöntemde de ölçümler paralelli ve iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.3. Suni serumun içeriği

Kullanılan materyal	Miktar
Salça	716 g
Su	1290 ml
Şeker	300 g
Asetik asit	5 ml
Sodyum benzoat	2.28 g
Toplam	2313 g

3.2.3.4. pH ölçümü

pH ölçümlerinde, homojen ketçap örneklerine pH metre (Hanna Instruments 8519) probu daldırılmış ve yapılan ölçümler pH metrenin dijital göstergesinden okunarak belirlenmiştir (Cemeroğlu 1992).

3.2.3.5. Duyusal analizler

Duyusal analizler görünüş ve doku/ lezzet skalası kullanılarak gerçekleştirilmiş ve 1-5 arası puanlama sistemi kullanılmıştır. Duyusal analizler her panelde 10 panelist tarafından yürütülmüş, panelistlerden Çizelge 3.4.' de yer alan duyusal değerlendirme formunu, günlük hayatta tercih ettikleri standart ketçap ürününe göre karşılaştırma yaparak doldurmaları istenmiştir. Değerlendirilen duyusal parametreler için panelistler tarafından verilen puanların ortalamaları hesaplanmış ve her parametrenin ortalama puanları da toplanarak toplam puan saptanmıştır (Altuğ 1993).

3.2.4. İstatistiksel metot

Araştırmada üç farklı formülasyona göre üretilen ketçap örneklerine beş ayrı gam maddesi üç farklı dozda uygulanmıştır. Çalışma faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre (3 x 5 x 3) düzenlenmiş (Düzgüneş vd 1987) ve iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar SAS bilgisayar programında varyans analizine tabi tutulmuş, önemli çıkan uygulamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi' ne tabi tutulmuştur.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Ketçap üretiminde hammadde olarak kullanılan salçaların toplam kuru madde miktarı % 31.29 ± 0.167 , çözüdür kuru madde miktarı % 29.38 ± 0.163 , pektin miktarı (Ca-pektat olarak) % 0.664 ± 0.030 , toplam şeker miktarı % 15.46 ± 0.036 , titrasyon asitliği (susuz sitrik asit cinsinden) % 2.104 ± 0.006 , tuz miktarı % 0.615 ± 0.032 , kül miktarı % 2.505 ± 0.028 , pH değeri 4.12 ± 0.006 ve bostwick konsistometresinde akış değeri 13.56 ± 0.143 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular domates salçası ile ilgili standardda (Anonim 1992) yer alan niteliklere uygun bulunmuştur.

Araştırmanın materyal ve metot bölümünde açıklandığı şekilde üç farklı formülasyonda beş farklı gamın üç farklı dozu kullanılarak elde edilen ketçap örneklerinin ortalama çözüdür kuru madde (ÇKM) miktarı % 28.08 ± 0.018 , pH değeri ise 3.99 ± 0.012 olarak belirlenmiştir. Zaten ketçap üretimi gerçekleştirilirken tüm formülasyonlar için son ürünün ÇKM miktarı % 28.0 ± 0.5 °Brix olarak hedeflenmiştir. Üretilen ketçaplarda ÇKM değerleri daha dar bir alanda değişmiş, dolayısıyla bu örnekler üzerinde yapılan tüm diğer analizlerin örneklerin ÇKM miktarından etkilenmesi önlenmiştir.

Ketçap örneklerinin pH değerleri de aynı şekilde birbirine oldukça yakın değerlerde tespit edilmiştir. Üretimde hammadde olarak kullanılan salçanın, sirke miktarının ve diğer gıda bileşenlerinin örneklerin pH değerleri üzerinde belirgin etkilerinin olması muhtemeldir. Ancak örneklerin üretiminde fiziksel ve kimyasal özellikleri aynı nitelikte olan, aynı parti üretime ait salça kullanılmasının hammaddeden kaynaklanabilecek farklılıkları ortadan kaldırdığı, ayrıca ÇKM miktarı istenilen değerlere ayarlanmış olan sulandırılmış salçalarda su miktarının örneklerin pH değerleri üzerinde belirleyici bir etkisinin bulunmadığı düşünülmektedir. Diğer taraftan ketçap örneklerinin pH değerlerini etkileyebilecek sirke, tuz ve baharat gibi diğer bileşenlerin niteliklerinin ve miktarlarının tüm örneklerde aynı seviyede tutulmasının da örnekler arasında pH farklılıklarının oluşmaması üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Örneklere eklenen gamlar farklı özelliklere sahip olmakla birlikte

düşük miktarlarda kullanılmaları, guar gamı, KBG ve kısmen CMC hidrokolloidlerinin nötral karakterde, kitre gamı ve ksantan gamının ise yapılarında Ca, Mg, Na gibi asidik tuzlar içeren anyonik karakterde hidrokolloidler (Alexander 1999) olmaları bakımından gamların ve dozlarının örneklerin pH değerinde belirgin bir farklılık oluşturmadığı düşünülmektedir. Dolayısıyla gamların ürün üzerinde istenilen fonksiyonları yerine getirebilmeleri bakımından pH değerinin etkisi söz konusu olmamıştır. Zaten kullanılan gam maddeleri seçilirken bunların geniş bir pH aralığında stabil olup olmadıkları göz önünde bulundurulmuştur. Kullanılan gamların en stabil olduğu pH aralığı genellikle 6-7 arasında değişmekle birlikte, galaktomannanların pH 3-7, kitre ve ksantanın pH 2-11 ve CMC' nin pH 4-10 aralıklarında fonksiyonel özellikleri bakımından stabilliklerini koruyabildikleri bildirilmektedir (Dziezak 1991). Bu nedenle örneklerin sahip oldukları pH değerlerinin kullanılan gamların fonksiyonlarını etkileyebilecek düzeyde olmadığı görülmektedir.

4.1. Ketçap Örneklerinin Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Araştırma Bulguları

4.1.1. Ketçap örneklerinin akış indeksi değerlerine ait araştırma sonuçları

Araştırmanın materyal ve metot bölümünde açıklandığı gibi viskozimetrede ölçümlerin yapıldığı başlık hızlarının (d/d) logaritmaları ile bu hızlarda ölçümler sonucu hesaplanan kayma gerilimlerinin (shear stres; τ (N/m²) logaritmaları grafik edilmiş ve grafik üzerinde elde edilen doğruların eğimleri örneklerin akış indeksi (n) değerlerini oluşturmuştur. Her bir ketçap örneği için elde edilen ortalama n değerleri Çizelge 4.1' de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2' de ve akış indeksi değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Araştırmada hazırlanan ketçap örneklerinin akış davranışının karakterize edilmesinde, power law eşitliği ($\tau = k \cdot \dot{\gamma}^n$) akış modeli olarak kullanılmış ve modelin doğrusal regresyon analizinde R² değerleri 0.955-0.999 arasında değişmiştir. Belirlenen R² değerlerinin 1'e yakın çıkması nedeniyle power law modelinin mevcut örneklerin

Çizelge 4.1. Keçiçap örneklerinin ortalama akış indeksi (n) değerleri ($\bar{X} \pm SE$)

F*	Doz (%)	Ortalama n değerleri					
		Kitre zamkı	Guar gamı	CMC	Ksantan	Keçiçoynuzu	
1	0	0.234 ± 0.002	0.243 ± 0.009	0.240 ± 0.002	0.240 ± 0.015	0.249 ± 0.009	
	0.5	0.163 ± 0.002	0.230 ± 0.023	0.223 ± 0.002	0.202 ± 0.014	0.174 ± 0.004	
	1	0.209 ± 0.007	0.160 ± 0.002	0.295 ± 0.005	0.194 ± 0.001	0.260 ± 0.008	
2	0	0.265 ± 0.004	0.260 ± 0.012	0.241 ± 0.020	0.255 ± 0.019	0.263 ± 0.014	
	0.5	0.165 ± 0.011	0.178 ± 0.023	0.179 ± 0.003	0.191 ± 0.003	0.152 ± 0.045	
	1	0.181 ± 0.006	0.153 ± 0.008	0.254 ± 0.005	0.214 ± 0.006	0.171 ± 0.016	
3	0	0.244 ± 0.002	0.298 ± 0.007	0.203 ± 0.003	0.253 ± 0.010	0.268 ± 0.022	
	0.5	0.176 ± 0.009	0.157 ± 0.008	0.173 ± 0.005	0.168 ± 0.004	0.114 ± 0.004	
	1	0.189 ± 0.015	0.168 ± 0.002	0.247 ± 0.004	0.186 ± 0.014	0.173 ± 0.008	

* F: Formülasyon

Çizelge 4.2. Ketçap örneklerinin akış indeksi (n) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gam (G)	4	0.00207297	6.99**
Formülasyon (F)	2	0.00310101	10.46**
Doz (D)	2	0.04224618	142.48**
G x F	8	0.00095471	3.22**
G x D	8	0.00507575	17.12**
F x D	4	0.00242604	8.18**
G x F x D	16	0.00074328	2.51**
Hata	45	0.00029651	

(**) P<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.3. Ketçap örneklerinin akış indeksi (n) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	CMC	Ksantan	Guar	Kitre	KBG
Gam	0.228 ^a	0.211 ^b	0.205 ^b	0.203 ^b	0.202 ^b
Formülasyon	I 0.221 ^a	II 0.208 ^b	III 0.201 ^b		
Doz (%)	0.0 0.250 ^a	1.0 0.203 ^b	0.5 0.176 ^c		

Değişik harfler P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

akış davranışının karakterize edilmesinde uygulanabilirliği doğrulanmıştır. Nitekim power law ve Casson akış modellerinde bulunan katsayılar, birinci modelde kayma hızı-kayma gerilimi, ikinci modelde ise kayma hızı^{1/2}-kayma gerilimi^{1/2} verilerinin lineer regresyon analiziyle belirlenebilmektedir (Rao ve Cooley 1983). Çizelge 4.1 incelendiğinde örneklerin akış indeksi değerlerinin 0.114 ile 0.298 arasında değiştiği görülmektedir. Akış indeksi değerlerinin <1 olarak tespit edilmiş olması ketçap örneklerinin newtonumsu olmayan karakterde akışkan olduğunun göstergesidir. Nitekim ketçabın pseudoplastik karakterde bir akışkan olduğu bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Rani ve Bains 1987, Bottiglieri vd 1991, Gujral vd 2002).

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.2) göre örneklerin n değerleri üzerine gam, formülasyon, doz ana faktörlerinin ve tüm interaksiyonların $P < 0.01$ seviyesinde önemli etkisinin olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.3 incelendiğinde kullanılan gama bağı olarak ketçap örneklerinin n değerleri ortalamaları arasında önemli ($P < 0.05$) düzeyde farklılık olduğu ve CMC eklenmiş örneklerin n değerlerinin en yüksek ortalamaya (0.228) sahip olduğu görülmektedir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları CMC dışında, ksantan gam, guar gam, kitre zankı ve keçiboynuzu gamı (KBG) eklenerek hazırlanmış örneklerin n değerleri ortalamaları arasında farklılık bulunmadığını göstermektedir ($P > 0.05$). Ayrıca II. ve III formülasyonlara göre hazırlanan ketçap örneklerinin n değerleri ortalamaları arasında önemli ($P > 0.05$) bir farklılık gözlenmezken, kullanılan gam dozuna bağlı olarak örneklerin n değerleri ortalamaları önemli düzeyde değişmiştir ($P < 0.05$). Akış indeksi değerleri arasındaki bu farklılıkların her bir gamın, formülasyonun ve gam dozunun ayrı bir akışkan ürün oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim n değeri power law eşitliğinden elde edilen ve ürünün özgün akış karakterini gösteren bir sabittir (Rao ve Cooley, 1983, Savage 2000).

Bazı araştırmacılar (Rani ve Bains 1987, Bottiglieri vd 1991) akış indeksinin, akışkan konsantrasyonu ve sıcaklığından bağımsız olduğunu rapor etmiş olmasına rağmen, Gómez-Díaz ve Navaza (2003) n değerinin kıvam indeksi kadar güçlü olmasa da çözelti konsantrasyonu, sıcaklık gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceğini bildirmektedir. Ayrıca her bir gam maddesinin ve bunların kullanım dozlarının sağladığı akışkanlık farklı olduğundan (Alexander 1999) n değerlerinin kullanılan gama ve gam dozuna göre değişkenlik göstermesi beklenen bir durumdur. Ketçap örneklerinin akış indeksi değerlerinin kullanılan formülasyona göre değişkenlik göstermesinin de yine bu formülasyonların içerik bakımından özellikle de salçadan gelen pulp miktarı bakımından birbirinden farklı nitelikte olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Domates ürünlerinde kıvam üzerine pulp miktarının ve özellikle de çözünür pektin miktarının önemli etkisi olduğu göz önüne alındığında (Takada ve Nelson 1983) formülasyondan gelen bu tür farklılıkların örneklerin akış özelliklerini, dolayısıyla da akış indeksi değerlerini etkilemesi olağandır.

4.1.2. Ketçap örneklerinin kıvam indeksi değerlerine ait araştırma sonuçları

Araştırmanın materyal ve metot bölümünde belirtildiği üzere viskozite - kayma hızı verilerinin analizinde yaygın olarak kullanılan power-law eşitliği, $\eta_{app} = k \cdot \gamma^{(n-1)}$; η_{app} =görünür viskozite (N/m².s=Pa.s), γ = kayma hızı (shear rate; s⁻¹), n =akış indeksi (birimsiz) ve k= kıvam indeksi (N.sⁿ/m²), kullanılarak hesaplanan kıvam indeksi (k) ortalama değerleri ve ortalama değerlerin kendi aralarında karşılaştırılmalarını gösteren Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.4'de verilmiş olan k değerlerinin bulunması için öncelikle η_{app} =Kayma gerilimi (shear stress, τ)/Kayma hızı (shear rate, γ) eşitliğinden örneklerin görünür viskozite değerleri hesaplanmış, daha sonra $\eta_{app} = k \cdot \gamma^{(n-1)}$ eşitliğinin logaritması alındığında, $\log \eta_{app} = \log k + n \cdot \log \gamma$ eşitliği birinci dereceden bir doğrunun denklemini gösterdiğinden, örneklerin $\log \eta_{app}$ değerleri $\log \gamma$ değerlerine karşılık grafike edilmiş ve elde edilen doğruların ordinant (y) eksenini kesen değerler $\log k$ değerlerini vermiştir. Daha sonra $\log k$ değerlerinin ters logaritması alınarak kıvam indeksi (k) değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4 incelendiğinde tüm formülasyonlar için gam maddesi eklenmemiş kontrol grubu ketçap örneklerinin k değerleri ortalamalarının kendi aralarında grup oluşturduğu, buna karşılık diğer örneklerin k değerlerinin birbirinden farklı olduğu (P<0.05) ve ketçap örneklerinin ortalama k değerlerinin kullanılan gama, formülasyona ve gam dozuna bağlı olarak 7.70 ile 91.24 arasında değiştiği görülmektedir. Çizelge 4.4' de ayrıca ketçap örneklerinin kıvam indeksinin, kullanılan tüm gamların doz artışına paralel olarak arttığı, ancak kontrol grubu ketçap örneklerinin kıvam indeksleri arasında önemli (P>0.05) bir farklılığın bulunmadığı, I. formülasyondan III. formülasyona doğru kontrol grubu örneklerinin k değerlerinde salça miktarının artmasından kaynaklanan bir artış olduğu da gözlenmektedir. Buradan ketçap bileşimine giren salçadan gelen pulp miktarının örneklerin kıvamı üzerine etkisinin önemi açıkça ortaya çıkmaktadır. Çizelge 4.4 III. formülasyona göre üretilen ve % 1 oranında KBG eklenen ketçap örneğinin en yüksek k değerine sahip olduğunu göstermektedir. Formülasyonda pulp miktarının en yüksek olduğu ve %1' lik gam dozunun kullanıldığı örneklerde kıvam indeksinin en

Çizelge 4.4. Ketçap örneklerinin hesaplanan ortalama kıyım indeksi (k) değerleri (X ± SE)

F*	Doz (%)	Ortalama k değerleri**				
		Küre zıkmı	Guar gam	CMC	Ksantan	Keçiboynuzu
1	0	8.38 ± 0.245 ^v	9.82 ± 0.635 ^{uv}	9.66 ± 0.405 ^{uv}	7.70 ± 1.005 ^v	8.92 ± 0.390 ^{uv}
	0.5	17.74 ± 0.040 ^{opqrst}	19.99 ± 0.910 ^{nopqrs}	11.90 ± 0.030 ^{stuv}	26.90 ± 5.980 ^{klmn}	21.36 ± 0.440 ^{mnpqrs}
	1	29.46 ± 0.135 ^{klm}	63.70 ± 1.400 ^d	25.19 ± 0.730 ^{lmnop}	54.67 ± 4.400 ^e	50.39 ± 2.590 ^{ef}
2	0	15.41 ± 0.760 ^{qrstuv}	16.98 ± 1.535 ^{pqrstuv}	15.57 ± 1.750 ^{qrstuv}	13.34 ± 1.040 ^{rstuv}	14.46 ± 0.870 ^{rstuv}
	0.5	30.28 ± 1.525 ^{ijkl}	29.31 ± 2.760 ^{klm}	20.03 ± 1.080 ^{nopqrs}	30.27 ± 2.280 ^{ijkl}	34.39 ± 0.110 ^{ijk}
	1	45.68 ± 1.675 ^{fgh}	74.52 ± 0.435 ^c	38.34 ± 1.630 ^{hij}	67.18 ± 10.36 ^d	83.96 ± 4.800 ^{ab}
3	0	26.02 ± 0.495 ^{klmno}	28.42 ± 0.880 ^{klmn}	26.92 ± 0.345 ^{klmn}	20.98 ± 1.055 ^{mnpqrs}	23.77 ± 1.900 ^{lmnopq}
	0.5	45.66 ± 1.285 ^{fgh}	41.20 ± 0.225 ^{ghu}	30.44 ± 0.490 ^{ijkl}	40.01 ± 1.700 ^{lm}	45.40 ± 1.335 ^{fgh}
	1	56.28 ± 3.175 ^e	85.76 ± 0.475 ^a	48.57 ± 1.810 ^{efg}	77.96 ± 4.680 ^{bc}	91.24 ± 4.520 ^a

* F: Formülasyon

**Değişik harfler P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Çizelge 4.4'den ayrıca kıvam indeksi bakımından tüm gam, formülasyon ve dozların aynı sonucu veren ve vermeyen gruplarını ayırt etmek mümkün olabilmektedir.

Ketçap örneklerinin k değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5' de ve bu değerlere ait ortalamalara uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları (Çizelge 4.5) incelendiğinde, ketçap örneklerinin k değerleri üzerinde tüm ana faktörlerin ve gam x doz, formülasyon x doz interaksiyonlarının etkisinin $P < 0.01$ seviyesinde, ayrıca gam x formülasyon interaksiyonunun etkisinin ise $P < 0.05$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir. Buna

Çizelge 4.5. Ketçap örneklerinin kıvam indeksi (k) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gam (G)	4	913.03439000	69.44**
Formülasyon (F)	2	3475.21830111	264.32**
Doz (D)	2	14625.84408444	1112.42**
G x F	8	32.84571917	2.50*
G x D	8	577.94149000	43.96**
F * D	4	105.71408444	8.04**
G x F x D	16	18.52320042	1.41
Hata	45	13.14773111	

(*) $P < 0.05$ ve (**) $P < 0.01$ seviyelerinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.6. Ketçap örneklerinin kıvam indeksi (k) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	KBG	Guar	Ksantan	Kitre	CMC
Gam	41.54 ^a	41.08 ^a	37.66 ^b	30.55 ^c	25.18 ^d
Formülasyon	III 45.91 ^a	II 35.31 ^b	I 24.38 ^c		
Doz (%)	1.0 59.53 ^a	0.5 29.66 ^b	0.0 16.42 ^c		

Değişik harfler $P < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

karşılık gam x formülasyon x doz üçlü interaksyonunun ketçap örneklerinin k değerleri üzerinde önemli ($P>0.05$) bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır.

Kullanılan gama, formülasyona ve gam dozuna bağlı olarak üretilen ketçap örneklerinin k değerleri arasında önemli ($P<0.05$) farklılıklar bulunmuştur (Bkz. Çizelge 4.6). Ancak KBG ve guar gam eklenerek hazırlanan örneklerin k değerleri ortalamaları farkının istatistiksel olarak önemsiz olduğu gözlenmiştir ($P>0.05$). Bu durumun her iki gam maddesinin yapıcı birbirine benzemesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim guar gam ve KBG galaktomannan sınıfında yer alan hidrokoloidler olup, molekül yapıları mannoz ve galaktoz birimlerinden oluşmaktadır (Elfak vd 1977, Fernandes vd 1991).

Galaktomannanlarda mannoz/galaktoz oranı arttıkça gam maddesinin sudaki çözünürlüğü azalır. Guar gam bileşimindeki galaktoz birimi sayısının fazla olması dolayısıyla çözünürlüğünün daha iyi olması nedeniyle soğuk suda kolayca çözünme ve şişme yeteneği gösterirken, KBG' nin suda çözünmesi için ısıtılması gerekmektedir (Garti vd 1997, Kök vd 1999). Gamların ketçap örneklerine eklenme sıcaklığının 92-95°C arasında değiştiği dikkate alındığında, KBG' nin çözünme problemi göstermeden örneklerin kıvamında dolayısıyla da kıvam indeksi değerlerinde guar gam kadar hatta kısmen daha fazla oranda artış sağladığı görülmektedir (Bkz. Çizelge 4.6). Bu araştırmada kullanılan hidrokoloidlerin %1' lik sulu çözeltilerinin viskozite değerleri Alexander (1999)' in bildirdiğine göre büyükten küçüğe doğru guar gam, KBG, ksantan gam, kitre zamkı ve molekül ağırlığına göre değişmekle birlikte CMC şeklinde sıralanmaktadır. Benzer sıralanma durumu kısmen bu çalışmada da tespit edilmiş olup, sıralamada yalnızca guar gam ve KBG yer değiştirmiştir. Sıralamadaki farklılık durumun KBG' nin yüksek sıcaklıkta maksimum viskozite değerine ulaşabilmiş olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Ayrıca Çizelge 4.4 incelendiğinde k ortalama değerlerinin KBG için guar gama göre daha varyasyonlu olduğu görülmektedir. Dolayısıyla deneysel ölçüm hatalarının da bu farklı sıralanma durumunun oluşmasına neden olması muhtemeldir.

Formülasyona ve gam dozuna bağlı olarak da ketçap örneklerinin k değerleri arasında önemli ($P<0.05$) farklılıklar belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.6). Çizelgede III. formülasyona göre hazırlanan ketçap örneklerinin en yüksek k değerleri ortalamasına sahip olduğu görülmektedir. Örneklerin k değerlerinde formülasyona bağlı farklılıklar bulunmasının, ketçapların hazırlandığı salça çözeltilerinin ÇKM miktarlarının ve buna bağlı olarak pulp miktarının ve çözünür pektin miktarının farklı olmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Rani ve Bains (1987), ketçaplarda k değerinin konsantrasyon, sıcaklık, pulp miktarı ve çözünür pektin miktarı gibi faktörlerden etkilendiğini, bu faktörlerden sıcaklık arttıkça k değerinin azaldığını ve diğer faktörler arttıkça ise k değerinin arttığını bildirmektedir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına (Çizelge 4.6) göre kullanılan gamın dozu artırıldığında örneklerin kıvam indeksi değerinde önemli ($P<0.05$) düzeyde artış olduğu saptanmıştır. Örneklerin k değerlerinde gam dozuna bağlı gözlenen farklılıklar, kullanılan gam konsantrasyonunun doğrudan örneğin viskozitesini etkilemesinden, dolayısıyla da viskoziteyle doğrusal ilişkili olan kıvam indeksi değerlerinin değişmesinden kaynaklanmaktadır. Nitekim Diaz ve Navaza (2003), kıvam indeksinin gam konsantrasyonu ve sıcaklık ile güçlü bir ilişki içinde bulunduğunu, gamın çözeltideki konsantrasyonu artırıldığında akışkanın k değerinin arttığını, buna karşılık çözelti sıcaklığı artırıldığında ise k değerinin azaldığını bildirmektedir.

4.1.3. Ketçap örneklerinin görünür viskozite değerlerine ait araştırma sonuçları

Ketçap örneklerinin görünür viskozite (η_{app}) değerleri araştırmanın materyal ve metot bölümünde belirtilmiş olan $\eta_{app} \text{ (Pa.s)} = \tau \text{ (Pa)} / \dot{\gamma} \text{ (s}^{-1}\text{)}$ eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmış olup, örneklerin görünür viskozite (η_{app}) ortalama değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 incelendiğinde ketçap örneklerinin görünür viskozite değerlerinin formülasyona, kullanılan gama ve gam dozuna bağlı olarak değiştiği, gam ilavesi yapılmış ketçap örneklerinin kontrol grubu örneklerden daha yüksek görünür viskozite değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Çizelgeye göre her bir formülasyon için

Çizelge 4.7. Ketchup örneklerinin görünür viskozite (η_{app} ; Pa.s) ortalama değerleri

F*	H** (rpm)	Gam maddesi																	
		Kıtre			Guar			CMC			Ksantan			KGB					
		Doz (%)			Doz (%)			Doz (%)			Doz (%)			Doz (%)					
1	0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1	
	2.5	15.19	32.73	54.43	17.54	36.09	126.16	17.33	22.20	42.52	13.46	50.79	104.73	15.81	41.71	89.22	15.81	41.71	89.22
	5	8.78	19.72	31.48	10.19	21.09	69.29	10.74	12.48	25.06	8.18	28.73	58.33	9.02	23.28	54.07	9.02	23.28	54.07
	10	5.11	11.20	18.24	5.93	12.34	38.60	6.09	7.16	15.17	4.75	16.32	33.27	5.47	12.84	31.57	5.47	12.84	31.57
	20	2.99	6.15	10.31	3.50	7.16	21.32	3.58	4.14	9.30	2.79	9.25	18.59	3.26	7.11	18.40	3.26	7.11	18.40
2	50	1.47	2.75	4.99	1.77	3.54	9.98	1.78	2.08	4.96	1.36	4.48	8.87	1.60	3.35	9.51	1.60	3.35	9.51
	100	0.91	1.54	2.98	1.08	2.11	5.71	1.08	1.27	3.13	0.83	2.67	5.46	0.98	2.02	5.95	0.98	2.02	5.95
	2.5	25.18	54.11	86.53	28.27	57.37	157.31	27.68	39.77	68.01	22.17	57.37	132.22	24.48	71.02	172.35	24.48	71.02	172.35
	5	16.05	32.85	48.46	18.08	31.54	86.69	16.03	21.38	38.27	14.03	32.22	74.31	15.22	39.77	96.42	15.22	39.77	96.42
	10	9.51	18.91	27.36	10.13	17.43	48.34	9.43	11.65	22.53	8.28	18.42	42.52	8.64	21.98	53.95	8.64	21.98	53.95
3	20	5.70	10.56	15.22	6.20	9.68	26.63	5.59	6.52	13.36	4.91	10.45	24.55	5.18	12.11	30.05	5.18	12.11	30.05
	50	2.87	4.61	7.27	3.14	4.65	12.40	2.81	3.20	6.93	2.45	4.97	12.05	2.70	5.47	14.26	2.70	5.47	14.26
	100	1.71	2.55	4.26	1.87	2.77	6.88	1.69	1.92	4.30	1.44	2.91	7.25	1.63	3.15	8.06	1.63	3.15	8.06
	2.5	43.38	82.96	106.90	45.74	80.64	173.03	51.96	56.88	87.96	35.37	77.49	158.81	39.54	96.73	182.06	39.54	96.73	182.06
	5	27.61	48.82	65.24	28.81	44.74	98.77	29.59	33.00	50.48	21.88	42.52	88.48	24.30	54.99	103.69	24.30	54.99	103.69
3	10	15.91	27.94	37.69	17.93	24.35	54.97	16.29	18.16	31.05	12.89	23.29	49.96	14.75	29.58	59.54	14.75	29.58	59.54
	20	9.14	15.96	21.17	10.53	12.90	30.86	9.44	10.07	18.26	7.63	13.05	28.11	8.52	15.73	33.38	8.52	15.73	33.38
	50	4.62	7.32	9.66	5.61	6.22	14.46	4.57	4.72	9.06	3.84	6.14	13.43	4.40	6.98	15.41	4.40	6.98	15.41
	100	2.77	3.97	5.51	3.50	3.69	8.04	2.78	2.76	5.42	2.27	3.63	7.89	2.69	3.75	8.63	2.69	3.75	8.63

* F: Formülasyon

** H: Viskozimetre başlık hızı

kullanılan gamın dozu artırıldığında örneklerin görünür viskozite değerlerinin üstel olarak arttığı gözlenmektedir. Ketçap örneklerinin hazırlandığı formülasyonlara göre bir değerlendirme yapılacak olursa çizelgede I. formülasyondan II. ve daha sonra III. formülasyon satırlarına geçildiğinde de görünür viskozite değerlerinde benzer bir artış olduğu görülmektedir. Mevcut çizelgede ayrıca kullanılan gamların her birinin ve bunların kullanım dozlarının örneklerin görünür viskozitelerini artırma oranlarının birbirinden farklı olduğu da gözlenmektedir. Her bir gam, formülasyon ve doz için kendi aralarında en yüksek görünür viskozite değerleri viskozimetre başlığının en küçük hız seviyesinde, en düşük görünür viskozite değerleri ise viskozimetre başlığının en büyük hız seviyesinde ölçülmüştür (Bkz. Çizelge 4.7).

Ketçap örneklerinin görünür viskozite (η_{app}) değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8' de ve görünür viskozite değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.8) göre, ketçap örneklerinin görünür viskozite değerleri üzerine tüm ana faktörlerin ve ikili interaksiyonların etkisinin $P < 0.01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir. Gam x formülasyon x hız interaksiyonunun örneklerin görünür viskozite değerleri üzerine etkisi $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunurken, diğer üçlü interaksiyonlar $P < 0.01$ seviyesinde örneklerin görünür viskozite değerlerini önemli ölçüde etkilemiştir. Buna karşılık gam x formülasyon x doz x hız dördümlü interaksiyonunun örneklerin görünür viskozite değerleri üzerinde önemli ($P > 0.05$) bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.9 incelendiğinde görünür viskozite değerlerinin Çizelge 4.6' da verilen k değerlerinin değişimine paralel bir değişim sergilediği görülmektedir. Power-law ($\eta_{app} = k \cdot \gamma^{(n-1)}$) eşitliğine göre görünür viskozite (η_{app}) kıvam indeksi (k) ile doğru orantılı olarak değişmektedir (İbanoğlu vd 1995). Bu nedenle örneklerin görünür viskozite değerlerinin aynı örneklerin k değerlerine paralel bir değişim göstermesi olağandır. Buna göre Çizelge 4.9' da kullanılan gama, formülasyona, gam dozuna ve ayrıca viskozimetrenin başlık hızına bağlı olarak örneklerin görünür viskozite değerleri arasında önemli ($P < 0.05$) farklılıklar bulunmuştur. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi

Çizelge 4.8. Ketçap örneklerinin görünür viskozite (η_{app}) değerlerine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gam (G)	4	3316.81058935	205.91**
Formülasyon (F)	2	11251.72656722	698.50**
Doz (D)	2	47801.19731167	2967.48**
Başlık hızı (H)	5	53183.85684611	3301.63**
G x F	8	131.05893088	8.14**
G x D	8	2101.08210102	130.43**
G x H	20	595.99977991	37.00**
F x D	4	555.62196222	34.49**
F x H	10	1818.04706767	112.86**
D x H	10	7914.37703411	491.32**
G x F x D	16	72.57883525	4.51**
G x F x H	40	26.58720077	1.65*
G x D x H	40	384.22433957	23.85**
F x D x H	20	112.17568167	6.96**
G x F x D x H	80	17.27130664	1.07
Hata	270	16.10834981	

(*) P<0.05 ve (**) P<0.01 seviyelerinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.9. Ketçap örneklerinin görünür viskozite (η_{app}) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Gam	KBG	Guar	Ksantan	Kitre	CMC	
	30.12 ^a	29.40 ^a	26.70 ^b	21.13 ^c	17.29 ^d	
Formülasyon	III	II	I			
	32.72 ^a	25.15 ^b	16.92 ^c			
Doz	III	II	I			
	42.87 ^a	20.87 ^b	11.04 ^c			
Başlık Hızı	2.5 rpm	5 rpm	10 rpm	20 rpm	50 rpm	100 rpm
	67.18 ^a	38.55 ^b	21.94 ^c	12.43 ^d	5.97 ^e	3.50 ^f

Değişik harfler P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

sonuçları KBG ve guar gam eklenerek hazırlanan örneklerin en yüksek η_{app} değerlerine sahip olduğunu ve bu değerlerin diğer gamların kullanıldığı örneklerin görünür viskozite değerlerinden önemli ($P<0.05$) farklılık gösterirken, kendi aralarında farklılığın bulunmadığını göstermiştir. Diğer gamların eklendiği örneklerin görünür viskozite ortalama değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanışının da örneklerin kıvam indeksi ortalama değerlerinin sıralanışında olduğu gibi ksantan gam, kitre zamkı ve CMC şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bu gamların kullanıldığı ketçap örneklerinin η_{app} değerlerinin ortalamaları arasında da farklılık önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Bkz. Çizelge 4.9). Kullanılan gamlara göre ketçap örneklerinin görünür viskozite değerleri arasında gözlenen bu farklılıklar mevcut gamların kimyasal yapılarının farklılığından kaynaklanmaktadır. Nitekim Alexander (1999a), hidrokolloidlerin viskoziteyi artırma özelliğinin, kimyasal yapı, konsantrasyon, sıcaklık, akış hızı ve ortamda bulunan diğer bileşenler gibi faktörlere bağlı olduğunu ve aynı sayıda şeker molekülü içeren hidrokolloidlerden, lineer zincir yapısına sahip olanların, dallanmış zincir yapısında olanlara göre gıda sistemlerinde daha viskoz yapı geliştirdiklerini bildirmektedir. Bu çalışmada ketçaplara eklenen gamlardan guar gam ve KBG lineer molekül yapısına sahip olduklarından örneklerin görünür viskozite değerlerini artırmada kullanılan diğer gamlardan daha etkili olmuşlardır. Ayrıca CMC eklenen örneklerin diğer gamların eklendiği örneklerden daha düşük viskoziteye sahip olması da, araştırmada kullanılan CMC' nin düşük yer değiştirme derecesine (degree of substitution=DS) sahip olduğunun bir göstergesi olabilir. DS derecesi azaldıkça CMC çözeltilerinin thixotrophic özelliği artar. Dolayısıyla sabit kayma hızlarında da viskozite değerlerinde zamana bağlı olarak bir düşüş gözlenmektedir. Ayrıca suda çözünür selüloz türevlerinin çözünürlüğü, sıcaklıkla ters orantılı olarak değişmektedir. Dolayısıyla yüksek sıcaklıklarda molekülün suda çözünürlüğü azalmaktadır (Feller ve Wilt 1990). Bu çalışmada gamlar ketçap örneklerine yüksek sıcaklıkta eklendiğinden CMC'nin çözünürlüğü yüksek sıcaklığa bağlı olarak azalmış, dolayısıyla ketçaplara yeterince kıvam kazandırılmamış, bunun sonucu olarak da CMC eklenen örneklerin görünür viskozite değerleri daha düşük ölçülmüş olabilir.

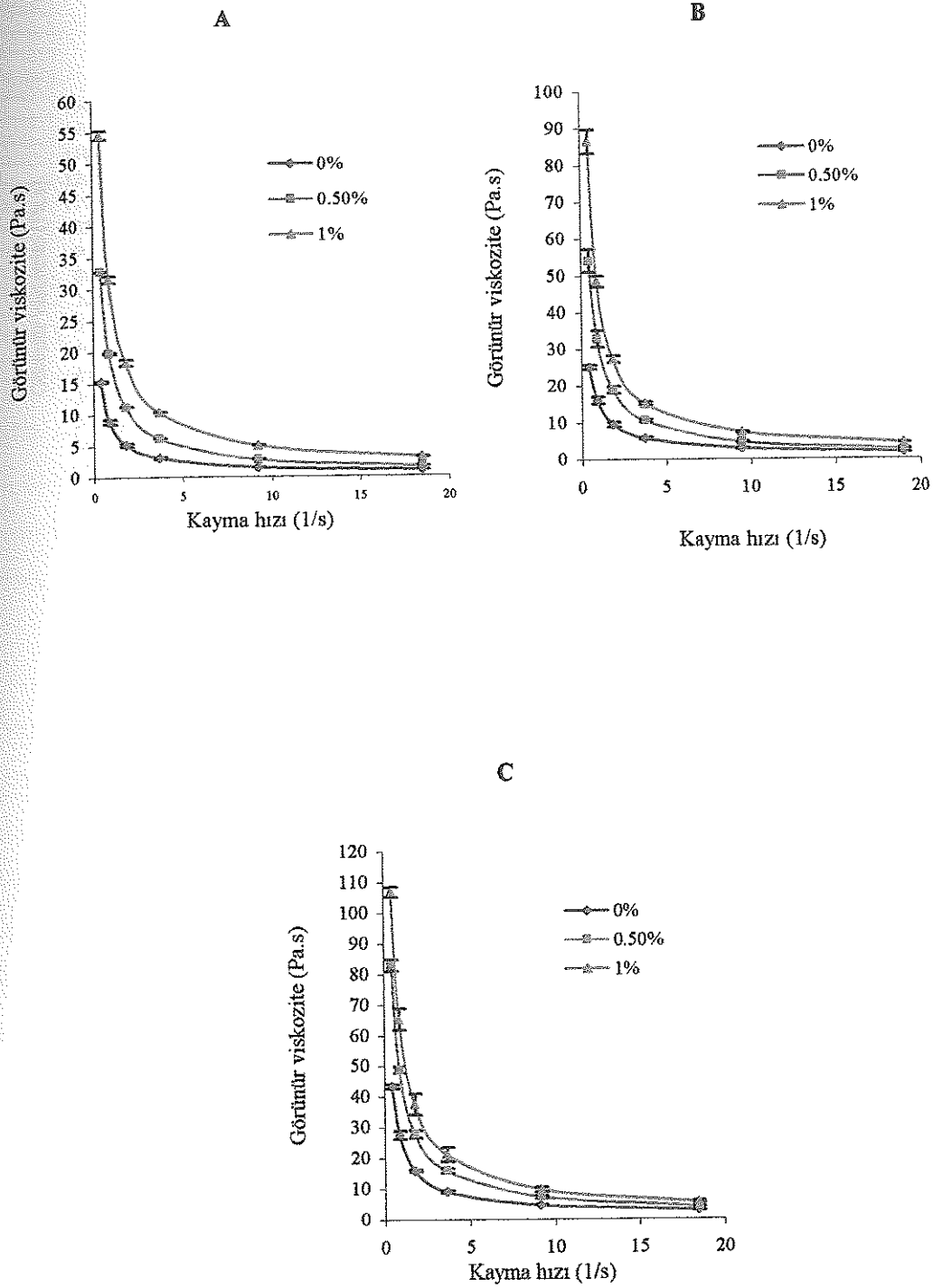
Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ayrıca pulp miktarı diğerlerinden daha yüksek olan III. formülasyona göre hazırlanan ve ayrıca % 1' lik gam ilavesinin

yapıldığı örneklerin görünür viskozite ortalama değerlerinin diğer formülasyonlara göre hazırlanan ve hiç gam eklenmemiş veya % 0.5 oranında gam eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozite ortalama değerlerinden daha yüksek olduğu göstermiştir (Bkz. Çizelge 4.9). Bu durum pulp miktarının ve gam dozunun artmasıyla görünür viskozite değerlerinin arttığının bir göstergesidir. Nitekim, Sidhu vd (1997), üç farklı hidrokoloidi (CMC, sodyum alginat ve akasya gamı) üç farklı doz seviyesinde (%0.75, %1.50, %2.25) ekleyerek hazırladıkları ketçap örneklerinde gam dozunun artmasıyla örneklerin görünür viskozite değerinin arttığını, ayrıca Rani ve Bains (1987), ketçalarda pulp miktarı arttıkça kıvam indeksinin (k) dolayısıyla viskozitenin arttığını bildirmişlerdir.

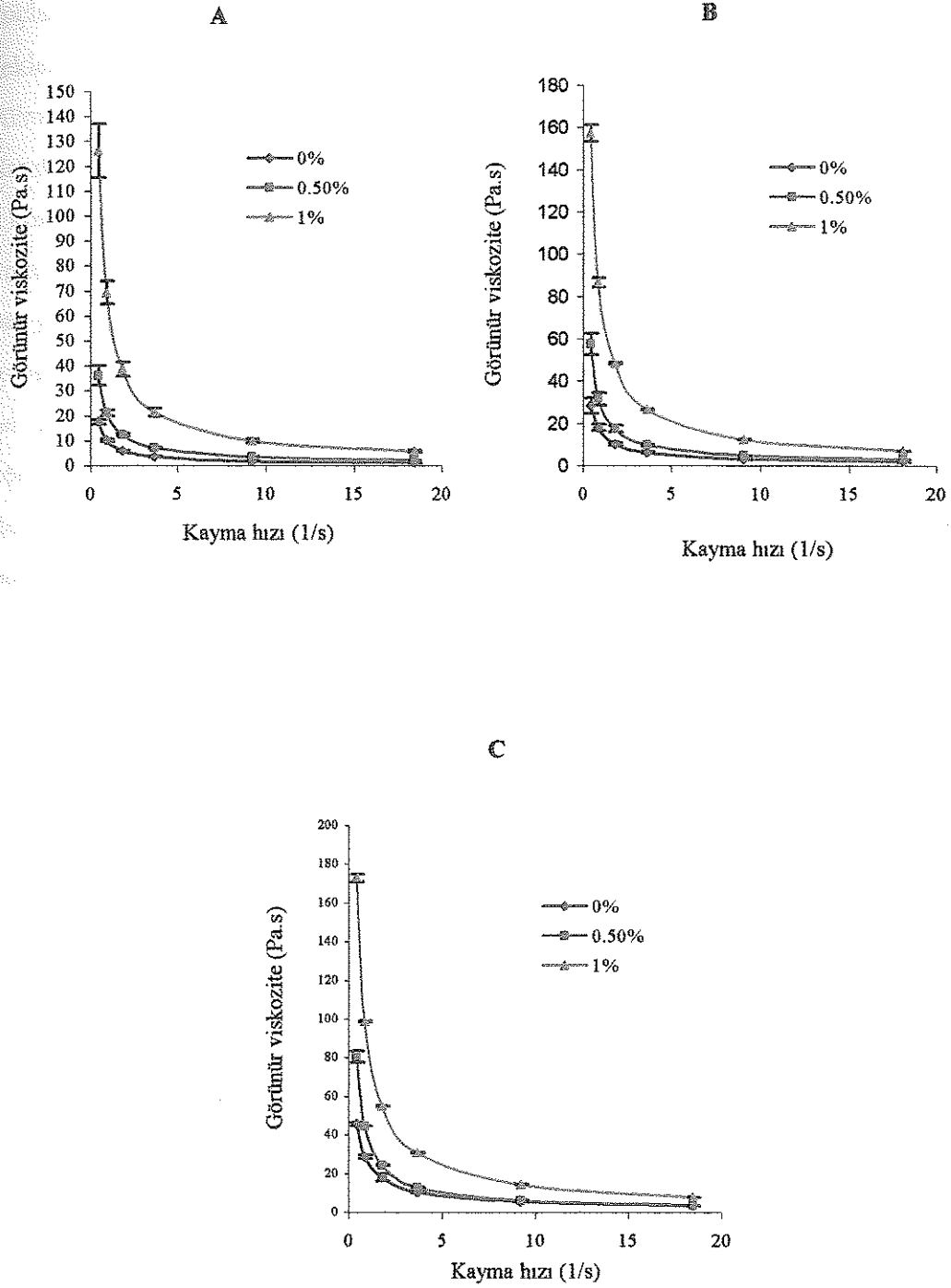
Ketçap örneklerinin ortalama görünür viskozite değerleri viskozimetrenin başlık hızı artırıldığında, dolayısıyla da kayma hızı artırıldığında önemli ($P < 0.05$) ölçüde azalmıştır (Bkz. Çizelge 4.9). Bu durum ketçap örneklerinin Newtonumsu olmayan, pseudoplastik karakterde akışkan olduğunun bir göstergesidir. Kayma hızının artmasıyla görünür viskozitenin azalması pseudoplastik (kaymayla incelen) karakterdeki akışkanların sergilediği bir durumdur. Domates ketçabının pseudoplastik akışkanların bingham plastik grubunda bulunduğu bildirilmektedir. Bu grupta sınıflandırılan pseudoplastik akışkanlarda sahip olunan internal kuvvetler nedeniyle ilk akışın gerçekleşmesi belirli bir kayma geriliminin (yield stres) aşıldığı noktada söz konusu olmaktadır (Howard 1991).

Ketçap örneklerinin kullanılan gama, formülasyona ve gam dozuna bağlı olarak görünür viskozite değerlerinin kayma hızıyla değişim grafikleri sırasıyla Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5' de görülmektedir.

Kitre zımkı eklenerek, üç farklı formülasyona göre hazırlanan örneklerde, her bir formülasyon için gam eklenmemiş kontrol örneklerinin görünür viskozite değerlerine ait eğrilerin birbirinden farklı olduğu görülmektedir (Şekil 4.1). III. formülasyonda kontrol örneğinin görünür viskozite değerleri II. formülasyonun kontrol örneğinin görünür viskozite değerlerinden ve bunların da I.formülasyondaki kontrol örneğinin görünür viskozite değerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu



Şekil 4.1. Kayma hızının kitre zıncığı eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozitesine etkisi: (A) 1. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri; (B) 2. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri; (C) 3. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri (grafik lejantları üzerindeki çubuklar \pm %5 hata limitlerini göstermektedir)

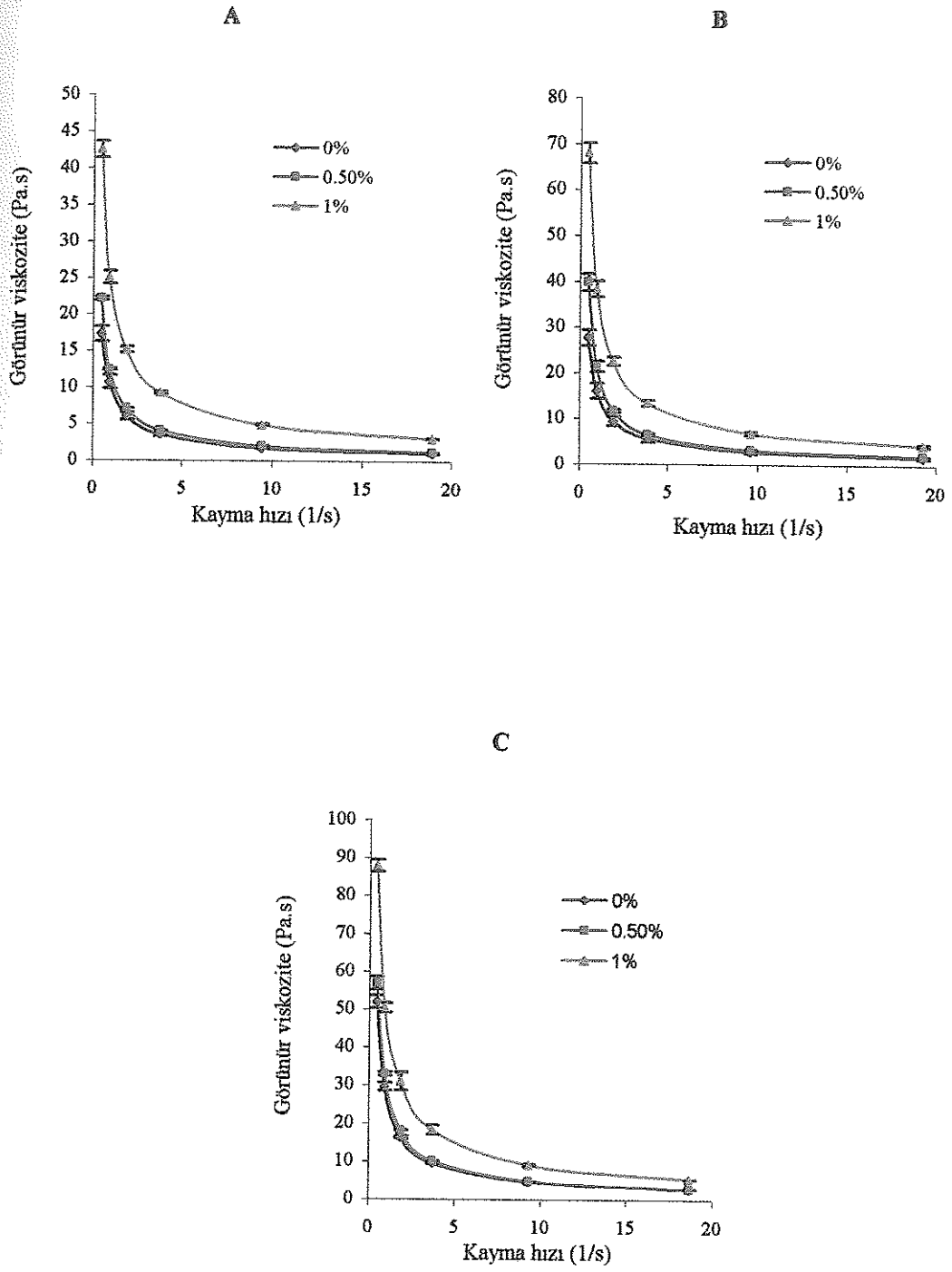


Şekil 4.2. Kayma hızının guar gam eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozitesine etkisi: (A) 1. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri; (B) 2. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri; (C) 3. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri (grafik lejantları üzerindeki çubuklar \pm %5 hata limitlerini göstermektedir)

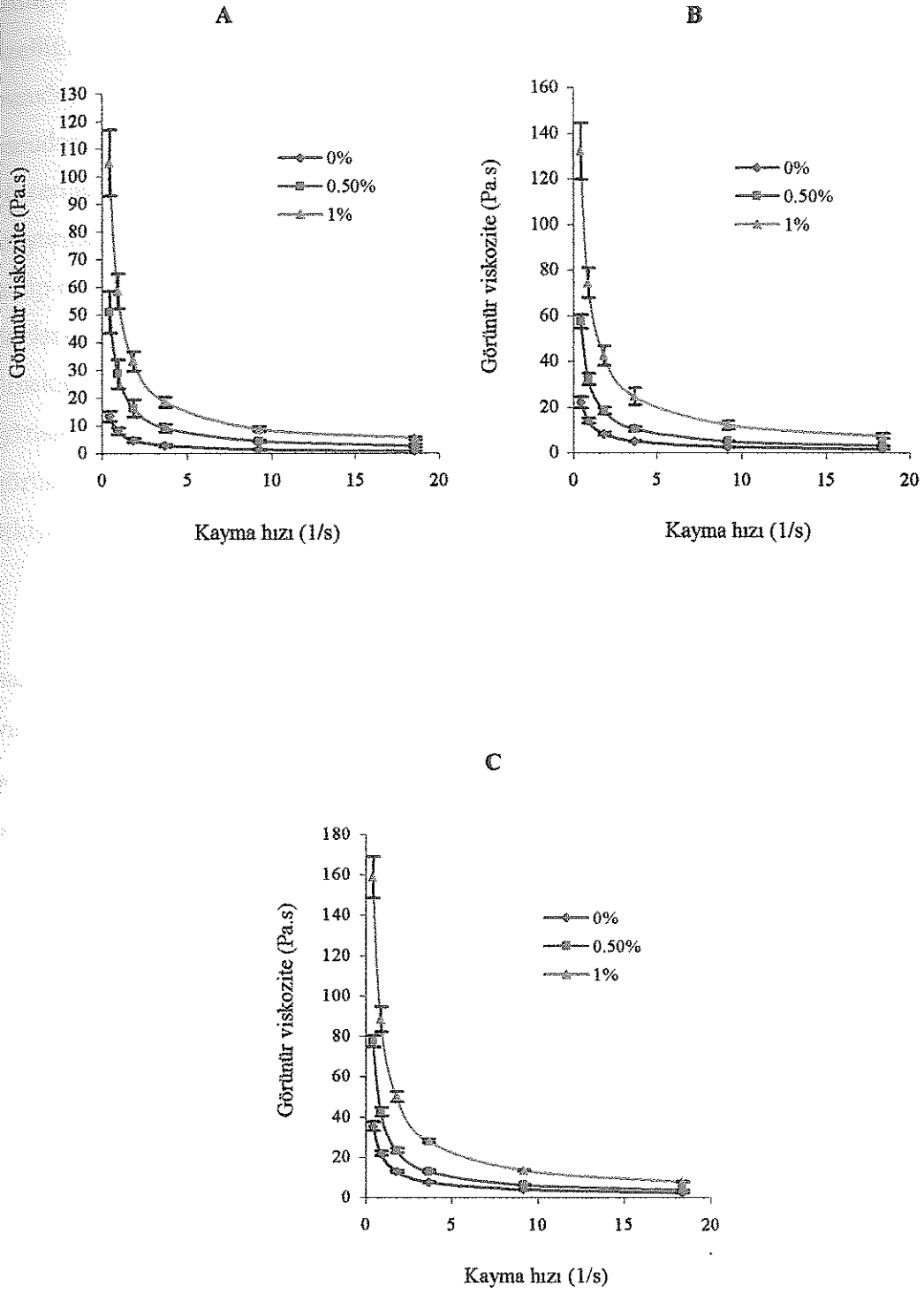
sonuçlara göre ketçapların hazırlandığı salça çözeltilerinin °Brix değeri arttıkça örneklerin görünür viskozite değerlerinde gam eklenmeden de bir artış sağlandığı görülmektedir. Buna karşılık her üç formülasyon için de gam eklenen örneklerde kullanılan gam dozuna bağlı olarak görünür viskozite değerlerinde belirgin bir artma söz konusudur. Ancak her üç grafik (Bkz. Şekil 4.1) dikkatle incelenecek olursa yüksek kayma hızlarında (9.21-18.95 s⁻¹) örneklerin görünür viskozite değerlerinin birbirine daha yakın olduğu da gözlenmektedir. Çünkü yüksek kayma hızlarında örneklere uygulanan kayma gerilimi (shear stress) artmakta ve artan kuvvet etkisiyle örnekler daha akışkan forma geçmektedir. Dolayısıyla gam eklenmiş olsun ya da olmasın örneklerin görünür viskozite değerleri bu hızlarda birbirine daha yakın aralıklarda değerler almaktadır. Bu durum aynı zamanda ketçapların pseudoplastik doğasının bir sonucudur.

Şekil 4.2 incelendiğinde üç farklı formülasyona göre guar gam eklenerek hazırlanan ketçap örneklerinin görünür viskozite eğrilerinin de kitre zamkı eklenen örneklere benzer olduğu görülmektedir. Ancak her üç formülasyonda da kontrol örnekleri ile %0.5 gam ilave edilmiş olan örneklerin görünür viskozite değerleri kitre zamkı kullanılan örneklere göre birbirine daha yakın eğriler oluşturmuştur. Hatta III. formülasyonda kontrol örneğinin en yüksek kayma hızındaki görünür viskozite değeri (3.50 Pa.s) aynı formülasyonun %0.5 guar eklenmiş olan örneğinin aynı kayma hızındaki değerine (3.69 Pa.s) oldukça yakındır. Kontrol örnekleri ile %0.5 gam eklenmiş örneklerin görünür viskozite eğrilerinde benzer bir durum CMC ilave edilmiş örneklerde de gözlenmektedir (Şekil 4.3). Ancak bu grafiklerde kontrol örnekleri ile %0.5 CMC eklenmiş örneklerin görünür viskozite değerlerinin neredeyse birbiriyle örtüştüğü görülmektedir (Şekil 4.3 (A) ve (C)). Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de, Şekil 4.1' den farklı olarak gözlenen bu durumun gamların özgün özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada kullanılan gamların sulu çözeltileri pseudoplastik karakterde olup, yalnızca CMC' nin, hidroksil gruplarının karboksil grupları ile yer değişiminin daha az



Şekil 4.3. Kayma hızının CMC eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozitesine etkisi: (A) 1. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri; (B) 2. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri; (C) 3. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri (grafik lejantları üzerindeki çubuklar \pm %5 hata limitlerini göstermektedir)

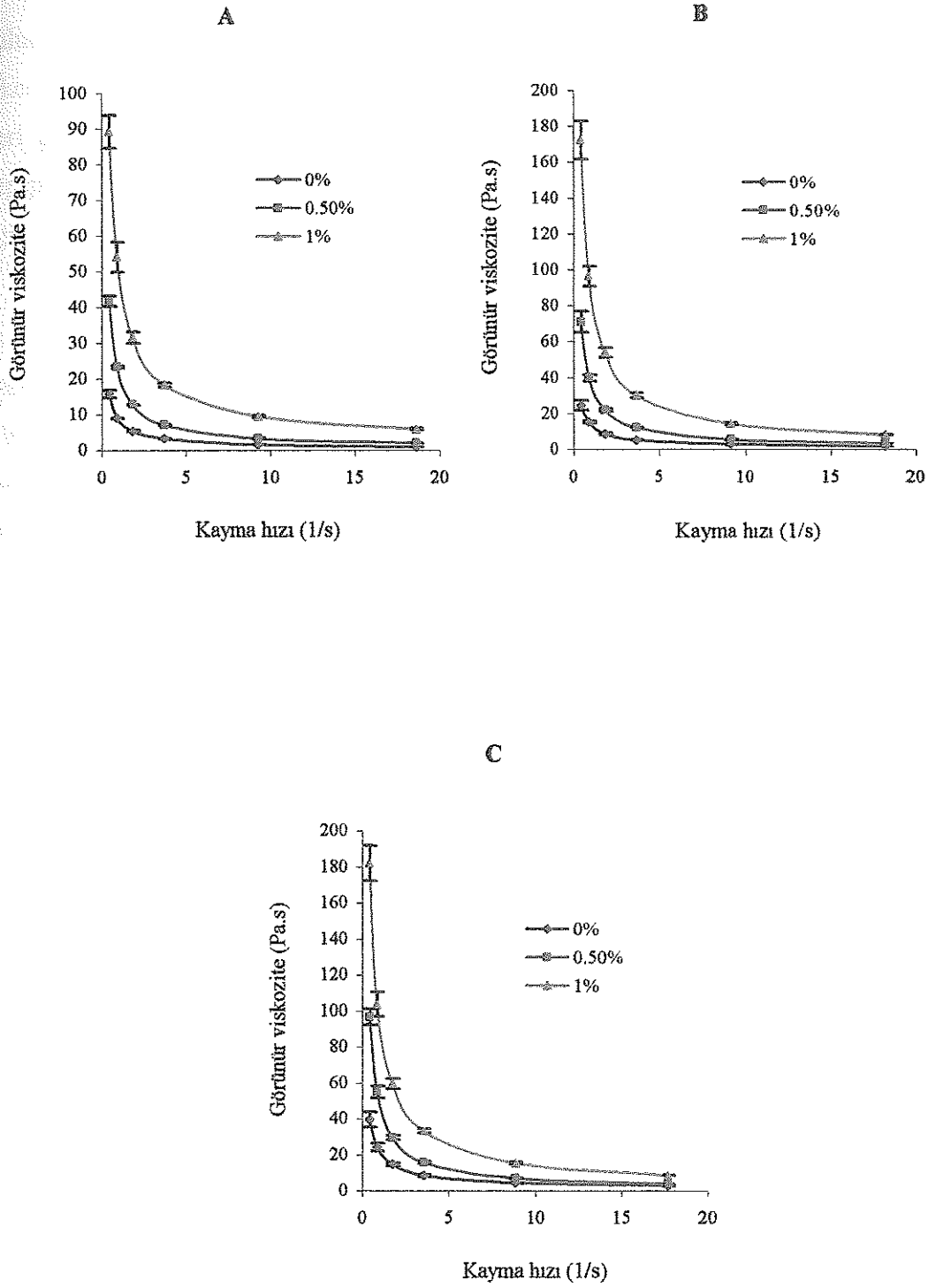


Şekil 4.4. Kayma hızının ksantan gam eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozitesine etkisi: (A) 1. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri; (B) 2. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri; (C) 3. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri (grafik lejantları üzerindeki çubuklar \pm %5 hata limitlerini göstermektedir)

olduğu düşük DS değerlerinde ve molekül ağırlığı artıka çözeltilerin thixotropic özelliği artmaktadır. Thixotropic akışkanlarda sabit kayma hızlarında zamana bağlı pseudoplastiklik özelliğinin farklı olmasından yani guar gamın kitre zamkına göre daha pseudoplastik karakterde olmasından ve CMC' nin kısmen thixotropic özellik göstermesinden kaynaklandığı söylenebilir. Elde edilen bugulara göre ayrıca araştırmada kullanılan CMC' nin düşük DS değerine veya düşük molekül ağırlığına sahip olduğu sonucuna da ulaşılabilir. Şekil 4.2 ve Şekil 4.3 incelendiğinde yüksek gam dozlarında (%1) ise örneklerin görünür viskozite değerlerinde, gam eklenmemiş kontrol örneklerine ve %0.5 oranında gam eklenmiş örneklere göre daha belirgin bir artış gözlenmiştir. Buradan kullanılan gam dozunun belli bir seviyeden sonra örneklerin görünür viskozite değerleri üzerinde gamların özđün özelliklerinden daha güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılabilir.

Şekil 4.2 ve 4.3' de de yine Şekil 4.1' de olduğu gibi ketçap örneklerinin hazırlandığı salça çözeltisinin °Brix değeri artıka kontrol örneklerinin görünür viskozite değerleri de artmıştır. Gam kullanılmamış bu örneklerdeki söz konusu artış salça çözeltisinin ÇKM miktarının artmasına bağlı olarak, formülasyona giren pulp miktarının ve çözünür pektin miktarının artmasıyla ilişkilidir. Domates ürünlerinde kıvam üzerine mevcut pulp ve pektin miktarının etkisi bu grafiklerde (Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5) gösterilen kontrol örneklerinde belirgin Şekilde ortaya çıkmaktadır.

Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3' de görüldüğu gibi ksantan gam (Şekil 4.4) ve KBG (Şekil 4.5) eklenen ketçap örneklerinin kullanılan formülasyonda salça çözeltisinin °Brix değeri artırıldığında görünür viskozite değerleri artmıştır. Gam dozunun artmasına bağlı olarak görünür viskozite değerlerinde gözlenen artış bu grafiklerde de (Bkz. Şekil 4.4 ve 4.5) Şekil 4.1' de olduğu gibi oldukça belirgindir. Ayrıca Şekil 4.4' de tüm formülasyonlar için %1 oranında ksantan gam eklenen örneklerin en düşük kayma hızındaki görünür viskozite değerlerinin diğer kayma hızlarında ölçülen görünür viskozite değerlerinden daha değişken olduğu görülmektedir. Viskozite ölçümleri tüm örneklerde aynı sıcaklık derecesinde (25 ± 0.1) ve aynı örnek miktarında (500 ml' lik beherde 8.5 cm örnek yüksekliği) yapılmış olmasına rağmen %1 ksantan gam eklenen örneklerin en düşük kayma hızında görünür viskozite değerlerinin diğer gamların aynı



Şekil 4.5. Kayma hızının KBG eklenmiş ketçap örneklerinin görünür viskozitesine etkisi: (A) 1. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri; (B) 2. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri; (C) 3. formülasyona göre hazırlanmış ketçap örnekleri (grafik lejantları üzerindeki çubuklar \pm %5 hata limitlerini göstermektedir)

oranda eklendiği örneklerinin görünür viskozite değerlerine göre daha değişken bulunması, ölçümler esnasında termal dengenin sağlanması için gerekli sürenin her bir tekerrürde aynı hassasiyette beklenmemiş olmasından kaynaklanan deneysel bir hatadan ileri gelebileceği gibi, özellikle ksantan gamın %1' lik oranda eklendiği örneklerin yapışkanimsı, sünme görülen ve tam homojen olmayan bir yapıya sahip olmasıyla da ilgili olabilir.

Kayma hızına bağlı olarak ketçap örneklerinin görünür viskozite değerlerinin değişimini gösteren Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5' de tüm örneklerde kayma hızının artmasıyla görünür viskozite değerlerinin azaldığı görülmüştür. Pseudoplastik akışkanların sergiledikleri söz konusu durum, pseudoplastik olan ketçap örnekleri için beklenen bir durumdur.

4.2. Bostwick Konsistometresi Akış Değerlerine Ait Araştırma Sonuçları

Üretilen ketçap örneklerinin Bostwick konsistometresinde gözlenen ortalama akış değerleri (cm) Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Ketçap örneklerinin Bostwick konsistometresi akış değerleri (cm)

*F	Doz (%)	Kullanılan hidrokolloid									
		Kitre zamkı		Guar gam		CMC		Ksantan gam		KBG	
		1.Tek.	2.Tek.	1.Tek.	2.Tek.	1.Tek.	2.Tek.	1.Tek.	2.Tek.	1.Tek.	2.Tek.
	0	12.50	12.00	11.70	12.20	13.00	11.40	13.80	11.50	11.40	10.80
I.	0.5	9.05	9.00	8.70	8.55	11.60	10.80	7.70	6.75	8.30	8.80
	1	6.90	6.40	3.40	4.15	8.40	7.70	3.40	3.20	5.70	4.90
	0	7.55	7.80	7.30	7.25	8.90	7.60	9.00	7.50	7.50	6.45
II.	0.5	5.65	5.90	6.60	4.90	8.65	7.30	5.70	5.20	5.30	4.80
	1	3.80	4.30	3.00	2.85	6.20	5.50	2.20	1.80	3.00	2.85
	0	5.70	5.40	4.50	4.75	5.80	5.60	6.30	5.85	5.60	4.60
III.	0.5	3.60	3.80	3.40	3.25	5.50	5.35	4.30	2.40	3.80	3.10
	1	1.80	2.30	1.80	1.75	3.70	3.65	1.15	0.80	2.15	1.65

* F: Formülasyon

Çizelge 4.10 incelendiğinde ketçap örneklerinin konsistometrede 30 s' de kat ettiği mesafelerin 0.80 cm ile 13.80 cm arasında değiştiği görülmektedir. Tüm formülasyonlarda gam eklenmemiş kontrol örnekleri gam eklenmiş örneklerden daha uzun akış mesafesine sahip olmuştur. Gam ilavesi yapılmış örneklerde en uzun akış mesafesi %0.5 oranında CMC eklenmiş ketçap örneğinde görülürken, en kısa akış mesafesi %1 oranında ksantan gam eklenmiş örnekte tespit edilmiştir.

Örneklerinin Bostwick konsistometresinde gözlenen ortalama akış değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11' de ve örneklerin akış değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.12' de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.11) göre ketçap örneklerinin akış değerleri üzerine tüm ana faktörlerin ve gam x doz, formül x doz interaksyonlarının etkisinin $P < 0.01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir. Ketçap örneklerinin kullanılan gama, formülasyona ve gam dozuna bağlı olarak kıvam indeksi değerleri dolayısıyla akış özellikleri değiştiği için ana faktörlerin örneklerin k değerlerinde olduğu gibi konsistometredeki akış mesafeleri üzerinde de etkili olması doğaldır. Buna karşılık gam x formülasyon ikili interaksyonu ile gam x formülasyon x doz üçlü interaksyonunun ketçap örneklerinin akış değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Çizelge 4.11. Ketçap örneklerinin Bostwick konsistometresi akış değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gam (G)	4	14.42566667	43.21**
Formülasyon (F)	2	191.28302778	572.99**
Doz (D)	2	165.85552778	496.82**
G x F	8	0.57972917	1.74
G x D	8	3.74347917	11.21**
F x D	4	7.37702778	22.10**
G x F x D	16	0.34138542	1.02
Hata	45	0.33383333	

(**) $P < 0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.12. Ketçap örneklerinin Bostwick konsistometresi akış değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	CMC	Kitre	KBG	Guar	Ksantan
Gam	7.59 ^a	6.30 ^b	5.59 ^c	5.56 ^c	5.48 ^c
Formülasyon	I	II	III		
	8.79 ^a	5.74 ^b	3.78 ^c		
Doz (%)	0.0	0.5	1.0		
	8.38 ^a	6.26 ^b	3.68 ^c		

Değişik harfler P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Çizelge 4.12 incelendiğinde konsistometrede en uzun akış değerinin gamlardan CMC, formülasyonlardan I. Formülasyon ve gamların doz seviyelerinden % 0.0 için tespit edildiği görülmektedir. Buna karşılık en kısa akış değeri ise gamlardan ksantan gam, formülasyonlardan III. Formülasyon ve % 1.0 gam dozu seviyesinde gözlenmiştir. Ayrıca kullanılan gama, formülasyona, gam dozuna bağlı olarak örneklerin akış değerleri arasında önemli (P<0.05) farklılıklar saptanmıştır.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre konsistometredeki akış mesafesi ile örneklerin kıvam indeksi dolayısıyla görünür viskozite değerleri arasında ters yönlü bir ilişki bulunduğu görülmektedir. Yani tüm ana faktörler için kıvam indeksi değeri arttıkça akış mesafesi kısalmıştır. Konsistometrede sergilenen akış mesafesi ile ilgili sıralanmalar (Bkz. Çizelge 4.12) kıvam indeksi değerleri için gözlenen sıralamanın (Bkz. Çizelge 4.6) kısmen tersi şeklinde gerçekleşmiştir. Örneklerin kullanılan gamlara göre ortalama k değerlerinin sıralanışı KBG > guar gam > ksantan gam > kitre zamkı > CMC şeklinde iken (Bkz. Çizelge 4.9) bu sıralama ortalama akış değerleri için CMC > kitre zamkı > KBG > guar gam > ksantan gam şeklinde tespit edilmiştir. Burada birinci sıralamaya göre yer değiştiren gamlar ksantan gam ve KBG' dir. Sıralamada gözlenen bu farklılık ksantan gamın örneklerin viskozitesini artırmada KBG ve guar gama göre daha az etkin olmasına, dolayısıyla konsistometrede akış mesafesinin KBG ve guar gama göre daha uzun olması beklenilirken, özellikle %1 doz seviyesinde ksantan gam eklenen örneklerin yapışkan bir tekstür kazanması sonucu örneklerin akış mesafesinin kısalmasıyla ilgili olabilir. Bununla birlikte konsistometrede akış değerinin belirlenmesi kısmen subjektif bir ölçüm yöntemi olup, kişisel gözlem hataları da bu farklılığa neden

olmuş olabilir. Ancak KBG, guar gam ve ksantan gam eklenmiş örneklerin konsistometredeki ortalama akış mesafeleri arasında istatistiksel olarak önemli ($P>0.05$) bir farklılık bulunmamıştır.

Ketçap örnekleri üzerinde yapılan benzer bir araştırmada (Gujral vd 2002), araştırmacılar farklı hidrokollidleri % 0.5 oranında ekleyerek hazırladıkları 28 °Brix' lik ketçap örnekleri için kıvam indeksi değerlerinin sıralamasının guar gam > ksantan gam > CMC > sodyum alginat > akasya gamı > pektin şeklinde ve örneklerin konsistometrede ölçülen akış değerleri sıralamasının ise pektin > akasya gamı > sodyum alginat > guar gam > CMC > ksantan gam şeklinde gözlendiğini bildirmektedirler. Kullanılan hidrokolloidlere göre kıvam indeksi ile akış değerleri için literatürde belirtilen sıralanma şekli mevcut çalışmamızda gözlenen sıralanma şekline oldukça benzerdir. Literatürde de ksantan gam eklenmiş örneklerin kıvam indeksi bakımından guar gam eklenmiş örneklerden daha düşük değere sahip olmasına rağmen, bu örneklerin konsistometrede kat ettiği akış mesafesi guar gam eklenmiş olan örneklerden daha kısa olmuş ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Ancak daha önceden de belirtildiği üzere mevcut çalışmamızda ksantan gam eklenmiş örneklerin ortalama akış değerleri ile KBG ve guar gam ilave edilmiş örneklerin ortalama akış değerleri arasında önemli ($P>0.05$) bir farklılık saptanmamıştır.

Ketçap formülasyonuna ve gam dozuna bağlı olarak örneklerin akış değerleri arasında gözlenen farklılıklarının ise yine örneklerin kıvam indeksi değerleriyle yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. Buna göre pulp miktarı yüzdesinin daha az olduğu I. formülasyona göre hazırlanmış ve gam eklenmemiş kontrol örneklerinin akış değerlerinin en yüksek ortalamaya sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu durum da aynı şekilde I. formülasyona göre hazırlanan ketçap örneklerinin kıvam indeksi dolayısıyla da görünür viskozite değerlerinin II. ve III. formülasyonlara göre hazırlanan örneklerinkinden daha düşük olmasıyla açıklanabilir. Diğer taraftan ketçap örneklerinde kullanılan gamın dozu artırıldığında örneklerin akış değeri buna bağlı olarak kısalmıştır ($P<0.05$). Gam dozunun artırılmasıyla örneklerin kıvam indeksi ve buna bağlı olarak görünür viskozite değerleri arttığı için, bu değerlerle negatif ilişki içinde olan akış değeri, örneklere ilave edilen gamın dozu artırıldığında azalmıştır.

4.3. Ketçap Örneklerinin Serum Ayrılması Değerlerine Ait Araştırma Sonuçları

Üretilen ketçap örneklerinde serum ayrılması değerleri araştırmanın materyal ve metot bölümünde belirtilmiş olan iki ayrı yöntemle göre belirlenmiştir. Bu yöntemlerden birincisi ketçap örneklerinde 60 mesh' lik bir elekten 900 saat süresince ayrılan serum miktarlarının belli zaman aralıklarında ölçülmesi ile gerçekleştirilirken, diğer yöntemde ise üretimden 2 gün sonra örneklerin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle ayrılan serum miktarları belirlenmiştir.

4.3.1. Örneklerin zamana bağlı olarak serum ayrılma oranları

Örneklerin I. formülasyon, II. formülasyon ve III. formülasyon için zamana bağlı olarak belirlenen birinci ve ikinci tekerrürlerin ortalama serum ayrılması değerleri sırasıyla Çizelge 4.13a, Çizelge 4.13b ve Çizelge 4.13c' de verilmiştir.

Mevcut çizelgelerdeki (Çizelge 4.13a, 4.13b ve 4.13c) değerler incelendiğinde I. formülasyona göre üretilen, kontrol grubu ve gam eklenmiş ketçap örneklerinin serum ayrılması değerlerinin diğer formülasyonlara göre üretilen ketçaplardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Ketçap formülasyonlarında kullanılan sulandırılmış salçanın ÇKM miktarının artmasına bağlı olarak, ayrıca ketçaplara gam eklenmesiyle, örneklerden ayrılan serum oranı azalmış, hatta gam eklenen bazı örneklerde ilk 8 saat içinde serum ayrılması gözlenmemiştir. Buna karşılık depolama süresine bağlı olarak tüm örneklerin serum ayrılma oranlarının arttığı görülmüştür.

Çizelge 4.13a, 4.13b ve 4.13c' ye göre I., II. ve III. formülasyonlara göre üretilen ve gam eklenmemiş kontrol grubu ketçap örneklerinde 900 saat depolama sonunda gözlenen serum ayrılma oranları sırasıyla, %44.69-51.05, %35.70-44.45 ve %30.99-34.76 aralıklarında değişmiştir.

Gam eklenen ketçap örneklerinde 900 saat depolama süresince ayrılan serum miktarları eklenen gama bağlı olarak değişkenlik göstermiş, fakat örneklere gam eklenmesi genel olarak serum ayrılma oranını azaltmıştır.

Çizelge 4.13a. Kitle zımkı ve guar gam eklenmiş ketçap örneklerinin zamana bağlı ortalama serum ayrılması değerleri (%) ($X \pm SE$)

Gam	Formülasyon	I.			II.			III.			
		0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1	
Kite	Doz (%)	1	36.82 ± 0.18	6.01 ± 0.62	1.25 ± 0.72	17.39 ± 8.48	2.89 ± 0.53	0.51 ± 0.51	16.20 ± 0.62	0.57 ± 0.56	0.00 ± 0.00
		2	40.28 ± 0.80	8.33 ± 0.80	2.06 ± 1.52	21.34 ± 8.81	4.12 ± 0.58	0.54 ± 0.54	20.46 ± 0.89	1.15 ± 1.12	0.00 ± 0.00
		4	43.01 ± 0.74	12.02 ± 1.08	3.38 ± 1.86	25.66 ± 8.70	6.64 ± 0.60	1.68 ± 1.68	23.43 ± 0.85	2.77 ± 1.92	0.01 ± 0.01
		8	44.66 ± 1.02	16.04 ± 1.04	5.20 ± 2.70	30.30 ± 6.85	8.68 ± 1.03	2.09 ± 1.86	26.03 ± 0.97	4.35 ± 2.70	0.35 ± 0.35
		24	45.96 ± 1.00	22.57 ± 0.34	9.21 ± 4.56	36.80 ± 3.03	13.83 ± 2.94	4.24 ± 1.10	27.86 ± 0.29	7.65 ± 4.33	1.77 ± 0.35
		48	46.62 ± 0.36	26.46 ± 0.69	10.87 ± 4.04	39.33 ± 1.83	17.14 ± 4.52	5.92 ± 1.74	29.71 ± 2.11	10.96 ± 5.94	2.93 ± 0.61
		168	47.20 ± 0.92	29.77 ± 0.38	14.37 ± 2.35	41.69 ± 0.69	23.03 ± 5.75	10.99 ± 2.80	31.30 ± 1.56	16.05 ± 6.56	6.02 ± 1.00
		336	47.78 ± 0.46	30.90 ± 0.02	17.10 ± 0.97	42.08 ± 0.97	25.88 ± 4.09	14.29 ± 3.15	32.23 ± 1.18	18.73 ± 6.03	8.61 ± 0.94
		504	48.76 ± 0.36	31.16 ± 0.10	18.81 ± 0.27	42.61 ± 0.52	28.15 ± 2.82	17.11 ± 3.07	32.68 ± 1.03	20.34 ± 5.42	10.44 ± 1.14
		672	48.82 ± 0.30	31.86 ± 0.52	20.63 ± 1.18	43.56 ± 0.52	30.55 ± 1.44	19.63 ± 3.04	33.21 ± 0.89	22.28 ± 5.56	12.61 ± 0.66
Guar	Süre (saat)	840	49.85 ± 0.33	32.40 ± 0.98	22.89 ± 0.71	44.42 ± 1.36	31.37 ± 1.20	21.25 ± 3.21	34.14 ± 0.51	23.51 ± 5.32	13.68 ± 0.88
		900	50.10 ± 0.56	32.84 ± 1.39	23.27 ± 0.49	44.45 ± 1.38	31.50 ± 1.14	21.48 ± 3.05	34.69 ± 0.08	23.77 ± 5.42	14.07 ± 0.79
		1	34.39 ± 3.16	0.01 ± 0.01	0.00 ± 0.00	26.23 ± 2.94	0.01 ± 0.01	0.00 ± 0.00	15.80 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.01
		2	38.05 ± 2.36	0.02 ± 0.00	0.00 ± 0.00	29.92 ± 1.91	0.06 ± 0.04	0.00 ± 0.00	19.01 ± 0.20	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.00
		4	40.97 ± 0.85	0.21 ± 0.19	0.00 ± 0.00	32.51 ± 0.70	0.11 ± 0.09	0.00 ± 0.00	21.76 ± 1.23	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.00
		8	41.73 ± 0.15	0.91 ± 0.32	0.00 ± 0.00	33.55 ± 0.36	0.69 ± 0.10	0.00 ± 0.00	23.14 ± 1.27	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.01
		24	43.59 ± 0.58	2.74 ± 0.20	0.01 ± 0.01	35.65 ± 1.15	2.44 ± 0.10	0.01 ± 0.01	25.19 ± 2.13	1.91 ± 0.16	0.04 ± 0.01
		48	44.46 ± 0.78	4.72 ± 0.02	0.43 ± 0.25	36.95 ± 1.23	4.56 ± 0.14	0.53 ± 0.08	25.45 ± 2.37	3.86 ± 0.02	0.71 ± 0.05
		168	46.15 ± 1.16	11.60 ± 1.27	3.57 ± 0.29	37.62 ± 1.83	11.99 ± 0.88	3.42 ± 0.21	26.73 ± 2.46	11.28 ± 0.52	2.56 ± 0.04
		336	47.03 ± 1.51	20.05 ± 4.15	8.56 ± 1.07	38.71 ± 1.95	19.62 ± 2.50	7.59 ± 0.30	28.63 ± 2.74	20.18 ± 2.08	5.49 ± 1.36
504	47.40 ± 1.31	25.36 ± 3.82	12.54 ± 1.24	39.50 ± 2.11	24.02 ± 2.10	10.82 ± 0.15	30.04 ± 3.01	23.03 ± 1.41	7.51 ± 1.70		
672	48.16 ± 0.77	29.03 ± 3.25	15.93 ± 0.22	39.88 ± 1.89	26.94 ± 4.70	14.21 ± 0.84	30.61 ± 2.95	25.30 ± 1.83	9.37 ± 1.43		
840	48.36 ± 0.73	30.48 ± 2.75	18.54 ± 0.41	40.09 ± 1.83	28.04 ± 4.26	16.75 ± 1.97	30.94 ± 3.00	26.25 ± 1.61	11.08 ± 0.52		
900	48.40 ± 0.73	30.73 ± 2.70	19.08 ± 0.76	40.31 ± 1.65	28.27 ± 4.29	17.37 ± 2.22	30.99 ± 3.02	26.37 ± 1.71	11.31 ± 0.74		

Çizelge 4.13b. CMC ve ksantan gam eklenmiş ketçap örneklerinin zamana bağlı ortalama serum ayrılması değerleri (%) (X ± SE)

Gam	Formülasyon	I.			II.			III.		
		0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1
CMC	Doz (%)	36.35 ± 3.33	4.01 ± 0.23	0.00 ± 0.00	26.61 ± 4.44	1.83 ± 0.57	0.00 ± 0.00	18.02 ± 2.96	0.77 ± 0.38	0.01 ± 0.01
		40.35 ± 2.71	5.17 ± 0.12	0.01 ± 0.00	30.60 ± 4.49	2.90 ± 0.41	0.00 ± 0.00	21.07 ± 1.81	1.00 ± 0.56	0.02 ± 0.02
		43.84 ± 1.75	7.24 ± 0.33	0.19 ± 0.18	33.96 ± 3.79	4.29 ± 0.53	0.01 ± 0.01	24.39 ± 0.99	2.18 ± 0.48	0.03 ± 0.03
		44.88 ± 1.38	8.67 ± 0.12	0.41 ± 0.39	35.35 ± 2.99	5.92 ± 0.93	0.24 ± 0.24	25.95 ± 1.20	2.94 ± 1.23	0.04 ± 0.03
		46.71 ± 0.95	12.14 ± 0.35	2.14 ± 0.48	37.02 ± 1.86	9.97 ± 1.34	1.98 ± 0.32	27.58 ± 0.76	6.63 ± 1.31	1.37 ± 0.10
		47.08 ± 0.57	14.13 ± 0.63	3.64 ± 0.86	38.17 ± 1.97	12.68 ± 1.60	3.34 ± 0.56	28.25 ± 0.11	9.80 ± 2.01	2.79 ± 1.12
		47.70 ± 1.15	19.81 ± 0.71	8.49 ± 0.14	39.28 ± 1.91	18.53 ± 0.24	8.45 ± 0.10	30.13 ± 0.59	17.72 ± 1.43	8.01 ± 0.29
		49.12 ± 1.24	24.76 ± 1.24	14.47 ± 1.27	39.88 ± 1.41	24.13 ± 1.04	15.17 ± 0.58	31.39 ± 0.77	22.69 ± 0.53	14.38 ± 1.11
		49.41 ± 1.17	29.14 ± 0.77	18.28 ± 1.69	40.44 ± 2.06	28.01 ± 1.00	18.76 ± 1.20	32.65 ± 0.94	24.73 ± 0.49	18.39 ± 0.66
		50.24 ± 1.57	30.89 ± 0.27	21.50 ± 0.94	41.34 ± 1.98	29.89 ± 0.26	21.22 ± 1.22	33.95 ± 0.79	26.11 ± 0.69	20.83 ± 0.21
Ksantan gam		50.57 ± 1.53	32.06 ± 0.91	23.82 ± 0.26	41.74 ± 2.00	31.69 ± 0.51	22.90 ± 0.65	34.31 ± 0.86	26.94 ± 1.03	22.24 ± 0.52
		51.05 ± 1.88	32.26 ± 0.88	24.42 ± 0.60	41.84 ± 1.98	31.97 ± 0.54	23.52 ± 0.67	34.76 ± 0.47	27.12 ± 0.89	22.36 ± 0.40
		35.90 ± 0.19	0.01 ± 0.01	0.00 ± 0.00	18.98 ± 0.24	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	12.64 ± 4.13	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
		38.90 ± 0.92	0.01 ± 0.01	0.00 ± 0.00	22.23 ± 0.58	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	17.06 ± 3.49	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
		40.24 ± 2.24	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	26.23 ± 3.19	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	20.21 ± 4.21	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
		40.59 ± 3.27	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.00	28.06 ± 4.05	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	21.86 ± 3.85	0.01 ± 0.00	0.00 ± 0.00
		42.92 ± 3.63	2.01 ± 0.07	0.03 ± 0.01	31.09 ± 6.05	1.17 ± 0.14	0.01 ± 0.01	27.27 ± 2.74	0.40 ± 0.29	0.00 ± 0.00
		45.07 ± 2.88	3.11 ± 0.16	0.38 ± 0.28	33.45 ± 6.43	2.56 ± 0.55	0.20 ± 0.17	29.60 ± 2.77	1.30 ± 0.70	0.02 ± 0.01
		45.72 ± 3.36	7.08 ± 0.18	2.34 ± 0.31	35.73 ± 6.56	5.81 ± 0.78	1.15 ± 0.19	31.59 ± 3.04	3.68 ± 1.08	0.47 ± 0.42
		46.22 ± 2.99	10.63 ± 0.51	3.79 ± 0.25	36.70 ± 5.77	8.60 ± 1.09	2.96 ± 0.39	31.93 ± 2.79	6.17 ± 1.27	1.38 ± 0.74
	46.90 ± 3.26	13.20 ± 0.97	4.82 ± 0.51	37.16 ± 6.01	10.66 ± 1.18	3.68 ± 0.60	32.58 ± 3.01	7.72 ± 1.51	1.90 ± 0.23	
	47.68 ± 3.07	15.59 ± 0.74	5.81 ± 0.45	37.63 ± 5.89	12.22 ± 1.73	4.53 ± 0.65	33.44 ± 3.11	9.25 ± 1.95	2.69 ± 0.61	
	47.74 ± 3.01	17.44 ± 0.92	6.65 ± 0.59	38.26 ± 5.29	14.05 ± 1.99	5.22 ± 0.83	33.73 ± 2.88	10.08 ± 2.14	3.26 ± 0.72	
	47.78 ± 3.00	17.50 ± 0.92	6.93 ± 0.72	38.66 ± 5.58	14.17 ± 1.94	5.29 ± 0.79	33.79 ± 2.84	10.57 ± 2.41	3.38 ± 0.68	

Çizelge 4.13c. KBG eklenmiş ketçap örneklerinin zamana bağlı ortalama serum ayrılması değerleri (%) (X ± SE)

Gam	Formülasyon	I.			II.			III.						
		0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1				
Kite	Doz (%)													
	1	32.62 ± 3.61	4.81 ± 1.07	0.54 ± 0.54	24.31 ± 4.94	2.94 ± 0.55	0.00 ± 0.00	17.59 ± 1.83	0.51 ± 0.51	0.00 ± 0.00				
	2	35.44 ± 4.88	6.59 ± 1.58	1.08 ± 1.07	27.24 ± 4.84	4.79 ± 1.11	0.00 ± 0.00	20.85 ± 1.37	1.02 ± 1.02	0.00 ± 0.00				
	4	37.59 ± 5.53	10.30 ± 1.41	2.07 ± 1.79	28.84 ± 5.96	8.60 ± 1.04	0.35 ± 0.35	23.69 ± 1.31	2.10 ± 2.10	0.01 ± 0.00				
	8	38.80 ± 5.72	13.21 ± 2.08	3.23 ± 2.93	31.08 ± 5.10	11.51 ± 1.93	1.29 ± 0.17	25.12 ± 1.23	3.77 ± 2.65	0.01 ± 0.01				
	24	40.08 ± 5.81	22.31 ± 2.80	7.72 ± 3.28	31.70 ± 5.60	17.95 ± 3.29	5.01 ± 0.14	26.64 ± 1.04	8.10 ± 2.82	1.79 ± 1.78				
	48	41.42 ± 5.87	24.85 ± 3.42	13.68 ± 2.91	32.49 ± 5.03	19.97 ± 3.85	7.77 ± 0.05	27.27 ± 0.43	12.75 ± 2.58	4.30 ± 2.37				
	168	42.56 ± 5.85	26.73 ± 4.05	18.53 ± 3.00	33.52 ± 5.14	22.63 ± 3.50	13.02 ± 3.63	29.02 ± 0.03	18.82 ± 1.98	8.97 ± 2.04				
	336	43.40 ± 5.82	27.71 ± 3.92	20.81 ± 2.83	33.67 ± 5.11	23.97 ± 2.24	17.70 ± 4.99	29.58 ± 0.22	20.93 ± 1.84	11.14 ± 3.30				
	504	43.43 ± 5.83	28.36 ± 3.73	21.58 ± 2.94	34.06 ± 5.50	25.51 ± 1.70	19.28 ± 4.42	30.68 ± 0.77	21.90 ± 1.90	12.90 ± 3.13				
672	44.25 ± 6.14	29.51 ± 3.19	22.40 ± 3.18	34.35 ± 5.36	25.98 ± 1.36	20.27 ± 4.28	31.01 ± 0.67	22.76 ± 2.25	14.35 ± 2.80					
840	44.32 ± 6.21	30.57 ± 2.71	22.88 ± 3.27	35.32 ± 5.68	26.38 ± 1.51	20.85 ± 4.17	31.87 ± 1.21	23.54 ± 2.33	15.41 ± 2.65					
900	44.69 ± 6.58	30.66 ± 2.65	22.94 ± 3.27	35.70 ± 5.91	26.52 ± 1.49	21.01 ± 4.10	31.95 ± 1.15	23.71 ± 2.43	15.66 ± 2.83					

Ketçap örneklerinin zamana bağlı olarak belirlenen serum ayrılması değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14' de ve serum ayrılması değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.14), ketçap örneklerinin süreye bağlı olarak serum ayrılması değerleri üzerine tüm ana faktörlerin etkisinin $P < 0.01$ seviyesinde önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca gam x formülasyon, gam x doz, gam x süre, formülasyon x doz, doz x süre ikili interaksyonlarının ve gam x formülasyon x doz, gam x doz x süre üçlü interaksyonlarının da örneklerin zamana bağlı olarak serum ayrılması değerlerinin üzerinde önemli ($P < 0.01$) etkilerinin olduğu saptanmıştır. Buna karşılık formülasyon x süre, gam x formülasyon x süre, formülasyon x doz x süre ve gam x formülasyon x doz x süre interaksyonlarının zamana bağlı serum ayrılması değerleri üzerinde önemli ($P > 0.05$) bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.15 incelendiğinde ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması değerlerinin kullanılan gama bağlı olarak önemli ($P < 0.05$) ölçüde farklılık gösterdiği görülmektedir. Çizelge 4.15'e göre kitre gamı ve CMC eklenen örneklerin zamana bağlı serum ayrılması değerleri ortalamaları arasında bir fark bulunmazken ($P > 0.05$), diğer gamların eklendiği örneklerin serum ayrılması ortalamaları arasında $P < 0.05$ seviyesinde önemli farklılıklar gözlenmiştir. Kitre gamı ve CMC eklenen örneklerin zamana bağlı serum ayrılması değerleri en yüksek, buna karşılık ksantan gam eklenerek hazırlanan örneklerin zamana bağlı serum ayrılması değerleri en düşük ortalamalara sahip olmuştur. CMC eklenen örneklerde yüksek oranda serum ayrılmasının gözlenmesi bu polimerin asidik ürün içinde zamanla hidrolize uğramasının bir sonucu olabilir. Ayrıca Gujral vd (2002), pH 4' ün altındaki asidik koşulların CMC' yi kısmen çöktürdüğünü, dolayısıyla stabil yapının bozulduğunu bildirmektedirler. Kitre gamı eklenen örneklerin kıvam indeksi ortalaması CMC eklenen örneklerin kıvam indeksi ortalamasından yüksek olmasına rağmen (Bkz. Çizelge 4.6), bu örneklerde zamana bağlı serum ayrılması aynı oranda gerçekleşmiştir. Aslında daha kıvamlı yapının oluşturulduğu kitre gamı eklenen örneklerde CMC eklenen örneklere göre serum ayrılmasının

Çizelge 4.14. Ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması değerlerine (%) ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gam (G)	4	2134.64468403	186.82**
Formülasyon (F)	2	6621.64066454	579.51**
Doz (D)	2	77285.58498899	6763.80**
Süre (S)	11	4477.57202110	391.86**
G x F	8	69.53494347	6.09**
G x D	8	473.96435368	41.48**
G x S	44	62.76947176	5.49**
F x D	4	1580.69369023	138.34**
F x S	22	6.43379050	0.56
D x S	22	241.49669858	21.14**
G x F x D	16	52.85730458	4.63**
G x F x S	88	4.48591628	0.39
G x D x S	88	33.23752868	2.91**
F x D x S	44	10.12501180	0.89
G x F x D x S	176	2.62489761	0.23
Hata	540	11.42635176	

(**) P<0.01 seviyelerinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.15. Ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması ortalamalarına (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Gam	Kitre	CMC	KBG	Guar	Ksantan	
	21.46 ^a	21.11 ^a	20.34 ^b	17.64 ^c	13.96 ^d	
Formülasyon	I	II	III			
	23.24 ^a	18.82 ^b	14.66 ^c			
Doz	0.0	0.5	1.0			
	35.37 ^a	14.03 ^b	7.32 ^c			
Süre	900.saatt	5.hafta	4.hafta	3.hafta	2.hafta	1.hafta
	27.76 ^a	27.51 ^a	26.50 ^b	25.03 ^c	23.26 ^d	20.44 ^e
	48.saatt	24.saatt	8.saatt	4.saatt	2.saatt	1.saatt
	17.15 ^f	15.40 ^g	12.93 ^h	11.79 ⁱ	10.26 ^j	8.81 ^k

Değişik harfler P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

daha az oranda gerçekleşmesi beklenirdi. Bu durumda asit stabilitesi yüksek olmasına rağmen kitre gamının sineresisi engellemedeki etkinliğinin depolama süresince azaldığı söylenebilir. Ancak kitre gamıyla ilgili olarak yapılmış benzer bir çalışmaya rastlanılmadığından bu durumun daha detaylı değerlendirilebilmesi mümkün olmamıştır.

Çizelge 4.15' e göre KBG eklenen örneklerde guar gam eklenen örneklere göre daha fazla oranda serum ayrılması gözlenmiştir ($P<0.05$). Söz konusu gamların eklendiği ketçap örneklerinin ortalama kıvam indeksleri ve buna bağlı olarak görünür viskozite değerleri ortalamaları arasında bir farklılık bulunmamasına rağmen (Bkz. Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.9), KBG eklenen örneklerde zamana bağlı olarak guar gam eklenen örneklerden daha fazla oranlarda serum ayrılması gözlenmiş olması, bu gamın üründe yapısal bütünlüğün sürekliliğinin sağlanmasında guar gam kadar etkili olmadığını bir göstergesidir. Oda koşullarında çözünürlüğü guar gama göre daha düşük olan keçiyoynuzu gamının (Kök vd 1999b), örneklerin oda koşullarında depolanması esnasında su bırakma eğiliminin yüksek olması da, bu gamın eklendiği örneklerde guar gam eklenen örneklerden daha fazla oranda serum ayrılması gözlenmesine neden olmuş olabilir.

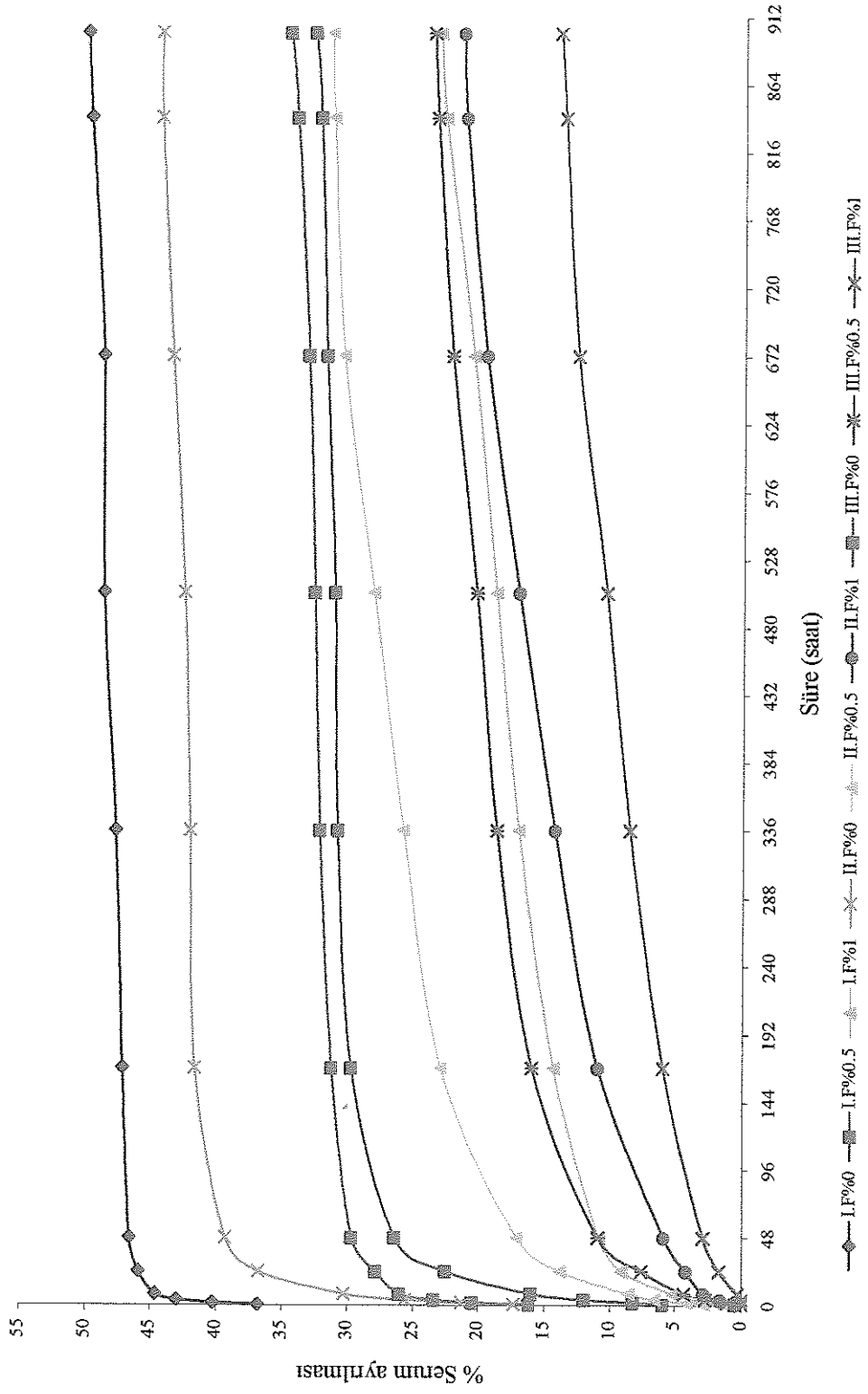
Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.15), örneklerin zamana bağlı serum ayrılması oranı ksantan gam eklenen ketçaplarda en düşük seviyede gerçekleşmiştir ($P<0.05$). Su bağlama kapasitesi yüksek olan ve mükemmel ısı, asit ve alkali stabilitesine sahip olan ksantan gamın (Gujral vd 2002), eklendiği ketçap örneklerinde depolama süresince stabillliğini korumasının, bu gamın eklendiği örneklerde en az düzeyde serum ayrılması görülmesinin nedeni olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.15' e göre kullanılan ketçap formülasyonlarına bağlı olarak da örneklerde gözlenen serum ayrılması değerleri arasında önemli ($P<0.05$) farklılıklar saptanmıştır. Buna göre salça içeriğinin en düşük olduğu I. formülasyondan, salça içeriğinin en yüksek olduğu III. formülasyona doğru örneklerde gözlenen serum ayrılması oranlarında aşamalı olarak yaklaşık % 20-22 oranında bir düşüş gözlenmiştir.

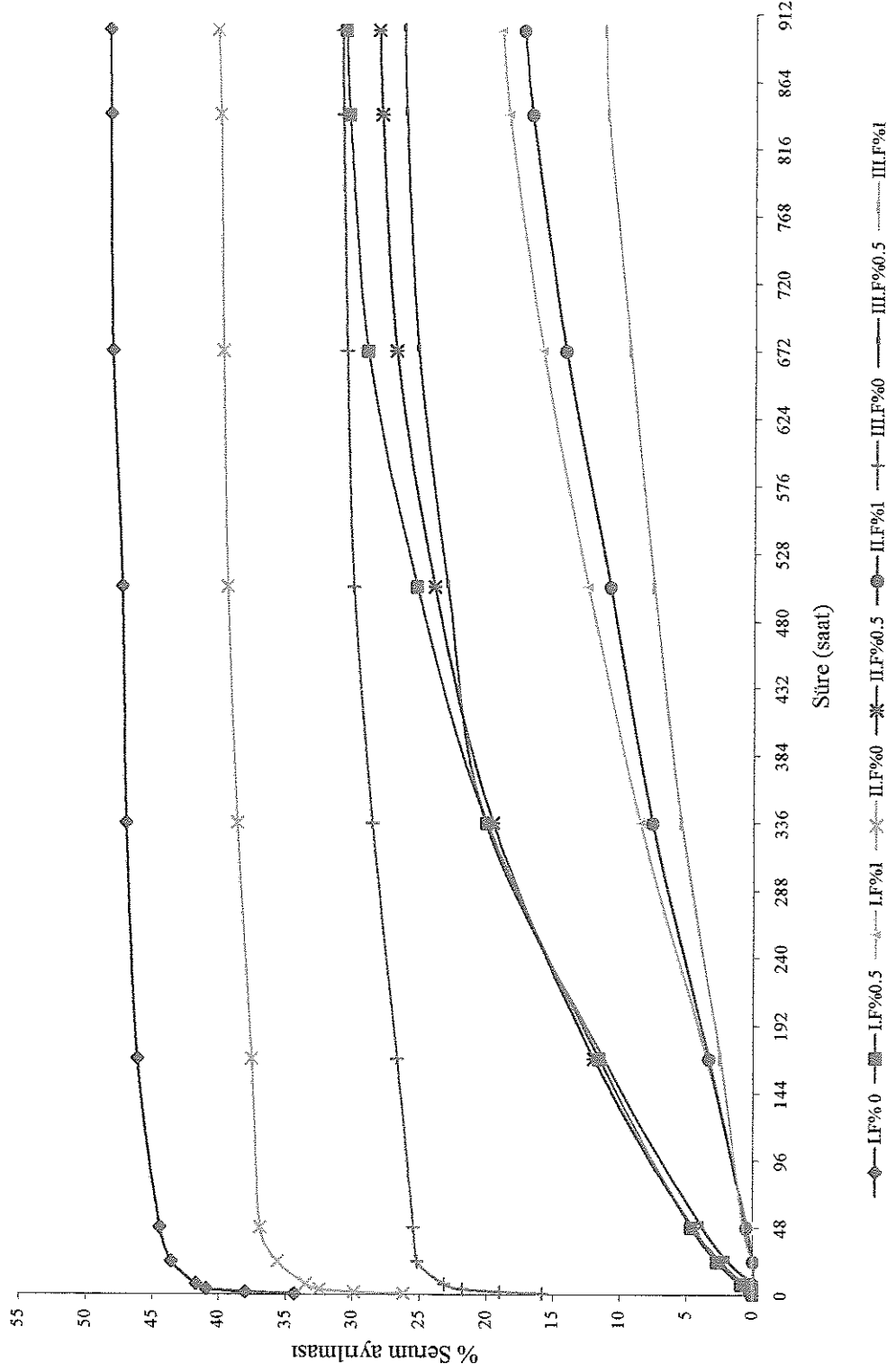
Bu durumun formülasyonların salça içeriğinin artırılmasıyla, örneklerin pulp miktarının dolayısıyla pektin içeriğinin artmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Stoforos ve Reid (1992), ketçabın işlendiği domates çeşidine, işleme prosesine, homojenizasyon durumuna, ÇKM ve çözünmeyen katı madde miktarına bağlı olarak, ketçaplarda gözlenen serum ayrılması oranlarının değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar ketçapların ÇKM ve çözünmeyen katı miktarlarının artmasıyla, sıcak işleme (hot break) yönteminin kullanılmasıyla ve ketçaplara homojenizasyon işleminin uygulanmasıyla serum ayrılması oranının azaldığını rapor etmişlerdir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre (Bkz. Çizelge 4.15), ayrıca ketçap örneklerinde gözlenen serum ayrılması oranlarının kullanılan gamın dozuna ve depolama süresine bağlı olarak da önemli ($P<0.05$) düzeyde değiştiği görülmektedir. Ketçaplarda kullanılan gamların dozu artırıldığında örneklerin serum ayrılması oranlarında aşamalı olarak %50'lilere varan oranlarda belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Gam dozu artırıldığında gamların su bağlama kapasiteleri de buna bağlı olarak artmış, dolayısıyla serum ayrılma oranı azalmıştır. Diğer taraftan tüm ketçap örneklerinde depolama süresince serum ayrılması oranlarında artış olduğu görülmektedir. Ancak 5.hafta ve 900.saat serum ayrılması oranlarının ortalamaları arasında önemli ($P<0.05$) bir farklılık saptanmamıştır. Örneklerin zamana bağlı serum ayrılması oranlarının ölçümü elde edilen verilerin sabitlendiği noktaya kadar devam ettirildiğinden (Stoforos ve Reid 1990) son iki süre arasında serum ayrılması oranları bakımından farklılık bulunmaması olağandır. Bununla birlikte depolama süresince ketçapların fizikokimyasal yapısında meydana gelen değişimler nedeniyle zamana bağlı olarak örneklerin serum ayrılması oranları artmıştır. Bu noktada elde edilen bulgular benzer çalışmalardan (Stoforos ve Reid 1990, Gujral vd 2002) elde edilen bulgulara uygunluk göstermiştir.

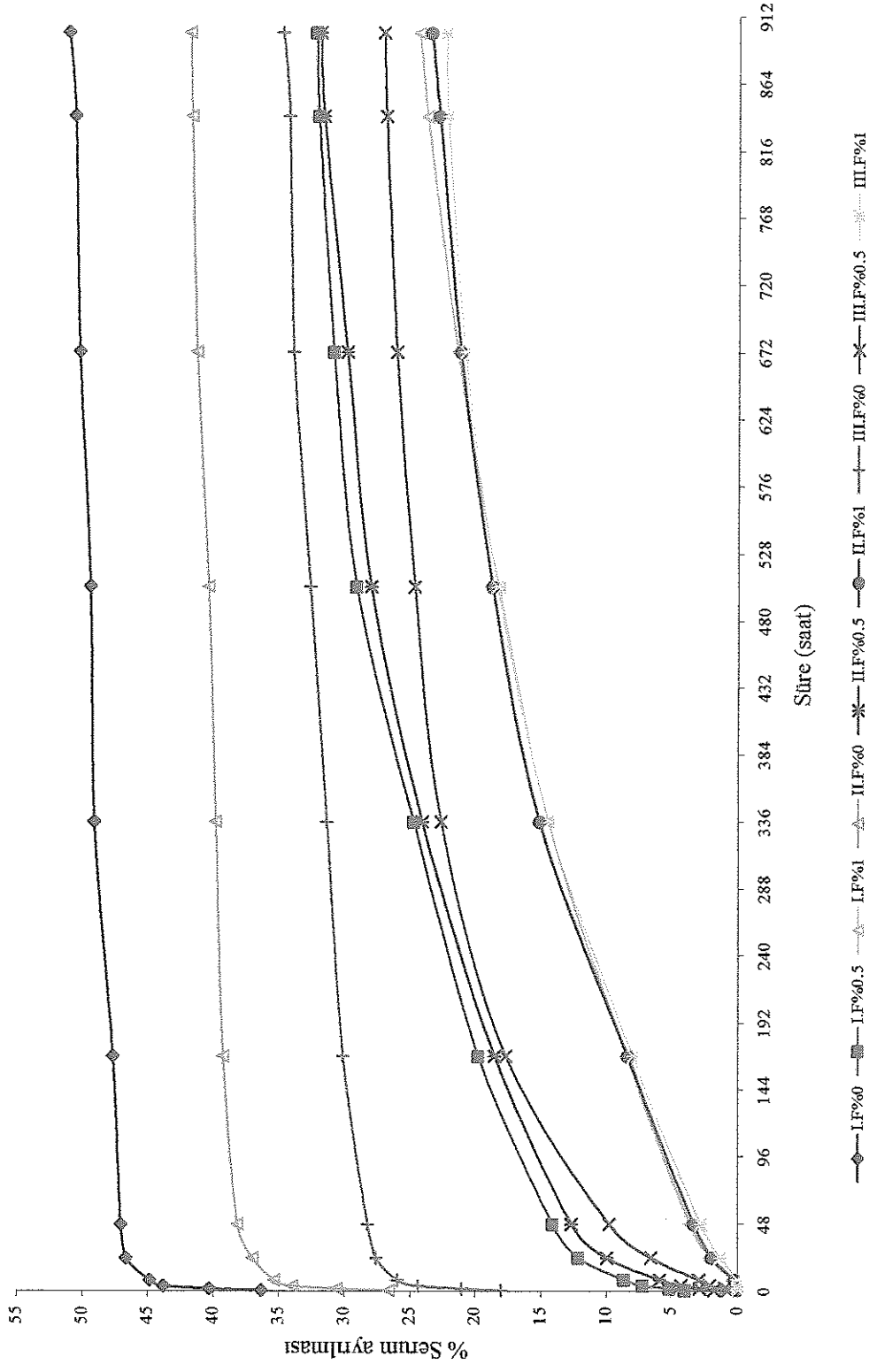
Ketçap örneklerinin kullanılan gama, formülasyona ve gam dozuna bağlı olarak zamana bağlı serum ayrılmaları ayrıca Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10' da grafik olarak gösterilmiştir. Bu şekiller incelendiğinde gam kullanımının örneklerin serum ayrılma oranlarını belirgin düzeyde düşürdüğü gözlenmektedir.



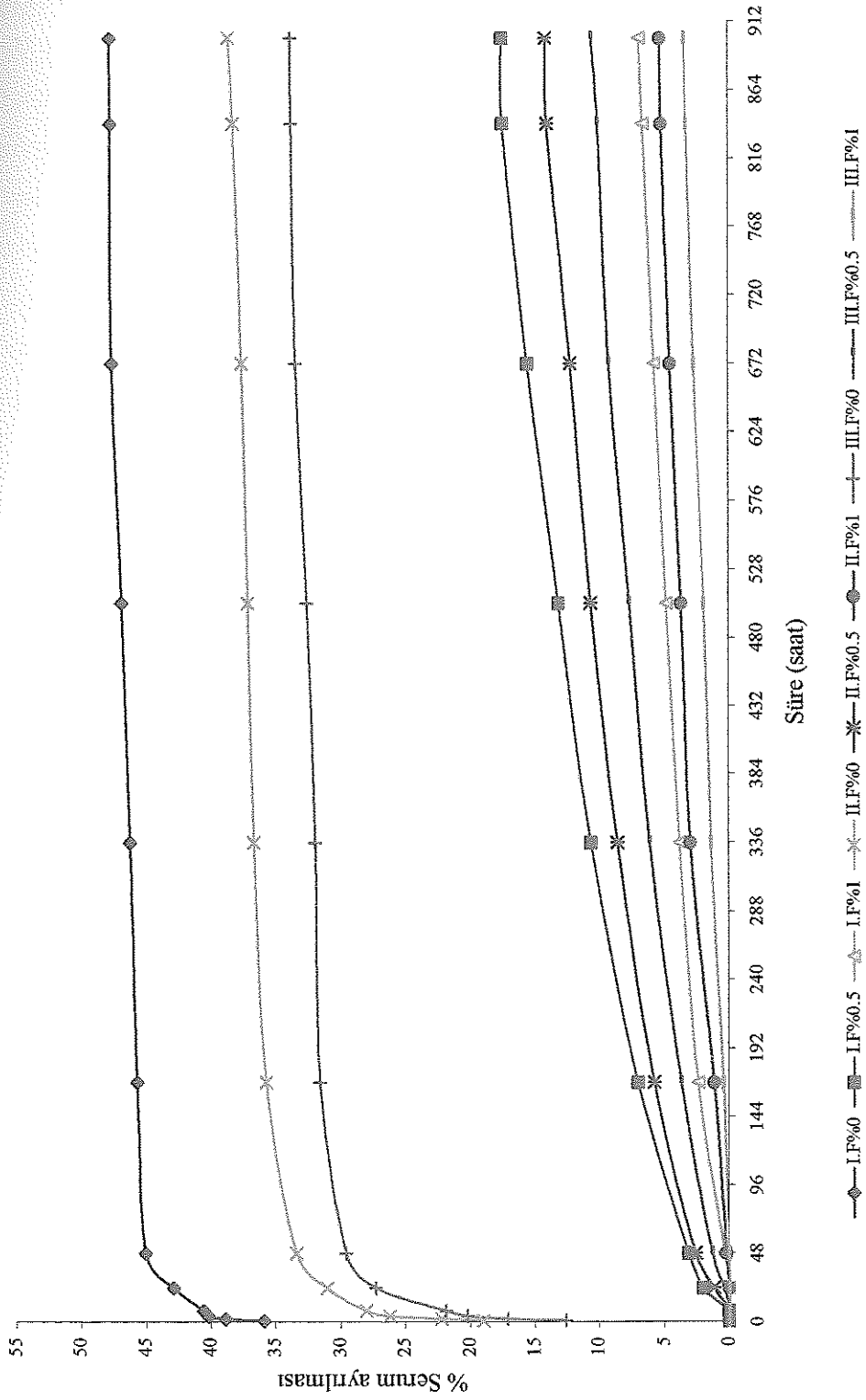
Şekil 4.6. Kitle gamı eklenerek hazırlanan ketçap örneklerinde belirlenen zamana bağlı serum ayrılması



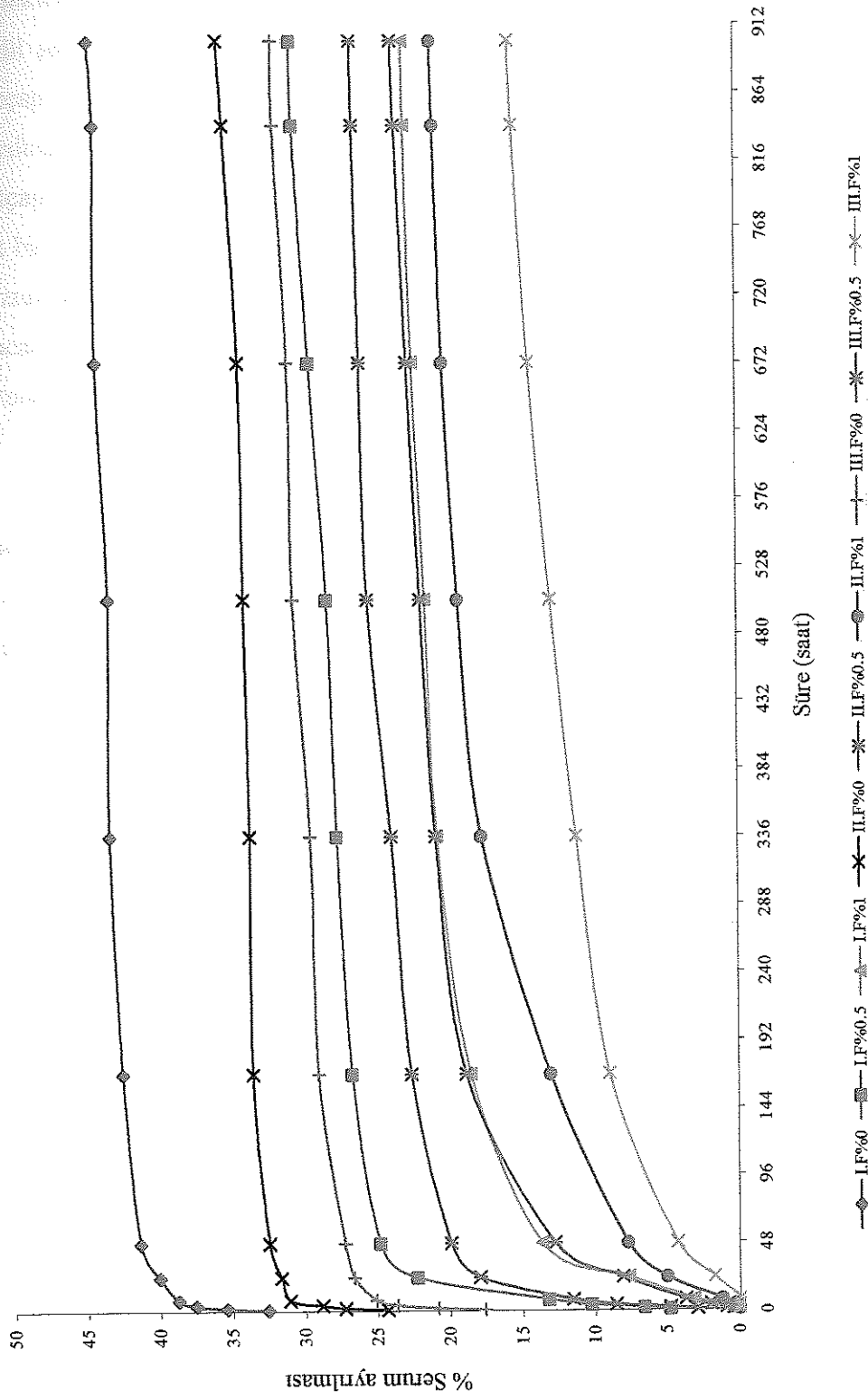
Şekil 4.7. Guar gam eklenerek hazırlanan keçiçap örneklerinde belirlenen zamana bağlı serum ayrılması



Şekil 4.8. CMC eklenerek hazırlanan ketçap örneklerinde belirlenen zamana bağlı serum ayrılması



Şekil 4.9. Ksantan gam eklenecek hazırlanan ketçap örneklerinde belirlenen zamana bağlı serum ayrılması



Şekil 4.10. KBG eklenerek hazırlanan keçiçap örneklerinde belirlenen zamana bağlı serum ayrılması

Şekil 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10 incelendiğinde ketçap örneklerinin serum ayrılması oranlarının kullanılan formülasyona ve bu formülasyonlara göre hazırlanan örneklere eklenen gam miktarına bağlı olarak belirgin düzeyde değiştiği görülmektedir. İlgili şekillerde en yüksek serum ayrılma oranlarının gam eklenmemiş kontrol grubu ketçap örneklerinde gözleendiği, formülasyonların salça içeriği arttığında serum ayrılması oranlarının düştüğü, ayrıca her üç formülasyona göre hazırlanan kontrol grubu ketçap örneklerinde ilk 48 saat içinde önemli düzeyde serum ayrılmasının gözleendiği de net bir şekilde görülmektedir. Bununla birlikte gam eklenmiş örneklerde kullanılan gam dozuna da bağlı olarak ilk 48 saat içinde belirgin bir serum ayrılması gözlenmemiştir. Ancak gam eklenmiş ketçap örneklerinde depolamaya bağlı olarak gamların su tutuma yetenekleri azaldığından, örneklerin serum ayrılması oranları da zamanla artmıştır.

Ketçap örneklerinden ayrılan toplam serum oranları dikkate alındığında, gam eklenmesiyle örneklerde sineresisin büyük ölçüde kontrol altına alındığı sonucuna ulaşılabilir. Nitekim hidrokolloidlerin gıdalarda sineresisi engellediği pek çok kaynaktan bildirilmiştir (Gönç ve Enfiyeci 1987, Dziezak 1991, Glicksman 1991, Ward 1997, Saldamlı 1998, Ward 1998, Alexander 1999a, Kaur vd 2000, Swenson vd 2000).

4.3.2. Örneklerin santrifüjde serum ayrılma oranları

Örneklerin santrifüjde 5000 d/d' da üretimden 2 gün sonra ölçülen ayrılan serum değerleri Çizelge 4.16' da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17' de ve ortalama değerlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.18' de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.17) göre, örneklerin santrifüjde ayrılan serum miktarı üzerine gam, formülasyon ve dozun önemli ($P<0.01$) etkisi olmuştur. İnteraksiyonlardan ise sadece formülasyon x doz interaksiyonu yine $P<0.01$ seviyesinde önemli etki göstermiştir. Buna karşılık gam x formülasyon, gam x doz ikli interaksiyonları ile gam x formülasyon x doz üçlü interaksiyonunun örneklerin santrifüjde ayrılan serum miktarı üzerine önemli ($P>0.05$) bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.16. Ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen ortalama serum ayrılması değerleri (%) (X ± SE)

F*	Doz (%)	Ortalama % Serum Kaybı				
		Kitre zamkı	Guar gam	CMC	Ksantan	Keçiboyuzu
I	0	57.45 ± 1.550	54.95 ± 1.720	57.01 ± 1.450	53.05 ± 6.910	49.96 ± 3.570
	0.5	13.46 ± 1.625	0.00 ± 0.000	12.70 ± 1.285	0.00 ± 0.000	1.91 ± 0.530
	1	0.13 ± 0.130	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000
II	0	45.02 ± 2.105	43.96 ± 5.005	46.12 ± 4.895	43.14 ± 1.720	44.14 ± 5.760
	0.5	2.53 ± 0.285	0.00 ± 0.000	2.67 ± 2.305	0.00 ± 0.000	0.93 ± 0.025
	1	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000
III	0	39.96 ± 1.655	33.64 ± 0.145	36.56 ± 2.415	37.40 ± 6.880	36.86 ± 3.470
	0.5	0.81 ± 0.030	0.00 ± 0.000	1.71 ± 0.920	0.00 ± 0.000	0.21 ± 0.080
	1	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000	0.00 ± 0.000

F* ; Formülasyon

Çizelge 4.17. Ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması değerlerine (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gam (G)	4	40.85917111	3.89**
Formülasyon (F)	2	439.80450778	41.87**
Doz (D)	2	19444.65157444	1851.16**
G x F	8	13.35434528	1.27
G x D	8	13.61517444	1.30
F x D	4	207.63697944	19.77**
G x F x D	16	8.93400236	0.85
Hata	45	10.50401222	

(**) P<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.18. Ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması ortalamalarına (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Gam	Kitre 17.71 ^a	CMC 17.42 ^a	KBG 14.89 ^b	Ksantan 14.84 ^b	Guar 14.73 ^b
Formülasyon	I 20.04 ^a	II 15.23 ^b	III 12.48 ^c		
Doz (%)	0.0 45.28 ^a	0.5 2.46 ^b	1.0 0.01 ^c		

Değişik harfler P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Ketçapta arzu edilen kıvamın oluşturulması, bu özelliğin ürünün tüketilme zamanına kadar istenilen şekilde muhafaza edilmesi ve serum ayrılmasının önlenmesi ya da minimum düzeyde tutulması için kullanılan gamların tamamı bu konuda beklenen etkiyi göstermiştir. Çizelge 4.18'e göre kitre gamı ve CMC eklenen ketçapların serum ayrılması ortalamaları arasında, ayrıca KBG, ksantan gam ve guar gam eklenen ketçapların serum ayrılması ortalamaları arasında önemli (P>0.05) bir farklılık görülmemektedir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarından (Çizelge 4.18) görüldüğü üzere, kitre zankı ve CMC araştırmada kullanılan diğer gamlara göre örneklerden serum ayrılmasını önleme de daha az etki göstermiştir. KBG, ksantan ve guar gam ise diğer iki gama göre su tutma kapasiteleri daha yüksek olduğundan (Alexander 1999a, 1999b) örneklerden serum ayrılmasını önemli ölçüde engellemiştir.

Ketçap üretiminde kullanılan üç farklı formülasyondan pulp miktarı en yüksek olan örneklerde serum ayrılması en az düzeyde gerçekleşirken (formülasyon III), pulp miktarının azalmasına paralel olarak serum ayrılmasında da önemli ($P<0.05$) bir artış olmuştur (Çizelge 4.18). Sonuçlar, kullanılan gamların yanında ketçapta esas hammadde olan domates salçası oranının da serum ayrılması üzerinde etkin bir faktör olarak etkinliğini göstermiştir. Ayrıca domatesten kaynaklanan pektinin de gamlara ek olarak örneklerden serum ayrılmasını önleme de etkin bir faktör olduğu söylenebilir.

Gamların uygulanan dozları ketçapta serum ayrılması üzerine önemli ($P<0.05$) etki göstermiştir. Çizelge 4.18 incelendiğinde serum ayrılma değerleri gam dozunun artmasına bağlı olarak oldukça önemli ($P<0.05$) düzeyde azalmıştır. Gamların % 1 oranında kullanıldığı örneklerde ortalama serum ayrılma oranı % 0.01 iken % 0.5 oranında gam kullanılan örneklerde bu değer % 2.46 olarak gerçekleşmiştir. Gam kullanılmayan ketçap örneklerinde ise % 45.28 gibi çok yüksek bir düzeyde serum ayrılması olmuştur.

Diaz ve Navaza (2003), bazı gamlarla yaptıkları çalışmada dozun artmasıyla gamların su tutma kapasitelerinin arttığını saptamışlardır. Sidhu vd (1997), yine domates ketçapları ile yaptıkları bir çalışmada değişik gamları ketçaplara eklemişler ve kullandıkları gamların kullanım dozu artırıldığında buna paralel olarak ketçapların viskozitelerinin de arttığını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada da gam dozunun artırılmasıyla ketçaplara daha kıvamlı bir yapı kazandırılmış ve sineresis azaltılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, % 1 düzeyinde gam kullanımı ketçaplarda serum ayrılmasını neredeyse tamamen önlerken, % 0.5 düzeyinde gam kullanımı da bu bakımdan tatmin edici düzeyde sonuç vermiştir. Gam kullanılmayan örneklerde gözlenen yüksek orandaki serum ayrılması, ketçap üretiminde gam veya alternatif stabilizatör kullanma gerekliliğini de göstermektedir.

Formülasyon x doz interaksiyonunun da ketçapta santrifüjle belirlenen serum ayrılması üzerine önemli ($P<0.01$) etkisi olmuştur. Bu etkinin formülasyonda pulpun

artması ve ayrıca gam dozunun artması ile ketçap sistemi içerisinde suyun çift etkili olarak daha iyi tutulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.4. Üretilen Ketçap Örnekleri İle Ticari Ketçap Örneklerinin Karşılaştırması

Bu çalışmada, II. formülasyona göre üretilen ve % 0.5 oranında gam ilave edilen ketçap örnekleriyle, ülkemizde yaygın olarak tüketilen önemli ticari markaların marketlerden satın alınan ketçap örnekleri reolojik özellikleri, akış değeri, serum ayrılması ve duyuşsal özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. II. formülasyona göre hazırlanan ve her bir gamın %0.5 dozunun kullanıldığı bu örnekler, I. ve II. formülasyona göre hazırlanan, ayrıca kontrol grubu ve %1 gam dozunun uygulandığı örnekler göre ölçülen değerler bakımından orta bir karakter gösterdiğinden, ticari ketçap örnekleri ile bu örneklerin karşılaştırılmalarının daha doğru olacağı düşünülmüştür. Elde edilen karşılaştırma sonuçlarından I. ve III. formülasyona göre üretilen, ayrıca gam ilavesi yapılmayan kontrol grubu ketçapların ve yüksek dozda (%1) gam uygulanan ketçapların, ticari ketçap örneklerine göre değerlendirilebilmesi de bu şekilde kolaylaştırılmıştır.

4.4.1. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin reolojik özellikleri bakımından karşılaştırılması

4.4.1.1. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin akış indeksi (n) değerlerinin karşılaştırılması

Araştırmada üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin ortalama akış indeksi (n) değerleri Çizelge 4.19' da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20' de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin ortalama akış indeksleri ($X \pm SE$)

Üretilen	Kitre	Guar	CMC	Ksantan	KBG
	0.165 ± 0.011	0.178 ± 0.023	0.179 ± 0.003	0.191 ± 0.003	0.152 ± 0.045
Ticari	I	II	III		
	0.214 ± 0.001	0.211 ± 0.001	0.208 ± 0.004		

Çizelge 4.20. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin akış indeksi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi	7	0.00104011	1.57
Hata	8	0.00066262	

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.20), araştırmada karşılaştırmaya tabi tutulan, üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin akış indeksi değerleri arasında istatistiki olarak önemli ($P>0.05$) bir farklılık görülmemiştir. Bu durum araştırmada üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin benzer akış karakterinde ürünler olduğunun göstergesidir. Akış indekslerinin her iki grup ketçap örnekleri için de $n < 1$ olarak tespit edilmiş olması, tüm örneklerin newtonumsu olmayan özellikte akışkanlar olduğunu göstermektedir.

4.4.1.2. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin kıvam indeksi (k) değerlerinin karşılaştırılması

Araştırmada üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin ortalama kıvam indeksi (k) değerleri Çizelge 4.21' de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22' de ve ortalama değerlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.23' de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.22), karşılaştırılan örneklerin kıvam indeksi (k) değerleri üzerinde örnek çeşidinin oldukça önemli ($P<0.01$) etkisinin bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin ortalama kıvam indeksleri ($X \pm SE$)

	Kitre	Guar	CMC	Ksantan	KBG
Üretilen	30.28 ± 1.525	29.31 ± 2.760	20.03 ± 1.080	30.27 ± 2.280	34.39 ± 0.110
	I	II	III		
Ticari	29.08 ± 0.330	27.94 ± 0.330	25.06 ± 0.605		

Çizelge 4.22. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin kıvam indeksi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi	7	35.87152500	8.49**
Hata	8	4.22598750	

(**) P<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.23. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin kıvam indeksi ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Örnek	KBG	Kitre	Ksantan	Guar	Ticari I	Ticari II	Ticari III	CMC
	34.39 ^a	30.28 ^{ab}	30.27 ^{ab}	29.31 ^{bc}	29.08 ^{bc}	27.94 ^{bc}	25.06 ^c	20.03 ^d

Değişik harfler P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına (Çizelge 4.23) göre, ticari ketçap örneklerinin k değerleri ortalamaları arasında istatistiki olarak önemli (P>0.05) bir farklılık bulunmadığı görülmektedir. Bu sonuca göre ticari ketçap örneklerinin eşdeğer kıvama sahip oldukları söylenebilir. Bu durumu daha ayrıntılı değerlendirebilmek için ticari örneklerin bazı özelliklerini dikkate almak gerekmektedir.

Araştırmada üretilen ketçap örnekleri ile karşılaştırılan ticari ketçap örneklerinin çözünürlük kuru madde miktarları Ticari I, Ticari II ve Ticari III için sırasıyla 26°Brix, 28°Brix ve 28°Brix olarak tespit edilmiştir. Buradan Ticari I örneği dışında diğer ticari örneklerin ÇKM miktarlarının araştırmada üretilen ve ticari örneklerle karşılaştırılan ketçap örneklerinin ÇKM miktarı (27.95 ± 0.037°Brix) ile neredeyse aynı değerlerde olduğu görülmüştür. Ayrıca Ticari I ketçap örneğinin etiket bilgilerinde domates püresinden üretildiği ve kıvam verici olarak modifiye nişasta kullanıldığı, Ticari II ketçap örneğinin etiket bilgilerinde yine domates püresinden üretildiği, ancak herhangi bir kıvam verici gıda katkısının kullanılmadığı ve Ticari III ketçap örneğinin etiket bilgilerinde ise domates salçasından işlendiği ve kıvam verici olarak nişasta kullanıldığı belirtilmiştir. Saldamlı (1998)'nin bildirdiğine göre, nişastanın kendisi veya çapraz bağlı nişasta ve nişasta eterleri gibi modifiye nişastalar ketçap benzeri soslarda yapı geliştirici

olarak kullanılabilir. Bu bilgiler ışığında Çizelge 4.23' e göre ticari örneklerin k değerleri ortalamaları arasında farklılık bulunmaması aşağıdaki sonuçlarla açıklanabilir:

1. Domates püresinden işlenen ve ÇKM miktarı düşük olan Ticari I ketçap örneğinin, yine domates püresinden işlenen, ancak ÇKM miktarı daha yüksek olan ve herhangi bir kıvam artırıcının kullanılmadığı Ticari II örneği ile eşdeğer kıvamda bir yapıya sahip olması için Ticari I ketçap örneğinde modifiye nişasta kullanılmıştır.
2. Salçadan ketçaba işlenmiş olan ve Ticari II örneği ile aynı ÇKM miktarına sahip olan Ticari III örneğinin, Ticari II örneği ile eşdeğer kıvamda bir yapıya sahip olması için bu örneğe nişasta ilave edilmiştir.

Den Ouden ve Van Vliet (2002), doğrudan domatesten elde edilen domates suyunun (5°Brix) viskozitesinin, salça üretiminde olduğu gibi önce 29°Brix' e konsantre edilmiş konsantrenin sulandırılmasıyla elde edilen domates suyunun (5°Brix' e ayarlanmış) viskozitesinden %65-70 oranında daha fazla olduğunu bildirmektedir. Araştırmacılar bu çalışmada konsantrasyon esnasında birbirine yapışan hücrelerin konsantre tekrar sulandırıldığında suyu absorblama yeteneklerinin zayıfladığını, dolayısıyla da örnek viskozitesinin azaldığını rapor etmişlerdir. Bu nedenle salçanın tekrar sulandırılmasıyla işlenen ketçaplarda, doğrudan domates püresinden üretilen ketçaplarla eşdeğer kıvamlılık sağlayabilmek için kıvam artırıcı bileşenlerin eklenmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.23' e göre KBG ve CMC ilave edilen örnekler dışında, çalışmada üretilen diğer ketçap örneklerinin k değeri ortalamaları ile Ticari I ve Ticari II ketçap örneklerinin k değeri ortalamaları arasında önemli ($P>0.05$) bir farklılık bulunmadığı görülmüştür. Ticari I ve Ticari II ketçap örneklerinin domates püresinden işlenmiş olması, ayrıca Ticari I örneğine modifiye nişasta eklenmesi bu örneklerin k değerleri ortalamalarının, II.formülasyona göre üretilen ve %0.5 oranında kitre zamkı, ksantan gam ve guar gam eklenen ketçap örneklerinin k değerleri ortalamalarına yakın değerler (Bkz. Çizelge 4.23) almasını sağlamış olabileceği düşünülmektedir

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Çizelge 4.23), II. formülasyona göre üretilen ve % 0.5 oranında KBG eklenen örneğin en yüksek k değeri ortalamasına ve yine II. formülasyona göre üretilen ve % 0.5 oranında CMC eklenen ketçap örneğinin de en düşük k değeri ortalamasına sahip olduğunu göstermiştir. Elde edilen bu sonuçların araştırmada üretilen ketçapların kıvam indeksi ortalamalarının karşılaştırıldığı Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına (Bkz. Çizelge 4.6) paralel olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.23'e göre ayrıca, KBG, kitre zamkı, ksantan gam eklenen örneklerin k değerleri ortalamaları ile kitre zamkı, ksantan gam ve guar gam eklenen örneklerin k değerleri ortalamaları arasında da önemli ($P>0.05$) bir farklılık tespit edilememiştir. Ancak araştırmada II.formülasyona göre, %0.5 oranında gam eklenerek üretilen ve ticari ketçap örnekleri ile karşılaştırılan ketçap örneklerinin k değeri ortalamalarının kendi aralarında büyükten küçüğe doğru sıralanışı da araştırmada üretilen tüm ketçap örneklerinin kıvam indeksi ortalamalarının büyükten küçüğe doğru sıralanışından (Bkz. Çizelge 4.6) farklı olmuştur. Çizelge 4.6' da kitre zamkı eklenerek üretilen örneklerin k değerleri ortalamasının guar gam ve ksantan gam ilave edilerek hazırlanan örneklerin k değerleri ortalamalarından daha düşük olduğu görülmüşken, Çizelge 4.23' de II. formülasyona göre üretilen ve %0.5 oranında kitre zamkı eklenmiş ketçap örneklerinin k değeri ortalamasının yine aynı şekilde üretilmiş ve % 0.5 oranında guar gam ve ksantan gam eklenmiş ketçap örneklerinin k değeri ortalamalarından farklı olmadığı ($P>0.05$) görülmektedir. Yani II. formülasyona göre üretilen ve % 0.5 oranında gam eklenen ketçap örneklerinde, kitre zamkı en az guar gam ve ksantan gam kadar örneklerin k değerlerinin artırılmasında etkili olmuştur. Buradan guar gam ve ksantan gamın özellikle yüksek dozda (%1) ketçaplara eklenmesiyle örneklerin k değerlerinde belirgin artış sağladığı sonucuna da ulaşılabilir.

4.4.1.3. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin görünür viskozite değerlerinin karşılaştırılması

Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin görünür viskozite ortalama değerleri Çizelge 4.24' de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin görünür viskozite ortalama değerleri ($X \pm SE$)

Başlık Hızı (rpm)	Kitre zamkı	Guar gam	CMC	Ksantan gam	KBG	Ticari I	Ticari II	Ticari III
2.5	54.11 \pm 3.145	57.37 \pm 5.040	39.77 \pm 1.880	57.37 \pm 3.075	71.02 \pm 5.795	50.87 \pm 0.615	49.34 \pm 0.195	45.87 \pm 1.415
5	32.85 \pm 2.205	31.54 \pm 3.065	21.38 \pm 1.130	32.22 \pm 2.440	39.77 \pm 1.785	30.55 \pm 0.245	29.59 \pm 0.375	26.52 \pm 0.795
10	18.91 \pm 0.950	17.43 \pm 1.575	11.65 \pm 0.340	18.42 \pm 1.580	21.98 \pm 0.775	18.68 \pm 0.200	17.80 \pm 0.300	15.62 \pm 0.560
20	10.56 \pm 0.395	9.68 \pm 0.530	6.52 \pm 0.260	10.45 \pm 0.910	12.11 \pm 0.130	10.69 \pm 0.130	10.33 \pm 0.190	9.05 \pm 0.250
50	4.61 \pm 0.120	4.65 \pm 0.100	3.20 \pm 0.120	4.97 \pm 0.335	5.47 \pm 0.290	5.00 \pm 0.040	4.78 \pm 0.060	4.30 \pm 0.075
100	2.55 \pm 0.070	2.77 \pm 0.065	1.92 \pm 0.080	2.91 \pm 0.135	3.15 \pm 0.140	2.81 \pm 0.040	2.70 \pm 0.020	2.47 \pm 0.040

Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin görünür viskozite değerleri ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25' de ve ortalama değerlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.26' da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları (Çizelge 4.25), karşılaştırılan örneklerin görünür viskozite değerlerinin örnek çeşidine ve kayma hızına bağlı olarak önemli ($P<0.01$) ölçüde değiştiğini göstermektedir. Buna ek olarak örneklerin görünür viskozite değerleri üzerinde örnek çeşidi x başlık hızı interaksiyonunun da önemli ($P<0.01$) bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.26'ya göre II. formülasyona uygun olarak üretilen ve %0.5 oranında ksantan gam, kitre zıncı ve guar gam eklenen ketçap örnekleri ile Ticari I ve Ticari II ketçap örneklerinin görünür viskozite değerleri ortalamaları arasında önemli ($P>0.05$) bir farklılık bulunmamaktadır. Birbiriyle karşılaştırılan bu örneklerin k değerleri

Çizelge 4.25. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin görünür viskozite değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi (Ç)	7	129.95676414	20.97**
Başlık hızı (H)	5	5948.20430354	959.98**
Ç x H	35	24.75389735	4.00**
Hata	48	6.19620313	

(**) $P<0.01$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.26. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin görünür viskozite değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Örnek	KBG	Ksantan	Kitre	Guar	Ticari I	Ticari II	Ticari III	CMC
	25.58 ^a	21.06 ^b	20.60 ^b	20.58 ^b	19.77 ^b	19.09 ^{bc}	17.30 ^c	14.07 ^d
Başlık Hızı	2.5 rpm	5 rpm	10 rpm	20 rpm	50 rpm	100 rpm		
	53.22 ^a	30.55 ^b	17.56 ^c	9.92 ^d	4.62 ^e	2.66 ^f		

Değişik harfler $P<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

ortalamaları arasında da bir farklılık söz konusu olmadığından (Bkz. Çizelge 4.23), kıvam indeksi ile doğru orantılı olarak değişen görünür viskozite değerleri arasında da bir farklılık bulunmaması olağandır. Karşılaştırılan örneklerin görünür viskozite değerleri ortalamalarının büyükten küçüğe doğru sıralanışı da Çizelge 4.23' de örneklerin kıvam indeksi ortalamalarının sıralanışına paralel olmuştur. Buna göre KBG eklenen ketçap örneği en yüksek görünür viskozite ortalamasına, CMC eklenen örnek ise en düşük görünür viskozite ortalamasına sahip olmuştur.

Çizelge 4.26' ya göre ayrıca Ticari II ve Ticari III ketçap örneklerinin görünür viskozite değerleri ortalamaları arasında da önemli ($P>0.05$) bir farklılık tespit edilememiştir. Bu örneklerin aynı miktarda ÇKM içeriğine sahip olmasının, ayrıca Ticari III ketçap örneğine salçadan hazırlandığı için kıvam artırıcı olarak nişasta eklenmesinin her iki örneğin de görünür viskozite değerleri ortalamaları arasında farklılık görülmemesine neden olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte bu iki örneğin kıvam indeksi ortalamaları arasında da bir farklılığın bulunmaması (Bkz. Çizelge 4.23), örneklerin görünür viskozite ortalamalarının farklı çıkmamasında en önemli etkidir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Çizelge 4.26), birbiriyle karşılaştırılan örneklerin görünür viskozite ortalamalarının kayma hızının artmasıyla azaldığını da göstermektedir ($P<0.05$). Söz konusu durum ketçapların pseudoplastik doğasının bir sonucu olup, pseudoplastik akışkanın görünür viskozite değerleri kayma hızının artmasıyla azalmıştır.

4.4.2. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin Bostwick konsistometresinde akış değerlerinin karşılaştırılması

Araştırmada birbiriyle karşılaştırılan ketçap örneklerinin Bostwick konsistometresinde ortalama akış değerleri (cm) Çizelge 4.27' de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28' de ve ortalama değerlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.29' da verilmiştir.

Çizelge 4.27. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin konsistometrede ölçülen ortalama akış değerleri (cm) ($X \pm SE$)

Üretilen	Kitre	Guar	CMC	Ksantan	KBG
	5.78 ± 0.125	5.75 ± 0.850	7.98 ± 0.675	5.45 ± 0.250	5.05 ± 0.250
Ticari	I	II	III		
	5.65 ± 0.050	5.88 ± 0.025	6.75 ± 0.050		

Çizelge 4.28. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin konsistometrede ölçülen akış değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi	7	1.68854911	5.10*
Hata	8	0.33109375	

(*) $P < 0.05$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.29. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin konsistometrede ölçülen akış değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnek	CMC	Ticari III	Ticari II	Kitre	Guar	Ticari I	Ksantan	KBG
	7.98 ^a	6.75 ^{ab}	5.88 ^{bc}	5.78 ^{bc}	5.75 ^{bc}	5.65 ^{bc}	5.45 ^{bc}	5.05 ^c

Değişik harfler $P < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Çizelge 4.27 incelendiğinde karşılaştırılan ketçap örneklerinin konsistometrede 30 s' de kat ettiği mesafelerin 5.05 cm ile 7.98 cm arasında değiştiği görülmektedir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.28) göre, karşılaştırılan örneklerin Bostwick akış değerleri üzerinde örnek çeşidinin oldukça önemli ($P < 0.01$) etkisinin bulunduğu belirlenmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (Çizelge 4.29), II. formülasyona göre üretilen ve %0.5 oranında kitre zamkı, guar gam ve ksantan gam eklenen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin Bostwick akış değerleri ortalamaları arasında, ayrıca kitre zamkı, guar gam, ksantan gam ve KBG eklenen ketçap örnekleri ile Ticari I

ve Ticari II ketçap örneklerinin Bostwick akış değerleri ortalamaları arasında önemli ($P>0.05$) bir farklılık bulunmadığını göstermiştir. Bu durumun söz konusu örneklerin ÇKM miktarlarının birbirine yakın olması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Tanglertpaibul ve Rao (1987b), domates konsantrelerinde Bostwick kıvamının özellikle konsantrenin ÇKM içeriği ve çözünmeyen katı madde miktarı değişiminden etkilendiğini ve konsantrasyon derecesinin artmasıyla Bostwick kıvamının üstel olarak azaldığını bildirmektedir.

Çizelge 4.29' a göre CMC eklenen örneğin Bostwick konsistometresinde en yüksek akış değerine, KBG eklenen örneğin ise en düşük akış değerine sahip olduğu görülmektedir. Kıvam indeksi ve görünür viskozite değerlerinin karşılaştırma sonuçları (Bkz. Çizelge 4.23 ve 4.26) dikkate alındığında, karşılaştırılan örnekler içinde en kıvamlı yapıya sahip olan KBG eklenen örneğin Bostwick konsistometresinde en düşük akış değerine ve karşılaştırılan örnekler içinde en düşük kıvamlı yapıya sahip olan CMC eklenen örneğin Bostwick konsistometresinde en yüksek akış değerine sahip olması beklenen bir durumdur. Gujral vd (2002), ketçaplarda kıvam indeksi ve görünür viskozite değeri arttıkça, akış değerinin azaldığını bildirmişlerdir.

4.4.3. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin serum ayrılması değerleri bakımından karşılaştırılması

4.4.3.1. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması değerleri bakımından karşılaştırılması

Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması ortalama değerleri Çizelge 4.30' da, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31' de ve ortalama değerlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.32' de verilmiştir.

Çizelge 4.30' a göre birbiriyle karşılaştırılan tüm ketçap örneklerinde zamana bağlı olarak serum ayrılması oranının arttığı, serum ayrılması oranının özellikle ilk iki hafta içinde önemli ölçüde değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.30. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin zamana bağlı ortalama serum ayrılması değerleri (%) ($X \pm SE$)

Süre (saat)	Kütle zamkı	Guar gam	CMC	Ksantan gam	KBG	Ticari I	Ticari II	Ticari III
1	2.89 ± 0.53	0.01 ± 0.01	1.83 ± 0.57	0.00 ± 0.00	2.94 ± 0.55	2.68 ± 0.47	2.44 ± 0.32	4.07 ± 0.24
2	4.12 ± 0.58	0.06 ± 0.04	2.90 ± 0.41	0.00 ± 0.00	4.79 ± 1.11	3.29 ± 0.58	3.65 ± 0.36	5.32 ± 0.20
4	6.64 ± 0.60	0.11 ± 0.09	4.29 ± 0.53	0.00 ± 0.00	8.60 ± 1.04	5.24 ± 0.52	5.81 ± 0.31	8.50 ± 0.26
8	8.68 ± 1.03	0.69 ± 0.10	5.92 ± 0.93	0.01 ± 0.01	11.51 ± 1.93	6.84 ± 0.58	7.76 ± 0.41	11.13 ± 0.20
24	13.83 ± 2.94	2.44 ± 0.10	9.97 ± 1.34	1.17 ± 0.14	17.95 ± 3.29	11.70 ± 0.42	13.16 ± 0.46	15.87 ± 0.07
48	17.14 ± 4.52	4.56 ± 0.14	12.68 ± 1.60	2.56 ± 0.55	19.97 ± 3.85	15.76 ± 0.50	16.74 ± 0.36	20.34 ± 0.11
168	23.03 ± 5.75	11.99 ± 0.88	18.53 ± 0.24	5.81 ± 0.78	22.63 ± 3.50	21.06 ± 0.30	23.81 ± 0.27	27.10 ± 0.26
336	25.88 ± 4.09	19.62 ± 2.50	24.13 ± 1.04	8.60 ± 1.09	23.97 ± 2.24	23.55 ± 0.32	28.66 ± 0.54	30.00 ± 0.34
504	28.15 ± 2.82	24.02 ± 2.10	28.01 ± 1.00	10.66 ± 1.18	25.51 ± 1.70	24.55 ± 0.23	29.83 ± 0.50	31.98 ± 0.28
672	30.55 ± 1.44	26.94 ± 4.70	29.89 ± 0.26	12.22 ± 1.73	25.98 ± 1.36	25.72 ± 0.14	30.68 ± 0.44	33.38 ± 0.26
840	31.37 ± 1.20	28.04 ± 4.26	31.69 ± 0.51	14.05 ± 1.99	26.38 ± 1.51	26.89 ± 0.13	31.15 ± 0.28	34.12 ± 0.34
900	31.50 ± 1.14	28.27 ± 4.29	31.97 ± 0.54	14.17 ± 1.94	26.52 ± 1.49	27.07 ± 0.08	31.23 ± 0.22	34.21 ± 0.36

Çizelge 4.31. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması değerlerine (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi (Ç)	7	571.93127016	109.69**
Süre (S)	11	1691.65617666	324.45**
Ç x S	77	15.90436497	3.05**
Hata	96	5.21391406	

(**) P<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.32. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin zamana bağlı serum ayrılması değerleri ortalamalarına (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Örnek	Ticari III	Ticari II	Kitre	KBG	CMC	Ticari I	Guar	Ksantan
	21.34 ^a	18.74 ^b	18.65 ^b	18.06 ^{bc}	16.82 ^{cd}	16.20 ^d	12.23 ^e	5.77 ^f
	900.saatt	5.hafta	4.hafta	3.hafta	2.hafta	1.hafta		
Süre	28.12 ^a	27.96 ^a	26.92 ^{ab}	25.34 ^b	23.06 ^c	19.24 ^d		
	48.saatt	24.saatt	8.saatt	4.saatt	2.saatt	1.saatt		
	13.72 ^e	10.76 ^f	6.57 ^g	4.90 ^h	3.02 ⁱ	2.11 ^j		

Değişik harfler P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Varyans analizi sonuçları (Çizelge 4.31), örneklerin zamana bağlı serum ayrılması değerleri üzerine tüm ana faktörlerin ve örnek çeşidi x süre interaksiyonunun P<0.01 seviyesinde önemli etkisinin bulunduğunu göstermektedir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına (Çizelge 4.32) göre, birbiriyle karşılaştırılan örneklerin zamana bağlı serum ayrılması oranlarının, örnek çeşidine ve depolama süresine bağlı olarak önemli (P<0.05) düzeyde değiştiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre salçadan işlenen ve kıvam artırıcı olarak nişasta kullanılan Ticari III ketçap örneğinin serum ayrılmasının en yüksek oranda, buna karşılık II. formülasyona göre üretilen ve %0.5 oranında ksantan gam eklenen ketçap örneğinin serum ayrılmasının en düşük oranda olduğu gözlenmiştir. Ayrıca Ticari II ile kitre zamkı, KBG eklenen örneklerin serum ayrılması oranı ortalamaları arasında, KBG ve CMC eklenen örneklerin serum ayrılması oranı ortalamaları arasında ve Ticari I ile

CMC eklenen örneğin serum ayrılması oranı ortalamaları arasında önemli ($P>0.05$) düzeyde farklılık bulunmamıştır. Bu durumda domates püresinden üretilmiş olan ve modifiye nişasta katkılı Ticari I ketçap örneği ile araştırmada üretilen ve %0.5 oranında kitre zankı, KBG eklenen ketçap örneklerinin depolamaya bağlı olarak su bırakma eğilimlerinin aynı ölçüde olduğu sonucuna ulaşılabilir. Aynı şekilde CMC eklenen örnek ile domates püresinden üretilen ve katkı içermeyen Ticari I ketçap örneğinin de depolamaya bağlı olarak serum bırakma eğilimleri aynı ölçüde gerçekleşmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre guar gam ve ksantan gam eklenen örneklerde ise depolamaya bağlı olarak ticari ve diğer gamların eklendiği örneklerden daha az oranda serum ayrılmasının gerçekleştiği görülmektedir ($P<0.05$). Bu durumda guar gam ve ksantan gamın ketçabın salçadan işlenmesi durumunda üründe depolamaya bağlı olarak gözlenen serum ayrılması problemini önlemede oldukça etkin olduğu söylenebilir. Nitekim Gujral vd (2002), yaptıkları bir çalışmada doğrudan domates suyu kullanarak hazırladıkları, ÇKM miktarı 28°Brix' e ayarlanmış olan ve %0.5 oranında guar gam ve ksantan gam eklenen ketçaplarda, 5°C ve 50°C' de 120 günlük depolama süresince serum ayrılmasının gözlenmediğini bildirmişlerdir. Ancak mevcut çalışmamızda guar gam ve ksantan gam eklenen örneklerde de kısmen serum ayrılması gözlenmiştir. Bu durumun mevcut çalışmada hammadde olarak salça kullanılmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Den Ouden ve Van Vliet (2002), domates suyunun konsantrasyonu esnasında ürün içinde birbirine yapışan hücrelerin, konsantre ürün yeniden sulandırıldığında suyu absorblama kapasitelerinin azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.32' ye göre birbiriyle karşılaştırılan tüm örneklerde depolama süresi arttıkça örneklerden ayrılan serum oranları da buna paralel olarak artmıştır ($P<0.05$). Bu durum depolamaya bağlı olarak ketçaplarda hidroliz sonucu sineresis olduğunun bir göstergesidir. Nitekim Stoforos ve Reid (1990) ve Gujral vd (2002), ketçaplarda depolama süresinin artmasıyla serum ayrılması oranının arttığını rapor etmişlerdir.

4.4.3.2. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması değerleri bakımından karşılaştırılması

Üretilen ketçap örnekleri ile üç farklı ticari ketçap örneğinin santrifüjde 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması değerleri ortalamaları Çizelge 4.33' de, bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.34' de ve ortalama değerlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.35' de verilmiştir.

Çizelge 4.33' e göre araştırmada üretilen ketçaplardan guar gam ve ksantan gam eklenen örneklerde 5000 d/d' da santrifüjleme ile serum ayrılmasının gözlenmediği, diğer örneklerde ise % 0.94 ile % 4.25 arasında değişen oranlarda serum ayrılmasının gözlemlendiği görülmüştür.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.34) göre, örneklerin serum ayrılma oranları örnek çeşidine bağlı olarak önemli ($P < 0.01$) ölçüde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.33. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen ortalama serum ayrılması değerleri (%) ($X \pm SE$)

Üretilen	Kitre	Guar	CMC	Ksantan	KBG
	2.54 ± 0.285	0.00 ± 0.000	2.66 ± 2.305	0.00 ± 0.000	0.94 ± 0.025
Ticari	I	II	III		
	3.30 ± 0.185	3.44 ± 0.165	4.25 ± 0.240		

Çizelge 4.34. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması değerlerine (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi	7	5.29486339	3.84*
Hata	8	1.37848125	

(*) $P < 0.05$ seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.35. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması değerleri (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Örnek	Ticari III	Ticari II	Ticari I	CMC	Kitre	LBG	Guar	Ksantan
	4.25 ^a	3.44 ^{ab}	3.30 ^{ab}	2.66 ^{abc}	2.54 ^{abc}	0.94 ^{bc}	0.00 ^c	0.00 ^c

Değişik harfler $P < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.35), ketçap örneklerinin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle belirlenen serum ayrılması oranları birbirlerinden önemli ($P < 0.05$) düzeyde farklılık göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre ticari örnekler ile CMC ve kitre zamkı eklenen örneklerin serum ayrılması oranları ortalamaları arasında ve gam eklenen örneklerin kendi aralarındaki serum ayrılması oranları ortalamaları arasında önemli ($P > 0.05$) bir farklılık bulunmazken, ticari örneklerin her üçünde de serum ayrılma oranları araştırmada üretilen örneklere göre daha yüksek olmuştur. Ticari I örneğinin serum ayrılması oranı diğer ticari örneklere göre daha düşük seviyede bulunmuştur. Bu durumun bu örneğin etiketinde belirtildiği üzere modifiye nişasta içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Modifiye nişastanın ketçap ve benzeri pek çok üründe kıvam artırıcı, su tutucu ve yapı geliştirici olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Saldamlı 1998). Ancak sonuçlar değerlendirilirken ticari örneklerin daha uzun süre depolandıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Araştırmada üretilen ketçaplarda 5000 d/d' da serum ayrılması ölçümleri ketçap üretiminden 2 gün sonra yapılmıştır. Ticari örnekler marketlerden satın alınarak araştırmaya dahil edildiğinden ölçümlere başlandığında bu örnekler için belirli bir depolanma süreci geçmiştir. Bu nedenle ticari örneklerin 5000 d/d' da santrifüj edilmesiyle ölçülen serum ayrılma oranları araştırmada üretilen ketçapların serum ayrılması oranlarından daha yüksek çıkmış olabilir. Nitekim Stoforos ve Reid (1990), ketçaplarda zamana bağlı olarak serum ayrılmasının söz konusu olduğunu ve serum ayrılması oranının ketçabın pH değerine, toplam kuru madde miktarına, çözünür pektin miktarına bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.35' e göre guar gam ve ksantan gam eklenen örneklerde 5000 d/d' da santrifüj sonrasında serum ayrılması durumunun gözlenmediği saptanmıştır. Örneklerde

zamana bağı serum ayrılmasının belirlendiği diğer yöntemde de bu iki gamın eklendiği örneklerin zamana bağı serum ayrılması oranlarının diğer örneklerin serum ayrılması oranlarından daha düşük olduğu görülmektedir (Bkz. Çizelge 4.32). Dolayısıyla guar gam ve ksantan gam eklenen örnekler için her iki yöntemde de belirlenen serum ayrılması oranları paralellik göstermiştir.

Araştırma sonuçları salçadan ketçap üretiminin söz konusu olduğu durumlarda ürüne gam eklenmesinin, serum ayrılması probleminin engellenmesinde oldukça etkili olduğunu ortaya koymuştur.

4.4.4. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin duyusal değerlendirme bakımından karşılaştırması

II. formülasyona göre üretilen ve %0.5 oranında gam eklenmiş ketçap örnekleri ile ülkemizde yaygın olarak üretilen ve satışa sunulan önemli ticari markaların marketlerden satın alınan ketçap örneklerinin 10 panelist tarafından gerçekleştirilen duyusal değerlendirme panelinin sonuçları Çizelge 4.36' da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin duyusal analiz sonuçları

Duyusal özellik	Örnek	Ortalama puanlar* (X±SE)				
		Kitre	Guar	CMC	Ksantan	KBG
Görünüş ve Doku	Üretilen	4.35 ± 0.109	3.20 ± 0.138	3.75 ± 0.143	3.50 ± 0.136	3.90 ± 0.100
	Ticari	I 3.25 ± 0.216	II 3.80 ± 0.172	III 3.25 ± 0.228		
Lezzet	Üretilen	4.50 ± 0.114	3.05 ± 0.114	3.65 ± 0.131	3.80 ± 0.117	3.70 ± 0.105
	Ticari	I 3.25 ± 0.216	II 3.80 ± 0.186	III 2.95 ± 0.223		
Toplam	Üretilen	8.80 ± 0.200	6.25 ± 0.204	7.40 ± 0.245	7.30 ± 0.193	7.60 ± 0.152
	Ticari	I 6.50 ± 0.401	II 7.60 ± 0.311	III 6.20 ± 0.401		

* Duyusal panele katılan 10 panelist tarafından verilen tekerrürlü puanların ortalaması

Çizelge 4.37. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin duyu analizi sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	Görünüş ve Doku		Lezzet		Toplam	
		K.O.	F	K.O.	F	K.O.	F
Örnek	7	3.21428571	6.18**	4.74196429	9.52**	15.2062500	9.80**
Hata	8	0.51973684		0.49835526		1.55098684	

(**) P<0.01 seviyesinde farklılık ifade eder.

Çizelge 4.38. Üretilen ketçap örnekleri ile ticari ketçap örneklerinin duyu analizi sonuçları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Görünüş ve Doku								
Örnek	Kitre	KBG	Ticari II	CMC	Ksantan	Ticari I	Ticari III	Guar
	4.35 ^a	3.90 ^{ab}	3.80 ^b	3.75 ^b	3.50 ^{bc}	3.25 ^c	3.25 ^c	3.20 ^c
Lezzet								
Örnek	Kitre	Ksantan	Ticari II	KBG	CMC	Ticari I	Guar	Ticari III
	4.45 ^a	3.80 ^b	3.80 ^b	3.70 ^{bc}	3.65 ^{bc}	3.25 ^{cd}	3.05 ^d	2.95 ^d
Toplam								
Örnek	Kitre	Ticari II	KBG	CMC	Ksantan	Ticari I	Guar	Ticari III
	8.80 ^a	7.60 ^b	7.60 ^b	7.40 ^b	7.30 ^b	6.50 ^c	6.25 ^c	6.20 ^c

Değişik harfler P<0.05 seviyesinde farklı olduğunu gösterir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.37), örnek çeşidinin, duyu özellikleri bakımından değerlendirilen örneklerin görünüş ve doku, lezzet ve bunların toplamı duyu özellikleri üzerinde oldukça önemli (P<0.01) bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.38' e göre duyu değerlendirme bakımından birbiriyle karşılaştırılan örneklerin görünüş ve doku, lezzet ve toplam duyu özellikleri arasında önemli (P<0.05) farklılıklar bulunmuştur. KBG, CMC ve ksantan gam eklenen örnekler ile Ticari II örneği arasında, ayrıca ksantan gam, guar gam eklenen örnekler ile Ticari I ve Ticari III örnekleri arasında görünüş ve doku özellikleri bakımından önemli (P>0.05) bir farklılık gözlenmemiştir. Bu örnekler arasında görünüş ve doku bakımından önemli bir

farklılığın bulunmaması örneklerin kıvam ve renk özellikleri bakımından birbirine benzer niteliklere sahip olmalarının bir göstergesi olabilir. Nitekim CMC ve KBG eklenen ve ayrıca Ticari III örnekleri dışında diğer örneklerin kıvam indeksleri ortalamaları arasında da bir fark gözlenmemiştir (Bkz. Çizelge 4.23). Elde edilen sonuçlara göre kitre zımkı eklenen örnek görünüş ve doku özellikleri bakımından en yüksek, guar gam eklenen örnek ile Ticari I ve Ticari III örnekleri ise en düşük puan ortalamalarına sahip olmuştur. Ticari I örneğinin Ticari II ketçap örneğine göre görünüş ve doku bakımından daha düşük puan almasının, bu örneğin ticari örnekler içinde en koyu, kırmızı kahverengi arası bir renge sahip olması nedeniyle, ayrıca Ticari III ketçap örneğinin görünüş ve doku bakımından düşük puan toplamasının da yetersiz kıvamı nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.38), kitre zımkı ve guar gam eklenen örnekler dışında diğer gam eklenen örnekler ile Ticari II ketçap örneği arasında, ayrıca guar gam eklenen örnek ile Ticari I ve Ticari III ketçap örnekleri arasında lezzet bakımından önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Kitre gamı eklenen örnek ise lezzet bakımından en yüksek puan ortalamasına sahip olmuştur. Lezzet oldukça göreceli bir duyusal özellik olduğundan örnekler arasında gözlenen, lezzet puanları ortalamaları arasındaki farklılığı açıklamak oldukça güçtür. Ancak guar gam eklenen örneğin lezzet bakımından daha az tercih edilmesinin nedeninin bu gamın ketçapta istenmeyen bir tat oluşturmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir. Ticari I ve Ticari III örnekleri ise daha az baharatlı ve diğer örneklere göre kısmen daha tatlı bir lezzette olmaları nedeniyle lezzet bakımından diğer örneklere göre daha az puan topladıkları düşünülmektedir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre guar gam dışında diğer gamların ketçaba eklenmesinin ürünün duyusal özelliklerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılabilir.

5. SONUÇ

Ketçap tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çeşitli gıdaların yanında yaygın olarak tüketilen yemek soslarından biridir. Konsistens (kıvam) ketçaplarda kaliteyi belirleyen en önemli unsurlardan biri olup, domates ketçabında kıvam esasen hammadde olarak kullanılan domatesten gelen çözünür pektik maddelerden kaynaklanmaktadır. Mevsimsel farklılıklar hatta günlük farklılıklar hammaddenin kalitesini etkilediğinden her zaman aynı standarda hammadde temini mümkün olmamaktadır. Ayrıca üretim prosesindeki değişiklikler de ketçapların kıvamı üzerinde etkili olabilmektedir. Diğer taraftan depolamaya bağlı olarak ketçaplarda serum ayrılması problemi gözlenebilmektedir. Belirtilen problemlerin giderilmesi ve dokusal özellikleri bakımından standard bir ürün eldesi için, nişasta ve gamlar gibi çeşitli hidrokolloidlerin ketçaplara eklenmesi söz konusu olmaktadır.

Bu araştırmada üç farklı formülasyona göre üretilen ketçaplara üç farklı doz seviyesinde beş ayrı hidrokolloid eklenerek üretilen ketçapların konsistens ve serum ayrılması üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre kullanılan tüm hidrokolloidlerin üretilen ketçapların kıvamını artırıcı etki gösterdiği belirlenmiştir. Guar gam ve keçiyoynuzu gamı örneklerin kıvamında en yüksek artış sağlamıştır. Ayrıca kullanılan formülasyona ve gam dozuna bağlı olarak örneklerin kıvamı oldukça değişkenlik göstermiştir. Sonuçlara göre ketçabın salçadan hazırlandığı durumlarda istenilen kıvamı sağlamak için, kullanılan sulandırılmış salçanın çözünür kuru madde miktarının en az %10 veya üzerinde olması gerektiği belirlenmiştir. Gam dozu artırıldıkça da ketçapların kıvamında bir artış söz konusu olmuş ve kullanılan tüm hidrokolloidlerin %0.5 gam dozu seviyesinin örneklerde istenilen kıvamın sağlanmasında yeterli olduğu gözlenmiştir.

Hidrokolloid kullanımı üretilen ketçap örneklerinin akış değerlerini ve serum ayrılması oranlarını da düşürmüştür. Gam dozunun artırılmasıyla da örneklerin akış değerlerinde ve serum ayrılması oranlarında belirgin bir azalma söz konusu olmuştur. En yüksek çözünür kuru madde miktarına sahip salça çözeltisinden işlenen ve en yüksek doz seviyesinde gam eklenmiş örneklerde serum ayrılması en düşük düzeyde

gerçekleşmiştir. Ancak depolamaya bağlı olarak tüm örneklerin serum ayrılması oranlarında artış olduğu gözlenmiştir.

Araştırmanın diğer bölümünde çözünür kuru madde miktarı %10' a ayarlanmış sulandırılmış salçadan işlenen ve % 0.5 oranında gam eklenmiş ketçap örnekleri ile ülkemizde yaygın olarak tüketilen üç farklı marka ticari ketçap örnekleri bazı fiziksel ve duyuşal özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonuçlarına göre karşılaştırılan tüm örneklerin benzer akış karakterine sahip oldukları, CMC eklenen örnek dışında araştırmada üretilen ve % 0.5 oranında gam eklenen ketçapların ticari örneklerle eşdeğer hatta daha fazla kıvamlılığa sahip olduğu görülmüştür. Araştırmada üretilen ketçapların serum ayrılması oranı, karşılaştırmada kullanılan ticari örneklerden daha düşük seviyede kalmış, hatta guar gam ve ksantan gam eklenmiş örneklerde serum ayrılması en düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Ayrıca duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre gam eklenen ketçap örneklerinin duyuşal özellikleri bakımından ticari örneklere eşdeğer olduğu hatta kitre zankı eklenen örneğin duyuşal özelliklerinin ticari örneklerin duyuşal özelliklerinden daha iyi düzeyde olduğu gözlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre ketçabın salçadan işlenmesinin söz konusu olduğu durumlarda yapı bütünlüğünün ve ideal kıvamın sağlanmasında, ayrıca serum ayrılmasının azaltılmasında kullanılan tüm hidrokolloidlerin % 0.5 seviyesinde ketçaba eklenmesinin etkili olduğu görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

- ALISTE, A.J., VIEIRA, F.F. and DEL MASTRO, N.L. 2000. Radiation effects on agar, alginates and carrageenan to be used as food additives. *Radiation Physics and Chemistry*, 57: 305-308.
- ALTUĞ, T. 1993. Duyusal Test Teknikleri. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No: 28, İzmir, 56ss.
- ANONİM, 1983. Gıda maddeleri muayene ve analiz yöntemleri kitabı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü. Genel Yayın No: 65, Özel Yayın No: 62-105, Ankara, 794 ss.
- ANONİM, 1987. Türk Standardları, Ketçap Standardı, TS 5282.
- ANONİM, 1992. Türk Standardları, Domates Salçası Standardı, TS 5282.
- ANONİM, 1993. Türk Standardları, Ketçap Yapım Kuralları Standardı, TS 10818.
- ANONİM, 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Dünya Yayınları, İstanbul.
- ANONYMOUS, 2002a. <http://www.sbu.ac.uk/water/hydro.html>
- ANONYMOUS, 2002b. <http://www.orst.edu/food-resource/gums>
- ANONYMOUS, 2002c. <http://www.foodproductdesign.com/archive/1993/0193CS.html>
- ANONYMOUS, 2002d. <http://www.iontosorb.cz/bead.htm>
- ANONYMOUS, 2002e.
http://www.herc.com/aqualon/personal_care/pc_eulit/images/eu_pdf_files/62075e1.pdf
- ANONYMOUS, 2002f.
http://www.herc.com/aqualon/construction/cons_brochure/bro_culminal.html
- ANONYMOUS, 2002g. http://www.naffs.org/public/downloads/tech_ward.pdf
- ALEXANDER, R.J. 1999a. Hydrocolloid Gums-Part I: Natural Products. *Cereal Foods World*, 44(9): 684-687.
- ALEXANDER, R.J. 1999b. Hydrocolloid Gums-Part II: Synthetic Products. *Cereal Foods World*, 44(10): 722-725.
- AYDINLI, M. and TUTAŞ, M. 2000. Water sorption and water vapour permeability properties of polysaccharide (locust bean gum) based edible films. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 33:63-67.

- AZERO, E.G. and ANDRADE, C.T. 2002. Testing procedures for galactomannan purification. *Polymer Testing*, 21: 551-556.
- BARBUT, S. and MITTAL, G.S. 1996. Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low fat frankfurters. *International Journal of Food Science and Technology*, 31(1999): 241-247.
- BELITZ, H.D. and GROSCH, W. 1999. Food Chemistry. Second Edition, Springer-Verlag, Berlin, Newyork, pp. 256-257.
- BENICHOU, A., ASERIN, A. and GARTI, N. 2002. Protein-polysaccharide interactions for stabilization of food emulsions. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 23(1-3): 93-123.
- CARR, J.M. 1993. Hydrocolloids and Stabilizers. *Food Technology*, 47(10): 100.
- CASAS, J.A., SANTOSA, V.E. and GARCIA-OCHOA, A. 2000. Xanthan gum production under several operational conditions: molecular structure and rheological properties. *Enzyme and Microbial Technology*, 26(2-4): 282-291.
- CEMEROĞLU, B. ve ACAR, J. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 6, Ankara, 503 ss.
- CEMEROĞLU, B. 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Arzu Ofset, Ankara, 381 ss.
- CHEN, Y., LIAO, M.L., BOGER, D.V. and DUNSTAN, D.E. 2001. Rheological characterization of κ -carrageenan/locust bean gum mixtures. *Carbohydrate Polymers*, 46: 117-124.
- CRANDALL, P.G. and NELSON, P.E. 1975. Effects of preparation and milling on consistency of tomato juice and puree. *Journal of Food Science*, 40: 710-713.
- DEBON, S.J.J. and TESTER, R.F. 2001. In vitro binding of calcium, iron and zinc by non-starch polysaccharides. *Food Chemistry*, 73: 401-410.
- DEMARS, L.L. and ZIEGLER, G.R. 2001. Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections. *Food Hydrocolloids*, 15(2001): 643-653.
- DEN OUDEN, F.W.C. and VAN VLIET, T. 2002. Effect of concentration on the rheology and serum separation of tomato suspensions. *Journal of Texture Studies*, 33: 91-104.
- DICKINSON, E. 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*, 17: 25-39.

- DIAZ, D.G. and NAVAZA, J.M. 2003. Rheology of aqueous solutions of food additives effect of concentration, temperature and blending. *Journal of Food Engineering*, 56: 387-392.
- DUXBURY, D.D. 1993. Fat reduction without adding fat replacers. *Food Processing (USA)*, 54(5): 68,70.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. VE GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistiksel Metotlar II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021, Ankara, 381ss.
- DZIEZAK, J.D. 1991. A Focus on Gums. *Food Technology*, 45(3): 116-132.
- EDWARDS, C.A., BLACKBURN, N.A., CRAIGEN, L., DAVISON, P., TOMLIN, J., SUGDEN, K., JOHNSON, I.T. and READ, N.W. 1987. Viscosity of food gums determined in vitro related to their hypoglycemic actions. *American Journal of Clinical Nutrition*, 46: 72-77.
- ELFAK, A.M., PASS, G., PHILLIPS, G.O. and MORLEY, R.G. 1977. The Viscosity of Dilute Solutions of Guar Gum and Locust Bean Gum with and without Added Sugars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28: 895-899.
- FELLER, R.L. and WILT, M. 1990. Evaluation of Cellulose Ethers for Conservation, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, pp.11-33.
- FERNANDES, P.B., GONÇALVES, M.P. and DOUBLIER, J.L. 1991. A rheological characterization of kappa-carrageenan / galactomannan mixed gels: A comparison of locust bean gum samples. *Carbohydrate Polymers*, 16: 253-274.
- FERRERO, C. and ZARITZKY, N.E. 2000. Effect of freezing rate and frozen storage on starch-sucrose-hydrocolloid systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 2149-2158.
- GALINDO, E. and ALBITER, V. 1996. High-yield recovery of xanthan by precipitation with isopropyl alcohol in a stirred tank. *Biotechnology Progress*, 12: 540-547.
- GARCIA-OCHOA, F., SANTOS, V.E. and FRITSCH, A.P. 1992. Nutritional study of *Xanthomonas campestris* in xanthan gum production by factorial design of experiments. *Enzyme and Microbial Technology*, 14: 991-996.
- GARCIA-OCHOA, F., CASAS, J.A. and MOHEDANO, A.F. 1993. Precipitation of xanthan gum. *Separation Science and Technology*, 28: 1303-1313.
- GARCIA-OCHOA, F., SANTOS, V.E. and ALCÓN, A. 1995. Xanthan gum production: an unstructured kinetic model. *Enzyme and Microbial Technology*, 17: 206-217.

- GARCIA-OCHOA, F., SANTOS, V.E. and ALCÓN, A. 1996. Simulation of xanthan gum production by a chemically structured kinetic model. *Mathematics and Computers Simulation*, 42: 187-195.
- GARTI, N. and REICHMAN, D. 1993. Hydrocolloids as food emulsifiers and stabilizers. *Food Structure*, 12(4): 411-426.
- GARTI, N., MADAR, Z., ASERIN, A. and STERNHEIM, B. 1997. Fenugreek Galactomannans as Food Emulsifiers. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 30(3): 305-311.
- GARTI, N. 1999. Hydrocolloids as emulsifying agents for oil-in-water emulsions. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 20(1&2): 327-355.
- GARTI, N. and LESER, M.E. 2001. Emulsification properties of hydrocolloids. *Polymers for Advanced Technologies*, 12(1-2): 123-135.
- GEANKOPLIS, C.J., 1983. Transport Processes and Unit Operations, Second Edition. Allyn and Bacon, Inc., Massachusetts.
- GENCER, G. 1989. Effect of selected additives on the flow parameters of 1:1 mixtures of carrageenan-guar and CMC-locust bean gum. *Journal of Texture Studies*, 20(1989): 473-478.
- GLICKSMAN, M. 1991. Hydrocolloids and Search for the "Oily Grail". *Food Technology*, 45(10): 94, 96-103.
- GOLDMAN, M.S. 1996. High-fibre milk. *Trends in Food Science and Technology*, 7(5): 174.
- GÖKALP, H.Y., NAS, S. ve CERTEL, M. 1996. Biyokimya-I " Temel Yapılar ve Kavramlar ". Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayın No: 001 (2. Baskı), Denizli, 154ss.
- GÖNÇ, S. ve GAHUN, Y. 1980. Hidrokolloidler ve Sütçülükte Kullanımları. *E.Ü.Z.F. Dergisi*, 17(2): 49-67.
- GÖNÇ, S. ve ENFİYECİ, A.S. 1987. Dondurma Teknolojisinde Kullanılan Emülsifiye ve Stabilize Edici Maddeler, Fonksiyonları ve Kombinasyonları. *E.Ü.Z.F. Dergisi*, 24(2): 209-221.
- GUJRAL, H.S., SHARMA, A. and SINGH, N. 2002. Effect of hydrocolloids, storage temperature, and duration on the consistency of tomato ketchup. *International Journal of Food Properties*, 5(1): 179-191.
- GÜVEN, M. ve HAYALOĞLU, A.A. 2001. Hidrokolloidler ve süt teknolojisinde kullanımları. *Gıda*, Temmuz (2001): 72-79.

- HOWARD, D.W. 1991. A look at viscometry. *Food Technology*, 45(7): 82-84.
- HUANG, X., KAKUDA, Y. and CUI, W. 2001. Hydrocolloids in emulsions: particle size distribution and interfacial activity. *Food Hydrocolloids*, 15(2001): 533-542.
- İBANOĞLU, Ş., AINSWORTH, G.W. and HAYES, G.D. 1995. Effect of formulation on protein breakdown, *in vitro* digestibility, rheological properties and acceptability of tarhana, a traditional Turkish cereal food. *International Journal of Food Science and Technology*, 30: 579-585.
- KARBANCIOĞLU, F. ve HEPERKAN, D. 2002. Çok amaçlı bir alg ekstraktı: Karagenan. *Gıda, Şubat* (2002): 97.
- KATZBAUERA, B. 1998. Properties and applications of xanthan gum. *Polymer Degradation and Stability*, 59(1-3): 81-84.
- KAUR, A., SINGH, G. and KAUR, H. 2000. Studies on use of emulsifiers and hydrocolloids as fat replacers in baked products. *Journal of Food Science and Technology*, 37(3): 250-255.
- KENNEDY, J.F., JONES, P., BARKER, S.A. and BANKS, G.T. 1982. Factors affecting microbial growth and polysaccharide production during the fermentation of *Xanthomonas campestris* cultures. *Enzyme and Microbial Technology*, 4: 39-43.
- KRISHANAIHAH, Y.R.S., SATYANARAYANA, S., RAMA -PRASAD Y.V. and NARASIMHA-RAO, S. 1998. Evaluation of guar gum as a compression coat for drug targeting to colon. *International Journal of Pharmaceutics*, 171: 137-146.
- KÖK, M.Ş., HILL, S.E. and MITCHELL, J.R. 1999a. A comparison of the rheological behaviour of crude and refined locust bean gum preparations during thermal processing. *Carbohydrate Polymers*, 38: 261-265.
- KÖK, M.Ş., HILL, S.E. and MITCHELL, J.R. 1999b. Viscosity of galactomannans during high temperature processing: influence of degradation and solubilization. *Food Hydrocolloids*, 13: 535-542.
- KUO, W.L. 1994. Investigation of fat replacement systems for low-fat, precooked, coarse-ground beef products. *Dissertation Abstracts International*, 54(8): 3920-3921. Order no: DA9403544. Thesis, 78 pp.
- LUNDIN, L. and HERMANSSON A.M. 1997. Rheology and microstructure of Ca- and Na- κ -carrageenan and locust bean gum gels. *Carbohydrate Polymers*, 34: 365-375.

- MANCINI, L. 1992. Making a case for hydrocolloids. *Food Engineering*, 64(5): 139-140, 142.
- MARCOTTE, M., TAHERIAN-HOSHAHLI, A.R. and RAMASWAMY, H.S. 2001. Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature. *Food Research International*, 34(8): 695-703.
- MARRS, W.M. 1996. Rheology as an indicator of functionality. *World of Ingredients*, Jan./Feb.: 38-40.
- MCKEE, L.H. and LATNER, T.A. 2000. Underutilized sources of dietary fiber: A review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 55(4): 285-304.
- MICHEL, C., KRAVTCHENKO, T.P., DAVID, A., GUENEAU, S., KOZLOWSKI, F. and CHERBUT, C. 1998. *In Vitro* prebiotic effects of Acacia gums onto the human intestinal microbiota depends on both botanical origin and environmental pH. *Anaerobe*, 4(6): 257-266.
- MITSCHKA, P. 1982. Simple conversion of Brookfield R.V.T. readings into viscosity functions. *Rheologica Acta*, 21: 207-209.
- NIEDERAUER, T. 1998. Properties and applications of gums. *Fleischwirtschaft*, 78(5): 458, 460-462, 506.
- ORDONEZ, M., ROVIRA, J. and JAIME I. 2001. The relationship between the composition and texture of conventional and low-fat frankfurters. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(7): 749-758.
- PAI, V.B. and KHAN, S.A. 2002. Gelation and rheology of xanthan/enzyme-modified guar blends. *Carbohydrate Polymers*, 49: 207-216.
- PANDJAITAN, N., HETTIARACHCHY, N., JU, Z.Y., CRANDALL, P., SNELLER, C. and DOMBEK, D. 2000. Enrichment of Genistein in Soy Protein Concentrate with Hydrocolloids and β -glucosidase. *Journal of Food Science*, 65(4): 591-595.
- PETERS, H.U., HERBST, H., HESSELINK, P.G.M., LÜNDSDORF, H., SCHUMPE, A. and DECKWER, W.D. 1989. The influence of agitation rate on xanthan production by *Xanthomonas campestris*. *Biotechnology and Bioengineering*, 34: 1393-1397.
- PINCHES, A. and PALLENT, L.J. 1986. Rate and yield relationships in the production of xanthan gum by batch fermentations using complex and chemically defined growth media. *Biotechnology and Bioengineering*, 28: 1484-1496.
- PORRETTA, S. 1991. Analytical profiling of ketchup. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 57: 293-301.

- RACE, S. W., 1991. Improved Product Quality through Viscosity Measurement. *Food Technology*, July, 86-88.
- RANI, U. and BAINS, G.S., 1987. Flow Behaviour of Tomato Ketchups. *Journal of Texture Studies*, (18): 125-135.
- RAMIREZ, J.A., BARRERA, M., MORALES, O.G. and VÁZQUEZ, M. 2002. Effect of xanthan and locust bean gums on the gelling properties of myofibrillar protein. *Food Hydrocolloids*, 16(2002): 11-16.
- RAO, M.A., COOLEY, H.J. and BOURNE, M.C. 1981. Flow properties of tomato concentrates. *Journal of Texture Studies*, 12: 521-538.
- RAO, M.A., COOLEY, H.J. and VITALI, A.A. 1984. Flow properties of concentrated juices at low temperatures. *Food Technology*, 38: 113-119.
- RAO, M.A. 1999. Rheology of Fluid and Semisolid Foods. Apsen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, pp.153-154.
- SALDAMLİ, İ.B. 1998. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, ISBN:975-8339-00-1, Ankara, 527 ss.
- SCHORSCH, C., GARNIER, C. and DOUBLIER, J.L. 1997. Viscoelastic properties of xanthan / galaktomannan mixtures: comparison of guar gum with locust bean gum. *Carbohydrate Polymers*, 34(1997): 165-175.
- SHARMA, S.K., LIPTAY, A. and MAGUER, M.L. 1998. Molecular characterization, physico-chemical and functional properties of tomato fruit pectin. *Food Research International*, 30(7): 543-547.
- SHARP, D.W.A. 1990. Dictionary of Chemistry. Penguin Books, Second Edition, London, 414pp.
- SHATWELL, K.P. and SUTHERLAND, I.W. 1991. Influence of the interaction of xanthan with plant polysaccharides-III. Xanthan-konjac mannan systems. *Carbohydrate Polymers*, 14(1991): 131-147.
- SHU, C.H. and YANG, S.T. 1990. Effects of temperature on cell growth and xanthan production in batch cultures of *Xanthomonas campestris*. *Biotechnology and Bioengineering*, 35: 454-468.
- SHU, C.H. and YANG, S.T. 1991. Kinetics and modeling of temperature effects on batch xanthan gum fermentation. *Biotechnology and Bioengineering*, 37: 567-574.
- SIDHU, J.S., BAWA, A.S. and SINGH, N. 1997. Studies on the effect of hydrocolloids on the consistency of tomato ketchup. *Journal of Food Science and Technology*, 34(5): 423-424.

- SIDHU, J.P.S., BAWA, A.S. 2000. Incorporation of carboxy methyl cellulose in wheat flour: Rheological, alveographic, dough development, gas formation/retention, baking and bread firmness studies. *International Journal of Food Properties*, 3(3): 407-419.
- SIMONET, F., GARNIER, C. And DUBLIER, J.L. 2000. Partition of proteins in the aqueous guar/dextran two-phase system. *Food Hydrocolloids*, 14: 591-600.
- SINGH, G., KAUR, A., HARINDER, K. and KAUR, B. 1997. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on rheological properties of wheat flour. *Advances in Food Sciences*, 19(5/6): 147-151.
- STOFOROS, N.G. and REID, D.S., 1990. A Test Evaluation of the Serum Separation Potential of Tomato Ketchup. *Journal of Food Science*, 55 (6), 1626-1629.
- STOFOROS, N.G. and REID, D.S., 1992. Factors Influencing Serum Separation of Tomato Ketchup. *Journal of Food Science*, 57 (3), 707-713.
- SUTTON, R.L., COOKE, D. and RUSSELL, A. 1997. Recrystallization in Sugar/Stabilizer Solutions as Affected by Molecular Structure. *Journal of Food Science*, 62(6): 1145-1149.
- SWENSON, B.J., WENDORFF, W.L. and LINDSAY, R.C. 2000. Effects of Ingredients on the Functionality of Fat-free Process Cheese Spreads. *Journal of Food Science*, 65(5): 822-825.
- TANGLERTPAIBUL, T. and RAO, M.A. 1987a. Rheological properties of tomato concentrates as affected by particle size and method of concentration. *Journal of Food Science*, 52: 141-145.
- TANGLERTPAIBUL, T. and RAO, M.A. 1987b. Flow properties of tomato concentrates: Effect of serum viscosity and pulp content. *Journal of Food Science*, 52: 318-321.
- TAKO, M. 1992. Synergistic interaction between xanthan and konjac glucomannan in aqueous media. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 56(8): 1188-1192.
- TORRES, L.M., DE LA FUENTE, E.B., SANCHEZ, B.T. and KATTHAIN, R. 2000. Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*). *Food Hydrocolloids*, 14: 417-424.
- WANG, Q., ELLIS, P.R. and ROSS-MURPHY, S.B. 2000. The stability of guar gum in an aqueous system under acidic conditions. *Food Hydrocolloids*, 14(2000): 129-134.
- WARD, F.M. 1997. Hydrocolloid systems as fat mimetics in bakery products: icings, glazes and fillings. *Cereal Foods World*, 42(5): 386-390.

WARD, F.M. 1998. Water-soluble gum systems as oil mimetics in low-fat salad dressings and sauces. *Food Marketing and Technology*, 12(4): 6-8.

YOO, S. D. and HARCUM, S.W. 1999. Xanthan gum production from waste sugar beet pulp. *Bioresource Technology*, 70(1): 105-109.

ZALESKA, H., RING, S.G. and TOMASIK, P. 2000. Apple pectin complexes with whey protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 14(2000): 377-382.

7. ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Keçiborlu'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Nazilli'de tamamladı. 1993 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümüne girdi. 1998 yılında Gıda Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. Mezuniyetini takiben Keskinöğlü Damızlık İşletmeleri A.Ş., Manisa'da 6 ay, Al-Et Entegre Et Tesisleri A.Ş., Alanya'da 1 yıl ve Gaye Gıda Dağıtım ve Pazarlama Ltd. Şti. , Alanya'da 1 yıl üretimden sorumlu gıda mühendisi olarak çalıştı. Şubat 2001'de Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Ağustos 2002'de aynı kurumda Araştırma Görevlisi kadrosuna atandı. Halen aynı kurumda görevine devam etmektedir.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ