



İNÜLİN İÇERİKLİ JELLY TİPİ YUMUŞAK ŞEKERLEME ÜRETİMİ VE BİLEŞEN OPTİMİZASYONU

Ahmet Demircan¹, İbrahim Palabıyık^{2*}, Ahmet Şükrü Demirci²

¹Continental Confectionery Company Ar-Ge Merkezi, Tekirdağ, Türkiye

²Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

Geliş / *Received*: 20.03.2019; Kabul / *Accepted*: 28.07.2019; Online baskı / *Published online*: 11.08.2019

Demircan, A., Palabıyık, İ., Demirci, A.Ş. (2019). İnülin içerikli jelly tipi yumuşak şekerleme üretimi ve bileşen optimizasyonu. *GIDA* (2019) 44 (5): 759-769 doi: 10.15237/gida.GD19061

Demircan, A., Palabıyık, İ., Demirci, A.Ş. (2019). Production of inulin containing jelly type soft confectionery and optimization of ingredients. GIDA (2019) 44 (5): 759-769 doi: 10.15237/gida.GD19061

ÖZ

Tüketicilerin daha kaliteli bir yaşam için sağlıklı ürünlere yöneliminin artması ile birlikte fonksiyonel gıdalara olan talep de artış göstermiştir. Bu sebeple, gıda sektöründe çeşitli ürünlerin formülasyonlarında yenilik çalışmaları yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Bu çalışmada, jelly tipi yumuşak şeker ürününe inülin ilave edilerek formülasyona giren hammaddelerden jelatin, şeker ve inülin oranlarının ürünün tekstürel ve duyuşal özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Örnekler üzerinde yapılan tekstür analizi sonucunda jelatin miktarının artmasının sertliği arttıran, adeziv yapışkanlığı ise azaltan en önemli parametre olduğu anlaşılmıştır. Örneklerle uygulanan tekstür analizi sonuçları değerlendirildiğinde inülin miktarının adeziv yapışkanlığı arttırdığı sonucuna varılmıştır. İnülin analizleri sonuçlarının teorik beklenen inülin miktarıyla uyumlu bulunması üretim şartlarında inülin kaybının yaşanmadığını göstermiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda duyuşal sertlik beğenisinin genel beğeniyi doğrudan etkilediği anlaşılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlar, tatlılık optimizasyonu yapıldığında jelly tipi şekerleme ürünlerinde şeker yerine inülin kullanımının, tüketiciler tarafından sevilerek tüketilen, fonksiyonel özellik kazandırılmış alternatif bir şekerleme ürününün üretilebileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Şekerleme, inülin, jelatin, tekstür, duyuşal özellikler

PRODUCTION OF INULIN CONTAINING JELLY TYPE SOFT CONFECTIONERY AND OPTIMIZATION OF INGREDIENTS

ABSTRACT

Demand for functional foods has increased with the increasing consumer orientation towards healthy products for a better quality of life. For this reason, innovation studies are being made intensively in the formulation of various products in the food sector. In this study, it was aimed to investigate the effect of gelatin, sugar and inulin ratios on the textural and sensory properties of jelly type soft candy. As a result of the texture analysis, it was understood that increasing the amount of gelatin is the most important parameter which increases the hardness and reduces adhesive adhesion. When the results of texture analysis were evaluated, it was concluded that the amount of inulin increased adhesiveness. Inulin analyses have shown that the results are compatible with the theoretical expected amount of inulin and there is no loss of inulin in the production conditions. According to the results, it was understood that the appreciation of sensory hardness directly affects the general appreciation. The results of this research show that if sweetness optimization is done, an alternative and delightfully consumed jelly type soft confectionery product with functional properties can be produced by using inulin instead of sugar in the formulation.

Keywords: Confectionery, inulin, gelatin, texture, sensory properties

*Yazışmalardan sorumlu yazar/ *Corresponding Author*

✉ ipalabiyik@nku.edu.tr,

☎ (+90) 282 250 2117

☎ (+90) 282 250 9929

GİRİŞ

İnülin, fruktoz ünitelerinin β -2-1 bağları ile bağlanmasıyla oluşan bir oligosakkarittir. İnülin, endüstriyel boyutta hindiba kökü ve yer elmasından ekstrakte edilerek üretilmektedir (Murphy, 2001; Abbasi ve Farznmehr, 2009). Fiziksel olarak renksiz, kokusuz ve düşük tatlılıkta olan inülin, gıdalarda yağ ve şeker ikamesi, düşük kalorili dolgu maddesi veya tekstür geliştirici bir bileşen olarak çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır (Karimi vd., 2015). Şeker ikamesi olarak kullanıldığında özellikle yüksek yoğunluklu tatlandırıcılar ile kombinasyonu tercih edilmektedir (Aidoo vd., 2013). Eşsiz bir molekül yapısıyla diğer liflere kıyasla çözünür bir diyet lifi olan inülin, sürekli fazda (su) kıvam verici olarak stabiliteyi artırır (Miremadi ve Shah, 2012; Zabot vd., 2016). Sudaki konsantrasyonu %15'i aştığında, moleküler yapıdaki hidroksil gruplarına bağlı olarak, yağ benzeri bir tekstür gösteren stabil yapıda jel oluşturma yeteneğine sahiptir (Barclay vd., 2010; Gilbowski ve Bukowska, 2011). Ayrıca düşük pH (<5) ve yüksek sıcaklığın (90-100°C) yer aldığı işlemlere karşı dayanıklıdır (Gilbowski ve Bukowska, 2011).

İnülin, teknolojik ve fonksiyonel özellikleri, düşük kalori değeri, besinsel lif ve prebiyotik etkilerinden dolayı gıda endüstrisinde geniş çapta kullanılmaktadır (Saeed vd., 2015). Süt ürünleri, dondurulmuş tatlılar, soslar, çorbalar, çeşitli aperiatifler ve içecekler, unlu mamuller ve şekerleme ürünlerinde başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Miremadi ve Shah, 2012).

Jelly tipi yumuşak şekerlemelere yönelik yapılan çalışmalara bakıldığında Delgado ve Bañón (2018), diyet lifi ile zenginleştirilmiş daha az kalori içeren jelatin bazlı yumuşak şeker üretiminde jel oluşumuna yardımcı madde olarak mısır nişastası yerine inülini kullanıp, ürün kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Nihai üründe inülin miktarı %9 seviyesinde tutulmuştur. İnülin içeren şekerlemelerin sertlik, yapışkanlık, çiğneme, esneklik ve jelleşme özelliklerinin inülin içermeyenler ile benzer olduğu tespit edilmiştir. İnülinin proses koşullarına dayanım göstererek (80°C, 3,2 pH) serbest şekerlere indirgenmediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara dayanılarak inülinin

diyet lif içeren şekerlemelerin üretiminde kullanılabilmesi belirlenmiştir.

Prakash ve Priya (2016) yaptıkları çalışmada, pektin bazlı jelly tipi şekerlemelerin duyusal ve tekstürel özelliklerini etkilemeden şeker seviyesini azaltmak için FOS (%6, 12, 18) ve antioksidan özelliğini arttırmak için de yaban mersini pulpunu (%5-10) kullanmıştır. Yapılan duyusal analiz sonucunda, %18 FOS ve %10 yabanmersini pulpu içeren şekerlemeler en yüksek beğeniyi almıştır. Üretim prosesi antioksidan aktivite kaybına neden olsa da, araştırma sonuçları üretilen şekerlemelerin antioksidan potansiyele sahip olduğunu göstermiş ve FOS konsantrasyonunun duyusal kaliteyi etkilemeden artırılabilmesi belirtilmiştir.

Tekstür ve duyusal özelliklere ilişkin olarak, şekeri azaltılmış ve şekersiz agar bazlı jelly tipi meyveli şekerlemelerin formülasyonlarının geliştirildiği bir çalışmada ise, kısmen veya tamamen sukroz ve glikoz şurubuna uygun bir ikame kombinasyonu olarak oligofruktoz, polidekstroz, sukraloz ve eritritol kullanılmıştır. Elma aromalı kontrol grubunda, 14°C'de 2-4 hafta depolama sonrasında nem oranının önemli ölçüde azalması, bu ürünlerde sinerezisin daha belirgin olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, kontrol gruplarında depolama sırasında önemli bir sertleşme olduğu gözlenmiştir. Şekersiz örneklerin asitliğinin ise, formülasyondaki yüksek agar içeriğinden dolayı diğer ürünlerden daha düşük olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda şekeri azaltılmış örneklerde yapışkanlık değeri genellikle daha düşük çıkmıştır. Söz konusu çalışmada, Just-about-right (JAR) tekniği kullanılarak yapılan tüketici değerlendirmesi ile şekersiz ürünlerin tatmin edici bir kabul edilebilirliğe sahip olduğu belirlenmiştir (Riedel vd., 2015).

Delgado ve Bañón (2018), diyet lifi ile zenginleştirilmiş daha az kalori içeren jelatin bazlı yumuşak şeker üretiminde jel oluşumuna yardımcı madde olarak mısır nişastası yerine inülini kullanıp, ürün kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Nihai üründe inülin miktarı %9 seviyesinde tutulmuştur. İnülin içeren şekerlemelerin sertlik, yapışkanlık, çiğneme,

esneklik ve jelleşme özelliklerinin inülin içermeyenler ile benzer olduğu tespit edilmiştir. İnülinin proses koşullarına dayanım göstererek (80°C, 3,2 pH) serbest şekerlere indirgenmediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara dayanılarak inülinin diyet lif içeren şekerlemelerin üretiminde kullanılabilceği belirlenmiştir.

Literatürde, inülinin özellikle yumuşak şekerlerde fonksiyonel ve tekstür geliştirici bir bileşen olarak kullanımı ve optimizasyon çalışmaları hakkında sınırlı sayıda bilgi ve araştırma mevcuttur. Bu bakımdan, yapılan çalışmada jelly tipi şekerleme bileşiminde yer alan geleneksel şekerin kısmen veya tamamen inülin ile ikame edilerek alternatif bir şekerleme ürününün üretimi hedeflenmiştir. Optimizasyon çalışması ile formülasyondaki değişkenlerin (inülin, şeker ve jelatin oranı) ürünün tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Glikoz şurubu (PNS Pendik Nişasta Sanayi A.Ş. / Türkiye), sakkaroz (Migros Ticaret A.Ş. / Türkiye), 240 bloom değerine sahip jelatin (Halavet Gıda San. ve Tic. A.Ş. / Türkiye), sitrik asit monohidrat (Jungbunzlauer / İsviçre), aroma (Aromsa Besin Aroma ve Katkı Maddeleri San. Tic. A.Ş. / Türkiye), kalıp nişastası (mineral yağları ile modifiye edilmiş mısır nişastası) (Roquette Freres/ Fransa), parlatma/yağlama ajanı (Capol GmbH / Almanya) jelly tipi yumuşak şekerleme üretimi için temin edilmiştir. Çalışmada inülin olarak polimerleşme derecesi 10'dan küçük olan yüksek çözünürlüklü İnülin Orafi HSI kullanılmıştır (Beneo, Palatinit GmbH / Almanya).

İnülinli jelly tipi şekerleme üretimi

Kütlice %33'lük jelatin solüsyonu, ayrı bir kaptaki jelatinin 70°C'deki suda çözündürülmesi suretiyle hazırlanmıştır. Pişirme öncesi bileşen oranları olarak glikoz şurubu (%55) ve su (%5) sabit tutulmuş olup, karışım dizaynı deney noktalarına göre belirlenen miktarlarda sakkaroz, inülin ve jelatin solüsyonu tartılarak (w/w) oluşturulan ön şurup 115°C'ye ulaşana kadar pişirilmiştir. Pişirme süresi sıcaklık takibi ile yapılmış olup, sıcaklık

115°C'ye ulaştığında işlem sonlandırılmıştır. Pişirilen şurup içerisine şurubun sıcaklığı düşmeden ayrı bir yerde 70°C'deki suda çözündürülen %33'lük jelatin solüsyonu köpürmeyi önlemek amacıyla yavaş yavaş karıştırılarak ilave edilmiştir. Elde edilen şurup karışımına son olarak aroma, renklendirici ve asit dozajı yapılmış, sonrasında 90°C sıcaklıktaki nihai jelly şurubu fazla nemin atılması ve jelleşme sürecinin tamamlanması amacıyla nem değeri %6-%6,5 arasında kalıp nişastası içeren kalıplara dökülmüştür. İstenen nem değerine ulaşılması için nişasta kalıbında, şartlandırılmış koşullarda (23°C, %40 bağıl nem) 1,5 gün bekletilmiştir. İstenen nem değerine ulaşan (%18-21) ve jelleşmesi tamamlanan numuneler nişastadan arındırılıp, bitkisel yağ (palm çekirdeği) ve parlatıcı ajanlardan (karnauba mumu ve bal mumu) oluşan karışım ile yağlanmıştır. Belirtilen yöntemle hazırlanan jelly örneklerine aroma (%0,12), renklendirici (%0,15) ve asit (%1,6) oranlarında katılmıştır.

İnülin içerikli jelly tipi yumuşak şekerleme üretiminde inülin, jelatin ve sakkarozun, ürünün tekstürel ve duyuşal özelliklerine etkisini incelemek ve formülasyon optimizasyonu yapabilmek amacıyla Design Expert programı kullanılarak (Stat-Ease, ABD) Karışım Dizaynı oluşturulmuştur. Buna göre glikoz şurubu %55 ve su %5 oranlarında sabit tutularak geriye kalan kısım üzerinden inülin oranı (%0-%65), jelatin solüsyonu oranı (%35-%70) ve şeker (sakkaroz) oranı (%0-%65) farklı oranlarda ilave edilmiş ve deney noktaları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Sakkaroz ve jelatin düzeylerinin alt ve üst sınırı, Hartel vd. (2018)'nin rapor ettiği jelly ürünlerinde kullanılan genel oranlardan alınmıştır. İnülin miktarı ise ön denemeler sonucu tespit edilmiştir. Optimizasyon, duyuşal analizlerin genel beğeni parametresi temel alınarak design expert programı yardımıyla yapılmıştır. Elde edilen optimum reçete ile örnek numune hazırlanarak genel beğeni anlamında kontrol örnek ile kıyaslamalı duyuşal analizi yapılmıştır.

Çizelge 1. İnülinli jelly şekerleme üretimi denemelerinde inülin, şeker ve jelatin oranının Karışım Dizayn Yöntemi ile elde edilen deney dizaynı ve yanıtları
 Table 1. Experimental design and responses of the inulin, sugar and gelatin ratio in the experiments of inulin added jelly confectionery production obtained by Mixture Design Method

Deneme Sample	İnülin, Şeker ve Jelatin Oranları			Tekstür Analizleri (Texture Analyses)		Duyusal Analizler (Sensory Analyses)		Genel Beğeni General Acceptance
	İnülin % Inulin	Şeker % Sugar	Jelatin % Gelatin	Sertlik (g) Hardness	Yapışkanlık (g.sn) Adhesiveness	Sertlik Hardness	Yapışkanlık Adhesiveness	
1	0.0	47.50	52.50	28658	13.255	6	6.5	6.09
2	14.596	15.404	70.0	55788	6.319	4	5.2	3.82
3	0.0	30.0	70.0	68655	24.797	2.6	3.9	2.91
4	21.377	22.17	65.454	50346	39.512	4	4.6	4.36
5	65.0	0.0	35.0	20768	81.304	5.5	5.7	5.73
6	0.0	65.0	35.0	13957	74.78	6,9	6.7	7.82
7	43.850	0.0	56.15	38121	18.87	3.7	4.7	4.36
8	42.875	11.818	45.307	23590	36.504	5.2	5.4	5.55
9	31.169	33.831	35.0	18915	32.541	5.1	4.8	5.36
10	32.50	0.0	67.50	25066	10.671	5.1	5.4	5.55
11	15.151	48.934	35.915	8578	65.199	5	4.8	5.91
12	65.0	0.0	35.0	20154	64.593	4.9	4	5.55
13	0.0	65.0	35.0	13540	85.158	6.5	6.4	7.45

Jelly tipi şekerlemelerin tekstürel özelliklerinin belirlenmesi

Numunelerin tekstürel özellikleri, 5 kg yük hücresi ile donatılmış tekstür analiz cihazı (TA. HD Plus, Stable Micro sistemleri, Surrey, İngiltere) kullanılarak tespit edilmiştir. Analiz için P/12 probu (5 cm çap) kullanılmıştır. Ön test, test ve son test hızları sırasıyla 1mm/s, 5mm/s ve 5mm/s olarak ayarlanmış, algılama kuvveti 0.1 g olarak seçilmiş ve numunelere tekstür profil analizi (TPA) uygulanmıştır.

Jelly tipi şekerlemelerin duyu özelliklerinin belirlenmesi

Numunelerin duyu parametreleri (aroma yoğunluğu, tatlılık, sertlik, yapışkanlık, görünüş/reng ve genel beğeni/kabul edilebilirlik) şekerleme sanayinde tecrübeli 20 eğitimli panelist tarafından değerlendirilmiştir. Panelistler farklı konsantrasyonlarda inülin eklenmesiyle oluşan örnekleri tadım arasında su ve galeta tüketerek değerlendirmiş ve faktörlerin duyu özellikler üzerindeki etkilerini yorumlamıştır.

Değerlendirmede hedonik skala (1-9) kullanılmıştır. Kullanılan hedonik skalada 1 değeri duyu anlamda en düşük beğeni, 9 ise en yüksek beğeni ifade etmektedir.

Tekstür Parametreleri İçin Hızlandırılmış Depolama Analizi

Tekstür parametrelerindeki değişimi depolama süresince gözlemlemek için örnekler 30°C ve %60 bağıl nemde iklimlendirme kabiniinde hızlandırılmış olarak muhafaza edilmiştir. Kabinde 1 aylık periyotlarla toplamda 3 ay bekletilen örnekler tekstür analizi uygulanmıştır. Bu sayede üretilen ürünlerde en önemli kalite parametresi olan tekstürün raf ömrü boyunca değişimi hakkında bilgi edinilip inülin eklenmesinin farklı değişikliklere yol açıp açmadığı tespit edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Formülasyonda; inülin, şeker ve jelatin oranları değiştirilerek yapılan denemelerde üretilen jelly tipi şekerlemelerin tekstürel ve duyu

analizlerine ait sonuçların değerlendirilmesi alt başlıklar şeklinde aşağıda verilmiştir.

İnülinli jelly tipi şekerlemelerin tekstürel özellikleri

Karışım dizaynı yöntemi ile elde edilen şekerleme örneklerinin bileşenlerinden inülin, sakkaroz ve jelatin solüsyonunun sertlik değerine etkisi aylara göre incelenmiştir. Örnekler üzerinde aylara göre yapılan ANOVA analizi sonuçları çizelge 2’de verilmiştir. ANOVA analizleri Çizelge 2’de verilen p değerleri ($p < 0.05$) ile genel olarak etkili bulunmuştur. Yine çizelge 2’de Duyusal ve tekstür analizlerine ait regresyon katsayıları ve karışım modelinde ayarlanmış model ile deneysel veriler arasındaki korelasyon verilmiştir. Karışım dizaynı ile elde edilen şekerleme örneklerinin sertlik değerine bileşenlerin etkisi Şekil 1’de verilmiştir. Buna göre, ürün formülasyonunda inülin miktarının artması ile tekstür cihazında ölçülen sertlik değerlerinde azalma görülmektedir (Şekil 1). Literatürde, çeşitli ürün gruplarında inülin kullanımıyla sertlik değerlerinde azalmanın tespit edildiği araştırmalar mevcuttur (Méndez-Zamora vd., 2015; Delgado ve Bañón, 2018). Shourideh vd. (2012), D-tagatoz ve inülinin farklı oranlarda

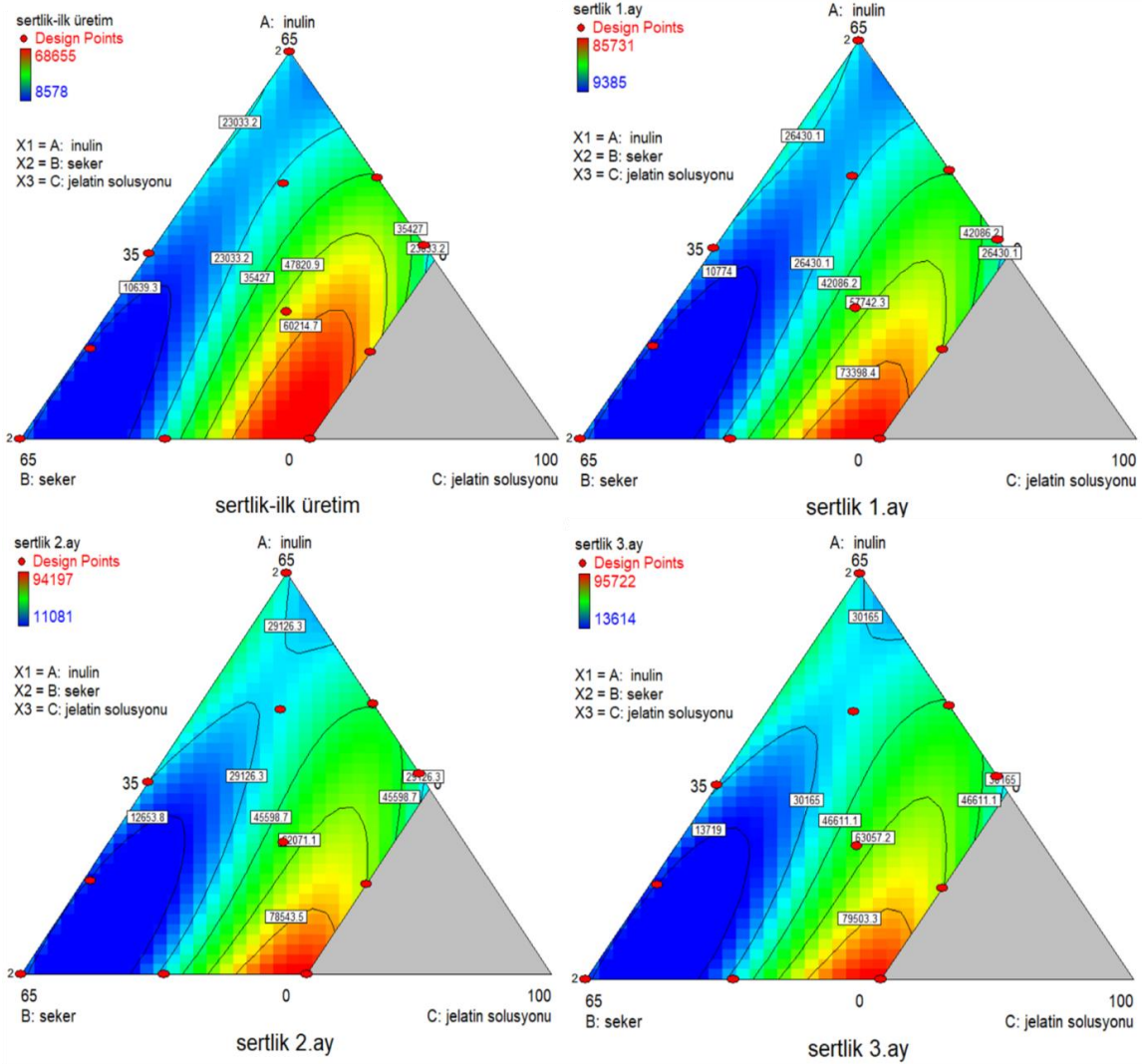
karışımını içeren bitter çikolata formülasyonlarında inülin konsantrasyonundaki artışın örneklerin sertliğini azalttığını ve şeker yerine tamamen inülin kullanıldığında çikolataların en düşük sertliğe sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumun, inülinde bulunan hidrofilik gruplara bağlı olarak nemi absorbe etmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Diğer yandan, yaptığımız araştırmada üretilen jelly tipi şekerlemelerde şeker oranının %0 dan %65’e çıkması da örneklerin sertlik değerlerinde azalmaya sebep olmuş ve şeker oranı en yüksek olan örneklerin sertlik değeri en düşük çıkmıştır. İnülin ve şeker ilavesinin aksine örneklerle katılan jelatin solüsyonu, beklenildiği gibi jelly tipi şekerlemelerin sertliğini ciddi oranda arttırmıştır. Buna yönelik olarak, Mutlu vd. (2018) yaptıkları araştırmada jelatin dozundaki artışın (%15-20-25) ürettikleri şekerlemelerin sertliğini arttırdığını belirlemişlerdir. Jiamjariyatam (2017), jelly tipi çignenebilir şekerlemelerde jelatin ve izomaltulozun kalite üzerine etkisini incelediği çalışmada, jelatin seviyesindeki artışın, jelatin molekülleri arasında oluşan hidrojen bağlarını artırarak şekerlemelerde sertliği arttırdığını tespit etmiştir.

Çizelge 2. Duyusal ve tekstür analizlerine ait regresyon katsayıları ve karışım modelinde ayarlanmış model ile deneysel veriler arasındaki korelasyon

Table 2. Regression coefficients of the sensorial and textural analysis and correlation for the adjusted model to experimental data in mixtures design

Değişken Variable	Ay Month	Katsayı Coefficient										R ²	p değeri value
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₁₂	X ₁₃	X ₂₃	X ₁₂₃	X ₁₂ X ₁₂	X ₁₃ X ₁₃	X ₂₃ X ₂₃		
	0	6411	11670	-5796	-36.86	-1.56	-110.5	-5.95	0.15	-2.78	-4.26	0.9935	0.0040
Teks. sertlik (Text. hardness)	1	8101	14756	-7088	-11.39	-8.21	-146	-8.33	0.26	-3.45	-5.32	0.9983	0.0005
	2	7584	14513	-6541	-2.6	-6.83	-151.4	-8.11	0.37	-3.19	-5.17	0.9996	0.0001
	3	7422	14524	-6520	0.08	-2.88	-151.7	-8.11	0.37	-3.16	-5.17	0.9983	0.0005
Teks. yapışkanlık (Text. adhesiveness)	0	1.16	1.253	-0.406								0.6916	0.0028
	1	3.17	3.175	0.9044	-0.118	-0.067	-0.068	0.003				0.9840	0.0001
	2	2.49	2.505	-0.879								0.7815	0.0005
	3	1	1.096	0.106								0.3905	0.0841
Duyusal sertlik (Sensorial hardness)	-	-0	-0.6	0.3331	-8E-04	-0.004	0.008	3E-04	3.99E-05	8.51E-05	0.000231	0.9843	0.0147
Duyusal yapışkanlık (Sensorial adhesiveness)	-	0.05	0.069	0.044								0.2973	0.1713
Duyusal beğeni (General acceptance)	-	-0.1	-0.47	0.3031	-9E-04	-0.002	0.006	3E-04	2.49E-05	9.04E-05	0.000203	0.9894	0.0083

X₁: İnülin (inulin), X₂: Şeker (sugar), X₃: Jelatin Solüsyonu (gelatin solution)

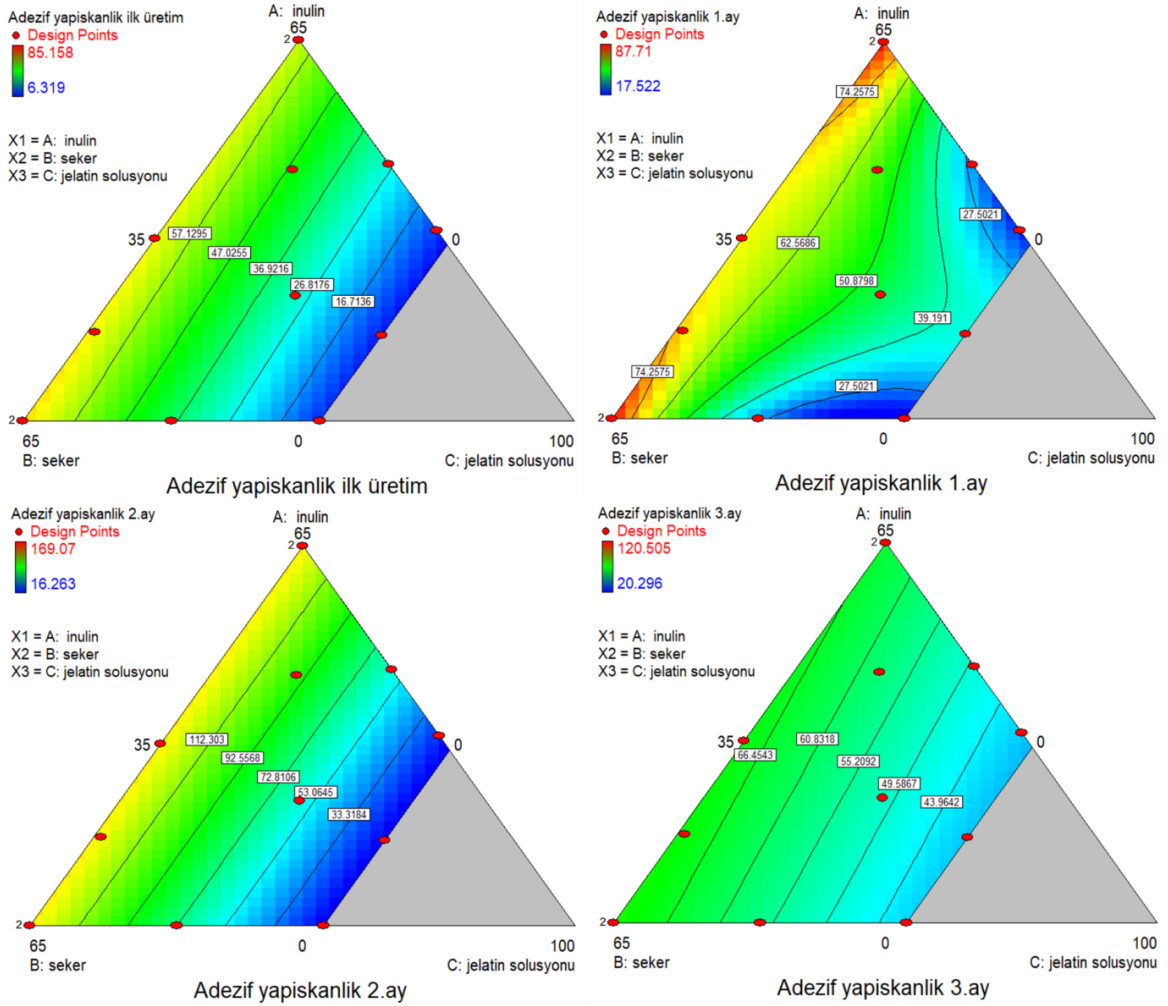


Şekil 1. Karışım dizaynı ile elde edilen şekerleme örneklerinin tekstürel sertlik değerine jelly bileşenlerinin etkisi

Figure 1. Effect of jelly components on textural hardness value of samples obtained by Mixture Design

Farklı oranlarda inülin, şeker ve jelatin solusyonu katılmış jelly tipi şekerlemelerin tekstür analiz cihazı ile tespit edilen yapışkanlık özelliklerindeki değişim Şekil 2.'te gösterilmiştir. Formülasyona ilave edilen inülin oranının artması ile yapışkanlık değeri de artış göstermiştir. Böylece inülinin sebep olduğu bu durum, nişastanın geleneksel bir ürün olan lokuma kazandırdığı yapıya benzerlik gösterdiği tecrübe edilmiştir. Bunun durum, inülinin su tutma kapasitesine bağlı olarak yapışkanlığı arttırması ile ilişkilendirilmiştir. Serin ve Sayar (2017), fırıncılık ürünlerinde hamurdaki yağ oranının çeşitli karbonhidrat bazlı yağ ikame

maddeleri ile azaltılması amacıyla yaptıkları çalışmada, hamurlara ait yapışkanlık değerlerinin kullanılan yağ ikame maddesi miktarındaki artışa bağlı olarak artış gösterdiğini tespit etmişler ve bu duruma inülin, maltodekstrin veya polidekstrozun yüksek su tutma kapasitesinin neden olduğunu açıklamışlardır. Muzammil vd. (2017), probiyotik takviyeli dondurulmuş yoğurtlarda inülin ve gliserolün fizikokimyasal özelliklere etkisini inceledikleri araştırmada, dondurulmuş yoğurtların yapışkanlığının inülin konsantrasyonu ile önemli ölçüde arttığını tespit etmişlerdir.



Şekil 2. Karışım dizaynı ile elde edilen şekerleme örneklerinin tekstürel yapışkanlık değerine jelly bileşenlerinin etkisi

Figure 2. Effect of jelly components on textural adhesiveness value of samples obtained by Mixture Design

Çalışmamızda, örneklerin şeker miktarındaki artış yapışkanlığın artmasına sebep olmuş ve bu artışın etkisi inülinin yapışkanlığa etkisi ile yakın bulunmuştur (Şekil 2). Ürün formülasyonunda kullanılan jelatin solüsyon oranının %35'ten %70'e çıkması ise diğer değişkenlerin aksine yapışkanlıkta azalmaya sebep olmuştur. Bu durum literatüre uygun bulunmuştur. Rahman ve Al-Mahrouqi (2009), artan sığır jelatini konsantrasyonu ile jellerin yapışkanlığında azalma olduğunu belirlemiştir. Protein dışındaki su ve yağ gibi girdilerin bunu arttırdığı düşünülmektedir. Dolayısıyla jelly tipi şekerlemelerde jelatin miktarı arttıkça daha sıkı ve kompakt yapı oluşmakta,

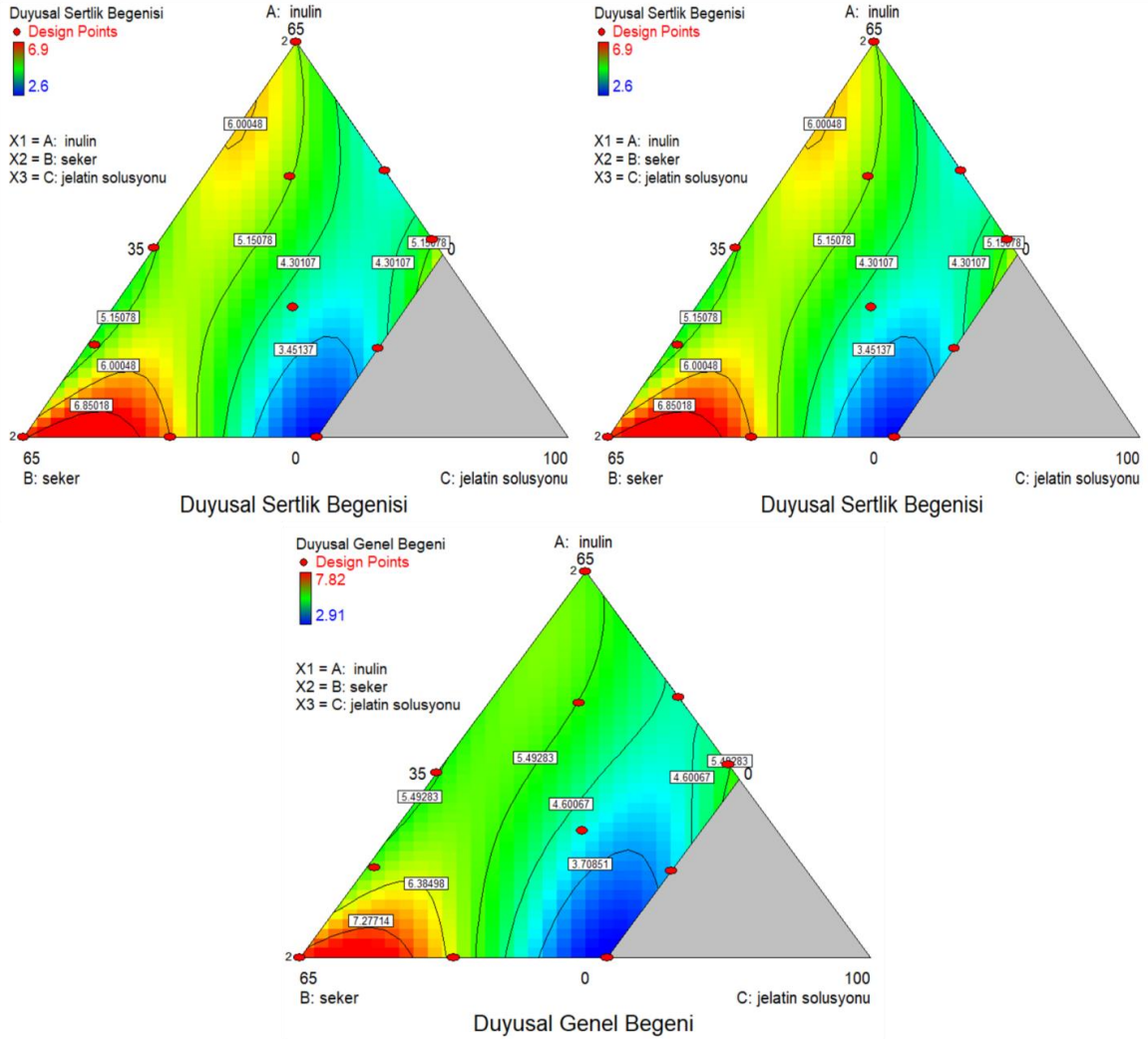
çiğnenebilirlik azalmakta ve yapışkanlık değeri düşmektedir.

İnülinli jelly tipi şekerlemelerin duyuşal özellikleri

Karışım dizaynı ile elde edilen şekerleme örneklerinin bileşenlerinin adezif yapışkanlık üzerine etkisi aylara göre incelenmiş ve yapılan ANOVA analizi sonuçları çizelge 2'de verilen p değerleri ($p < 0.05$) ile genel olarak etkili bulunmuştur. İnülinli jelly tipi şekerlemelerin duyuşal yapışkanlık ve sertlik beğenileri Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 2'de tekstür analizi sertlik sonuçları ANOVA analiz model grafiğinde jelatin

solüsyonu arttıkça sertliğin arttığı görülmektedir. Şekil 3'te ise jelatin solüsyonu oranının en yüksek olduğu örneklerde duyu sertlik beğenisi puanının en düşük olduğu görülmüştür. Bu bağlamda Şekil 2 ve Şekil 3 birlikte ele alındığında sertlik arttıkça duyu sertliğinin düştüğü sonucuna varılmıştır.

Duyusal yapışkanlık beğenisi incelendiğinde model yetersiz bulunmakla beraber, şeker miktarındaki artışın duyu yapışkanlık beğenisini nispeten arttırdığı görülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Karışım dizaynı ile elde edilen şekerleme örneklerinin duyu yapışkanlık beğenisi, duyu sertlik beğenisi ve duyu genel beğeni değerlerine jelly bileşenlerinin etkisi
Figure 3. Effect of jelly components on sensorial hardness, sensorial adhesiveness and sensorial overall acceptability values of samples obtained by Mixture Design

Jelly tipi şekerlemelerin genel beğenilirlik durumu incelendiğinde (Şekil 3), örneklerde inülin ve jelatin miktarı az, şeker miktarı yüksek düzeyde olduğunda en yüksek beğeniyi aldığı görülmüştür.

Bu durumun oluşmasına iki önemli faktörün neden olduğu belirlenmiştir. Bunlardan birincisi; inülinin tatlılığı düşürücü etkisinin olmasıdır. İnülin suda çözündüğünde hafif tatlı özelliğe ve

sakkarozun %10'u kadar bir tatlılık oluşturmaktadır (Franck, 2002). Nötr tadı sayesinde ilave edildiği üründe herhangi bir kötü tat veya aromaya neden olmamakta, yapıyı ve ağız dolgunluğunu etkilemektedir (Boeckner vd., 2001; Nair vd., 2010). Fonksiyonel ürün geliştirmede tatlılıktan ödün vermemek adına inülinin kullanıldığı durumlarda farklı tatlandırıcıların ilavesi veya bunların uygun kombinasyonlarının kullanımı göz önünde bulundurulmalıdır. Buna yönelik olarak, Azevedo vd. (2017) bitter çikolata üretiminde, prebiyotik olarak inülini (%15-20), tatlandırıcı olarak farklı konsantrasyonlarda steviol glikoziti (rebaudioside A.) içeren stevia (*Stevia rebaudiana*) ekstraktını (%0.16) ve maltitolü (%32.34) kullanmışlardır. Araştırmada elde edilen verilere göre, inülin ve stevia ekstraktının ideal bir sakkaroz ikamesi olduğu vurgulanmıştır.

İkinci ve daha önemli faktör ise Şekil 3'teki duyusal sertlik beğenisi ile duyusal genel beğeni değerlerinin ürün formülasyonunda yer alan bileşen miktarlarına göre gösterdiği değişikliğin birbirine çok yakın olmasıdır. Diğer bir ifadeyle, jelly tipi şekerleme ürünlerinin sertlik beğenisi genel beğeniye etkilemiş ve sert olan ürünlerin genel beğenide en düşük skoru almasına neden olmuştur. Dolayısıyla bu durum, jelly tipi çiğnenebilir şekerleme ürünlerinde tekstürel özelliklerin genel kabul edilebilirliğe doğrudan etki ettiğini ve ürün formülasyonu geliştirme çalışmalarında doku sağlayıcı kıvam arttırıcıların optimum şekilde kullanımının önemini göstermektedir.

SONUÇ

Yapılan inülin tayini sonuçları teorik beklenen miktarlar ile uyumlu bulunup üretimde inülin kaybının yaşanmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliğine göre yüksek lif içerir beyanı verebilmek için 100 gr gıdanın en az 6 gr lif içermesi gerekmektedir. Buna göre üretilen tüm örnekler 20 kişilik eğitimli panelistlerin duyusal değerlendirmesine sunulmuş ve çıkan genel beğeni sonuçları karışım dizaynı programının optimizasyon seçeneği kullanılarak yüksek lif içerir beyanına uygun optimum reçete elde edilmiştir. Elde edilen optimum reçetede glikoz

şurubu (%55) ve su (%5) sabit tutulmuş olup, geriye kalan kısım için formülasyona giren inülin oranı %15, jelatin solüsyonu oranı %49 ve şeker oranı %36 olarak hesaplanmıştır. Yüksek lif içerikli optimum reçete ile üretim yapılmış ve karşılaştırma yapmak üzere standart jelatinli jelly şekerleme ile birlikte 20 kişilik eğitimli panelistlerin duyusal değerlendirmesine sunulmuştur. Duyusal değerlendirme sonuçlarında elde edilen yüksek lif içerikli optimum reçete ile üretilen örnek, kontrol örnek ile kıyas edildiğinde kabul edilir seviyede bulunmuştur (kontrol örnek duyusal genel beğeni puanı: 6,75; inülinli örnek duyusal genel beğeni puanı: 6,6).

Yapılan çalışmalar neticesinde inülinin miktarındaki artışın adezif yapışkanlığı arttırdığı, jelatin miktarındaki artışın ise sertliği arttırdığı anlaşılmıştır. Yapışan duyusal analizler sonucunda duyusal sertlik beğenisinin genel beğeniye doğrudan etkilediği görülmüştür. Bu durum jelly şekerlemelerde tekstürün genel beğeni üzerinde en önemli parametre olduğunu teyit etmektedir.

Sonuç olarak; jelly tipi şekerleme ürününde şeker yerine inülinin dolgu maddesi olarak kullanımı, ürünün tatlılığı dışında tekstüründe olumsuz bir durum yaratmadığı ve üründe istenmeyen kristalizasyona neden olmayarak gayet başarılı olduğu görülmüştür. Tatlılık olarak bileşenler optimize edildiğinde inülinin şeker yerine kullanımıyla alternatif yeni bir şekerleme ürününün üretilebileceği ve bunun yüksek lif içerikli yeni fonksiyonel ürünler için bir temel oluşturacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: NKUBAP.03.GA.18.149

KAYNAKLAR

Abbasi, S., Farzanmehr, H. (2009). Optimization of extracting conditions of inulin from Iranian artichoke with/without ultrasound using response surface methodology. *J Sci Technol Agric Nat Resour Water Soil Sci*, 13(47): 423–435.

- Aidoo, R.P., Depypere, F., Afoakwa, E.O., Dewettinck, K. (2013). Industrial manufacture of sugarfree chocolates-applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. *Trends Food Sci Technol*, 32: 84–96.
- Azevedo, B.M., Morais-Ferreira, J.M., Luccas, V., Bolini, H.M.A. (2017). Bittersweet chocolates containing prebiotic and sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) with different Rebaudioside A contents: multiple time–intensity analysis and physicochemical characteristics. *Int J Food Sci Technol*, 52: 1731–1738.
- Barclay, T., Ginic-Markovic, M., Cooper, P., Petrovsky, N. (2010). Inulin: A versatile polysaccharide with multiple pharmaceutical and food chemical uses. *J Excip Food Chem*, 1: 27–50.
- Boeckner, L., Schnepf, M., I., Tunglund, B.C. (2001). Inulin: A review of nutritional and health implications. *Adv Food Nutr Res*, 43: 1–63.
- Bryant, A., Ustunol, Z., Steffe, J. (1995). Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. *J Food Sci*, 60: 1216–1219.
- Delgado, P., Banon, S. (2018). Effects of replacing starch by inulin on the physicochemical, texture and sensory characteristics of gummy jellies. *CYTA-J FOOD*, 16: 1–10.
- Franck, A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. *Br J Nutr*, 87(2): 287–291.
- Gilbowski, P., Bukowska A. (2011). The effect of pH, temperature and heating time on inulin chemical stability. *Acta Sci Pol Technol Aliment*, 10(2): 189–196.
- Hartel, R.W., Von Elbe, J.H., Hofberger, R. (2018). *Confectionery Science and Technology*. Springer International Publishing, Switzerland, 536p.
- Jiamjariyatam, R. (2017). Influence of gelatin and isomaltulose on gummy jelly properties. *Int Food Res J*, 25(2): 776–783.
- Karimi, R., Azizi, M.H., Ghasemlou, M., Vaziri, M. (2015). Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. *Carbohydr Polym*, 119: 85–100.
- Méndez-Zamora, G., García-Macías, J.A., Santellano-Estrada, E., Chávez-Martínez, A., Durán-Meléndez, L.A., Silva-Vázquez, R., Quintero-Ramos, A. (2015). Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Sci Technol (Campinas)*, 35: 25–31.
- Miremadi, F., Shah, N.P. (2012). Applications of inulin and probiotics in health and nutrition. *Int Food Res J*, 19(4): 1337–1350.
- Murphy, O. (2001). Non-polyol low-digestible carbohydrates: food applications and functional benefits. *Br J Nutr*, 85: 47–53.
- Mutlu, C., Tontul, S.A., Erbaş, M. (2018). Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. *LWT-Food Sci Technol*, 93: 499–505.
- Muzammil, H.S., Rasco, B., Sablani, S. (2017). Effect of inulin and glycerol supplementation on physicochemical properties of probiotic frozen yogurt. *Food Nutr Res*, 61(1): 1–7.
- Nair, K.K., Kharb, S., Thompkinson, D.K. (2010). Inulin dietary fiber with functional and health attributes. A review. *Food Rev Int*, 26: 189–203.
- Prakash, N., Priya, S. (2016). Development of novel functional confectionery using low reduced sugar. *Indian J Drugs*, 4(4): 141–148.
- Rahman, M.S., Al-Mahrouqi, A.I. (2009). Instrumental texture profile analysis of gelatin gel extracted from grouper skin and commercial (bovine and porcine) gelatin gels. *Int J Food Sci Nutr*, 60: 229–242.
- Riedel, R., Birgit, B., Harald, R. (2015). Development of formulations for reduced-sugar and sugar-free agar based fruit jellies. *Int J Food Sci Technol*, 50(6): 1338–1344.
- Royer, G., Madieta, R., Symoneaux, R., Jourjon, F. (2006). Preliminary study of the production of apple pomace and quince jelly. *LWT-Food Sci Technol*, 29: 1022–1025.
- Saeed, M., Yasmin, I., Pasha, I., Randhawa, M.A., Khan, M.I., Shabbir, M.A., Khan, W.A. (2015). Potential application of inulin in food industry; a review. *Pakistan J Food Sci*, 25(3): 110–116.

Serin, S., Sayar, S. (2017). The effect of the replacement of fat with carbohydrate-based fat replacers on the dough properties and quality of the baked pogaca: a traditional high-fat bakery product. *Food Sci Technol*, 37: 25–32.

Shourideh, M., Taslimi, A., Azizi, M.H., Mohammadifar, M.A. (2012). Effects of D-Tagatose and inulin on some physicochemical, rheological and sensory properties of dark

chocolate. *Int J Biosci Biochem Bioinforma*, 2(5): 314–319.

Zabot, G., Silva, E.K., Azevedo, V.M., Meireles, M.A.A. (2016). Replacing modified starch by inulin as prebiotic encapsulant matrix of lipophilic bioactive compounds. *Food Res Int*, 85: 26–35.