



FARKLI KARBONHİDRAT FORMÜLASYONLARI İLE ÜRETİLMİŞ AYVA SUYU KONSANTRESİ KATKILI SERT ŞEKERLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Ahsen Rayman Ergün^{1*}, Yeliz Tekgül²

¹Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye.

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Köşk Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Aydın, Türkiye

Geliş / Received: 08.02.2021; Kabul / Accepted: 10.03.2021; Online baskı / Published online: 05.04.2021

Rayman-Ergün, A., Tekgül, Y. (2021). Farklı karbonhidrat formülasyonları ile üretilmiş ayva suyu konsantresi katkılı sert şekerlerin kalite özelliklerinin incelenmesi. *GIDA* (2021) 46(3) 528-538 doi: 10.15237/gida. GD21027.

Rayman-Ergün, A., Tekgül, Y. (2021). Investigating the quality characteristics of quince juice concentrate fortified hard candies produced with different carbohydrate formulations. *GIDA* (2021) 46(3) 528-538 doi: 10.15237/gida. GD21027.

ÖZ

Bu çalışmada farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak ayva suyu konsantresi katkılı sert şeker üretimi amaçlanmıştır. Her bir karbonhidrat formülasyonu (%100 sakkaroz, %75 sakkaroz+%25 glikoz, %75 sakkaroz+%25 fruktoz) için geleneksel açık kazan üretim yöntemi kullanılarak sert şeker üretilmiştir. Ürünlerin renk, camsı geçiş sıcaklığı (T_g) ve higroskopisite değerleri, şeker kompozisyonları, duyu özellikleri incelenmiştir. % 100 sakkaroz kullanılarak üretilen sert şekerlerin L^* , a^* ve b^* değerleri en yüksek olarak bulunmuştur. Şeker formülasyonlarına glikoz ve fruktoz ilavesi ürünlerin T_g değerinde azalmaya neden olmuştur. %75 sakkaroz+ %25 fruktoz formülasyonu kullanılarak üretilen sert şekerlerin higroskopisite değeri en yüksek olarak bulunmuştur. Karbonhidrat formülasyonundaki farklılık ürünlerin şeker kompozisyonunu etkilemiştir. Formülasyonunda glikoz içeren sert şekerler genel beğeni kriteri açısından en yüksek puanlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Sert şeker, ayva suyu, şeker kompozisyonu, camsı geçiş sıcaklığı, higroskopisite

INVESTIGATING THE QUALITY CHARACTERISTICS OF QUINCE JUICE CONCENTRATE FORTIFIED HARD CANDIES PRODUCED WITH DIFFERENT CARBOHYDRATE FORMULATIONS

ABSTRACT

In this study, it was aimed to produce hard candy with quince juice concentrate by using different carbohydrate formulations. Hard candy was produced for each carbohydrate formulation (100% sucrose, 75% sucrose + 25% glucose, 75% sucrose + 25% fructose) using the traditional open boiler production method. Color, glass transition temperature (T_g) and hygroscopicity values, sugar composition and sensory properties of the products were examined. The L^* , a^* and b^* values of hard candies produced using 100% sucrose were found to be the highest. Addition of glucose and fructose to sugar formulations caused a decrease in the T_g value of the products. The highest

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉: ahsenrayman@hotmail.com,

☎: (+90) 232 311 3042

☎: (+90) 232 311 4831

Ahsen Rayman Ergün; ORCID no: 0000-0003-0943-1950

Yeliz Tekgül; ORCID no: 0000-0001-8173-023X

hygroscopicity value was found in the hard candies produced using 75% sucrose + 25% fructose formulation. The difference in the carbohydrate formulation affected the sugar composition of the products. Hard candies containing glucose in their formulation were scored highest in terms of overall acceptance.

Keywords: Hard candy, quince juice, sugar composition, glass-transition temperature, hygroscopicity.

GİRİŞ

Şekerleme üretimi gıdaların muhafaza edilmesinde kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır (Dhakal ve Pradhananga, 2017). Şekerlemeler her yaştan tüketici tarafından sevilerek tüketilen ürün gruplarıdır (Dewi vd., 2017; Güneş vd., 2018; Moura vd., 2019). Tüm dünyada gıda endüstrisinde büyük paya sahip olan şekerleme ürünleri (Tan and Kerr, 2017; Spanemberg vd., 2019), ülkemizde de şekerli ve çikolatalı mamuller sektörü içinde üretilen geleneksel Türk şekerlemeleri üretimine dayanmaktadır (Kuşat ve Kösekahyaoglu, 2011). Şekerleme, şeker ve glikozun ya da yalnızca şekerin pişirilmesi sonrasında sitrik asit, tartarik asit ya da potasyum bitartarat ilavesiyle kestirilme sonucunda oluşan hamura süt, süt tozu, jelatin, yağ ve aroma maddelerinin eklenmesiyle elde edilen gıda maddesidir. Türk Gıda Kodeksine göre şekerlemeler sert şekerleme, yumuşak şekerleme, jöle, draje, tablet şekerler, meyve şekerlemeleri, badem ezmesi ve benzerleri, koz helva, nuga ve benzerleri, fondan, krokan ve dolgulu şekerleme ürünleri olarak sınıflandırılmaktadır. Şekerlemeleri sert ve yumuşak olmak üzere genel olarak iki alt grupta incelemek de mümkündür (Atınok vd., 2020).

Sert şekerler %1'lik bir kısım dışındaki tüm su içeriklerinin ısı ve vakum uygulamasıyla uçurulması sonucunda üretilirler (Hayoğlu vd., 2010). Sert şeker üretiminde katılaşma ve soğutma aşamaları son ürünün kalitesinde büyük önem taşımaktadır (Rheinheimer vd., 2012; Atsukawa vd., 2020). Ayrıca ürünün raf ömrü süresince kalitesi için nem migrasyon oranı ve su içeriği de dikkat edilecek kriterlerdir (Spanemberg vd., 2019). Bir diğer önemli özellik olan camsı geçiş sıcaklığı ile sert şekerlerin dayanıklılığı ölçülmektedir. Yılmaz vd. (2019), şekerin camsı geçiş formunda bulunmasının, ürünün şeffaf ve net bir görünümde olmasını ayrıca sert ve kırılğan yapıya sahip olmasını sağladığını vurgulamıştır.

Camsı geçiş sıcaklığı şekerlemelerin fiziksel özelliklerinin tanımlamada önemli bir faktör olup, camsı yapı amorf bir katı da yarı kristal bir katının amorf bir parçası olarak tanımlanmaktadır. Isıtma sonrasında camsı katının lastiksi bir yapıya dönüştüğü noktaya da camsı geçiş sıcaklığı denilmektedir (Tan ve Kerr, 2017). Sert şekerlerin camsı geçiş sıcaklığının oda sıcaklığının hemen üzerinde olması gerektiğini ve böylelikle parlaklıklarını ve sert yapılarını koruyabilecekleri belirtilmiştir (Ergün vd., 2010), ve şekerin ürün içerisinde kristalleşmemiş (amorf veya şekilsiz) formda olması, şekerlere camsı yapı özelliği vermektedir (Güneş vd., 2018). Camsı geçişin sağlanmasının sakkaroz ve glikoz şurubu gibi modifiye edici ajanlara ve birden soğutmaya bağlı olduğu da bilinmektedir (Smidova vd., 2003).

Şekerlerin bu kalite özelliklerinin korunmasına yönelik olarak son yıllarda yapılan çalışmalarda, şekerlemelerin farklı yararlı bileşiklerce zenginleştirilmesi (Silva vd., 2016; Miranda vd., 2020; Güneş vd. 2018; Palabıyık vd., 2019) dondurma (Archaina vd., 2019) ya da mikrodalgı ile kurutma (Singh vd., 2019) gibi farklı üretim tekniklerinin kullanılması, şeker oranının değiştirilmesi (Mutlu vd., 2018) ve bu ürünlerde kullanılan renklendirici maddeler üzerine yoğunlaşıldığı görülmektedir (Zellner vd., 2018). Güneş vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada bu ürünlerin ürün formülasyonunda besleyici değeri olan veya olmayan tatlandırıcıların yer almasının, çeşitli makro ve mikro elementler, vitaminler ve karotenoidler gibi biyolojik olarak önemli aktif maddelerin bulunmamasının dezavantaj olduğuna değinilmiştir (Dorn vd., 2015). Şekerleme yapımında özellikle sentetik boya maddelerinin kullanımı birçok araştırmada da bahsedildiği üzere çocuklar tarafından albenili olarak karşılanırsa da sağlık üzerinde karsinojenik ve nörotoksik etkilerinin olduğu saptanmıştır (Moura vd. 2019). Bu nedenle doğal renklendiricilere olan ilgi yoğunlaşmış ve hatta doğal renk maddesi

kullanımının son yıllarda % 10-15 oranında arttığı Kovács vd (2019) tarafından bildirilmiştir. Örneğin, Rizk vd. (2008), A vitamini ön maddesi olan karotenoidlerin doğal renk maddesi olarak şekerlemelerde kullanımını araştırmıştır. Kadife çiçeğinden elde ettikleri karotenoid pigmentinin % 0.30 ve/veya % 0.35 oranında katıldığı şekerlerin duyuşal analizde en çok tercih edilen örnek olduğu tespit edilmiştir. Klorofil, antosiyanin, betalain ve karotenoidler doğal renk maddeleri kaynaklarıdır (Rodriguez-Amaya, 2016). Elsanhoty vd., (2017) ise *Rhodotorula mucilaginosa* mayasından karotenoid elde etmiş ve şekerlemede kullanmıştır. Özyurt vd. (2019), şeker pancarından betalain ekstraktlarının şekerleme yapımında kullanımına değinmiştir. Bir başka çalışmada ise, Dewi vd. (2018), Spirulina bitkisinden elde ettiği antioksidan zengin doğal mavi renk maddesi olan fikosiyani, brillant mavi adıyla bilinen sentetik boyaya alternatif olarak jelly tipi şekerleme üretiminde enkapsüle ederek kullanmıştır. Ayrıca fikosiyani, kek dekorasyonunda kullanılan şekerli içecekler, sakızlar, buzlu şekerler gibi şekerleme çeşitleri için Japonya'da ticari olarak da üretilip kullanıldığı belirtilmiştir (Yılmaz vd., 2016). Nesreen vd. (2017), havuç ve çilek gibi doğal renk maddeleri ile yüksek C vitamini ve antosiyanin içeriğine bağlı olarak daha sağlıklı ve daha dikkat çekici renkte ürün üretilebileceğini vurgulamış ve yaptıkları çalışmada marshmallow tipi yumuşak şekerlerde doğal kırmızı ve sarı renk sırasıyla pancar ve altın çilek suyundan sağlanmıştır. Meyve suyu konsantreleri ile üretilen şekerlemelerin doğal renk maddeleri sağlamlasının yanında antioksidan aktivite ve mineral maddece zengin olmaları açısından da tercih edilmesi gereken kaynaklar olduğu sonucuna varılmaktadır.

Ayva suyu askorbik asit, fenolik maddeler, flavanoidler, hisroksisiamik asit gibi biyoaktif bileşenlerce zengin olması ile dikkat çekmektedir (Wojdyto vd., 2014; Yıkılmış vd., 2019). Bu çalışmada ayva suyu konsantresi ile zenginleştirilmiş, farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilen sert şekerlerin renk, higroskopisite, camsı geçiş ve duyuşal özellikleri ile şeker bileşenleri açısından kıyaslanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Üretimde sakkaroz (Torcu Konya Şeker Sanayi ve Ticaret A.Ş., Konya, Türkiye), glikoz şurubu (75 °Bx), fruktoz ve sitrik asit (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Ayva suyu konsantresi (70.50°Bx, 3.75 pH) Tunay Gıda A.Ş (Erzincan, Türkiye)'den satın alınmıştır.

Yöntem

Üretim Yöntemi

Çalışmada her bir karbonhidrat formülasyonu (%100 sakkaroz, %75 sakkaroz+%25 glikoz, %75 sakkaroz+%25 fruktoz) için ayva suyu konsantresi kullanılarak geleneksel açık kazan üretim yöntemi ile sert şeker üretilmiştir. 200 gr sakkarozun 200 mL suda çözünmesi sağlanmış ardından kaynama noktasına ulaşan suya 5 mL sitrik asit (% 5' lik çözelti haline) ilave edilmiştir. Sürekli karıştırarak şeker miktarının % 10.25'i kadar glikoz şurubu eklenmiştir. Kazanda kaynama noktası 100°C'nin üstüne ulaşınca 102°C±1 soğutma aşamasına geçilmiştir. Pişirme süresince kazan içi karışım sıcaklığı data logger (IOtech Inc., Cleveland, OH, USA) ile ölçülmüştür. Üretimler esnasında suda çözünür kuru madde miktarı dijital refraktometre (MA871, Hanna Instruments Ltd, UK) ile ölçülmüştür. Karışım sıcaklığı 85°C'ye ulaştığında renk vermek amacıyla doğal meyve suyu konsantresi (1 mg/100 gr) eklenmiştir. Şekerleme kesilme sıcaklığına kadar soğutulmak amaçlı karışım soğuk mermer üzerine dökülerek 25°C'ye soğutulmuştur. Kesme ile şekil verilerek 3.00±0.50 ve 1.50±0.20 cm boyutlarında şeker elde edilmiştir. Sert şekerler nemsiz ortamda analiz edilinceye kadar bekletilmiştir.

Analiz Yöntemleri

Renk Analizi

Şeker örneklerinin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) kolorimetre (CR-10, Konica Minolta, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. C^* (renk yoğunluğu) ve h° (renk tonu) değerlerini belirlemek üzere aşağıdaki formülasyonlar (1 ve 2) kullanılmıştır.

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

Camsı Geçiş Sıcaklığı

Örneklerin camsı geçiş sıcaklığı analizi DSC cihazı (Perkin Elmer DSC 8000) ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler toz haline getirilip alüminyum örnek kaplarına tartılmış ve hermetik olarak kapatılmıştır. İşlem öncesi oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. Cihaz referans olarak kullanılan boş alüminyum pan ile kalibre edilmiştir. Örnekler 5 °C/dk ısıtma hızıyla -40 °C'den 120 °C 'ye kadar ısıtılarak termogramlar elde edilmiştir. Camsı geçiş sıcaklıkları (T_g) ölçülmüştür (Smidova vd., 2003).

Higroskopisite

Örneklerin higroskopisite değerleri Cai ve Corke (2000)'ye göre belirlenmiştir. Bu amaçla 5 g örnek, tabanında %75.3'lük doymuş NaCl çözeltisi bulunan desikatör içerisine yerleştirilmiştir. Örnekler 25 °C'de desikatör içinde bir hafta süreyle bekletilmiştir. Süre sonunda tartım alınmış ve Eşitlik 3'e göre hesaplama yapılmıştır.

$$\text{Higroskopisite} = [(T_2 - T_1) / T_1] \times 100 \quad (3)$$

T₁=İlk tartım ağırlığı (g)

T₂=Son tartım ağırlığı (g)

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile Şeker Bileşenleri Analizi

Örneklerin şeker bileşenleri yüksek basınç sıvı kromatografisi ve refraktif index dedektörü (HPLC-RI, Dionex Bio LC 40001) kullanılarak belirlenmiştir. 10 g örnek 50 ml %25 EtOH ile karıştırılarak elde edilen çözelti 0.45 µm gözenek çaplı PVDF (polyvinylidene fluoride) filtreden geçirilmiş ve cihaza verilmiştir. Mobil faz olarak deiyonize su kullanılmış, akış hızı 0.6 ml/dk ve kolon sıcaklığı 80 °C olarak ayarlanmıştır. Enjeksiyon hacmi 10.0 µl olarak belirlenmiştir. Analizler Aminex HPX-87P karbonhidrat kolonu (300×7.8 mm ID) ile gerçekleştirilmiştir (Rupérez and Toledano, 2003).

Duyusal Analiz

Ayva suyu konsantresi ile üretilmiş sert şekerler 18 eğitimli panelist tarafından görünüm, tekstür, lezzet ve genel beğeni kriterleri bakımından değerlendirilmiştir. Tüm numuneler oda sıcaklığında ve normal aydınlatma koşullarında rastgele üç haneli sayılarla kodlu olarak sunulmuştur. Panelistler örnekleri 9 puanlık

hedonik bir ölçekte (9=aşırı çok beğendim, 8=çok beğendim, 7=orta derecede beğendim, 6=az beğendim, 5=ne beğendim ne beğenmedim, 4=az derecede beğenmedim, 3=orta derecede beğenmedim, 2=beğenmedim, 1=hiç beğenmedim) puanlamıştır. Panelistlerden elde edilen veriler toplanmış, ortalama değerler ve standart sapmalar belirlenmiştir (Altuğ ve Elmacı 2005).

İstatistiksel değerlendirme

% 95 güven aralığında varyans analizinden (ANOVA) yararlanılarak SPSS istatistiksel paket programı ile (SPSS 15.0 Windows Version; SPSS Inc., Chicago, Ill) istatistiksel değerlendirme yapılmıştır.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Sert Şekerlerin Renk Değerleri

Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilen ayva konsantresi katkılı sert şekerlerin renk değerleri Çizelge 1'de, sert şekerlerin görselleri ise Şekil 1'de sunulmuştur. %100 sakkaroz kullanılarak üretilen şekerlerin L* değerinin diğer formülasyonlar kullanılarak üretilenlere kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Sert şeker üretiminde formülasyonlarda farklı karbonhidrat kullanımının ürünlerin parlaklıklarını üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P < 0.05). Formülasyonunda %25 fruktoz içeren sert şekerlerin a* ve b* değerleri en düşük olarak bulunmuştur. Formülasyonunda %25 fruktoz içeren sert şekerler ile formülasyonunda %25 glikoz içeren sert şekerlerin a*, b*, C* ve h° değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P > 0.05). Yalnızca sakkaroz kullanılarak üretilen sert şekerlerin C* değerinin en yüksek, h° değerinin ise en düşük olduğu bulgulanmıştır. Formülasyonunda %25 glikoz kullanılarak üretilen sert şekerlerin h° değeri en yüksek olup panelistlerce yapılan değerlendirmede görünüm kriteri açısından diğer gruplara kıyasla en fazla puanı almıştır. %100 sakkaroz kullanılarak üretilen sert şekerler ile formülasyonunda %25 glikoz içeren sert şekerlerin h° değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P < 0.05). %100 sakkaroz kullanılarak üretilen sert şekerler ile

formülasyonunda %25 fruktoz içeren sert şekerlerin h° değerleri arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$).

Çizelge 1. Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilen ayva konsantresi katkıli sert şekerlerin renk değerleri

Table 1. Color values of hard candies with quince concentrate produced with different carbohydrate formulations

Örnek Sample	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
%100 sakkaroz	28.19±0.31 ^a	4.25±0.92 ^a	20.22±1.05 ^a	20.66±0.18 ^a	78.13±0.38 ^a
%75 sakkaroz +%25 glikoz	21.19±1.01 ^b	1.73±0.07 ^b	12.53±0.46 ^b	12.65±0.46 ^b	82.15±0.08 ^b
%75 sakkaroz +%25 fruktoz	25.19±1.32 ^c	1.67±0.17 ^b	9.11±0.84 ^b	9.26±0.85 ^b	79.63±0.60 ^{a,b}

(^{a-c}) Aynı sütunda yer alan farklı harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$)

(^{a-c}) Different letters in the same column indicate statistical differences ($P<0.05$)



Şekil 1. Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilen ayva konsantresi katkıli sert şekerler
Figure1. Hard candies with quince concentrate produced with different carbohydrate formulations

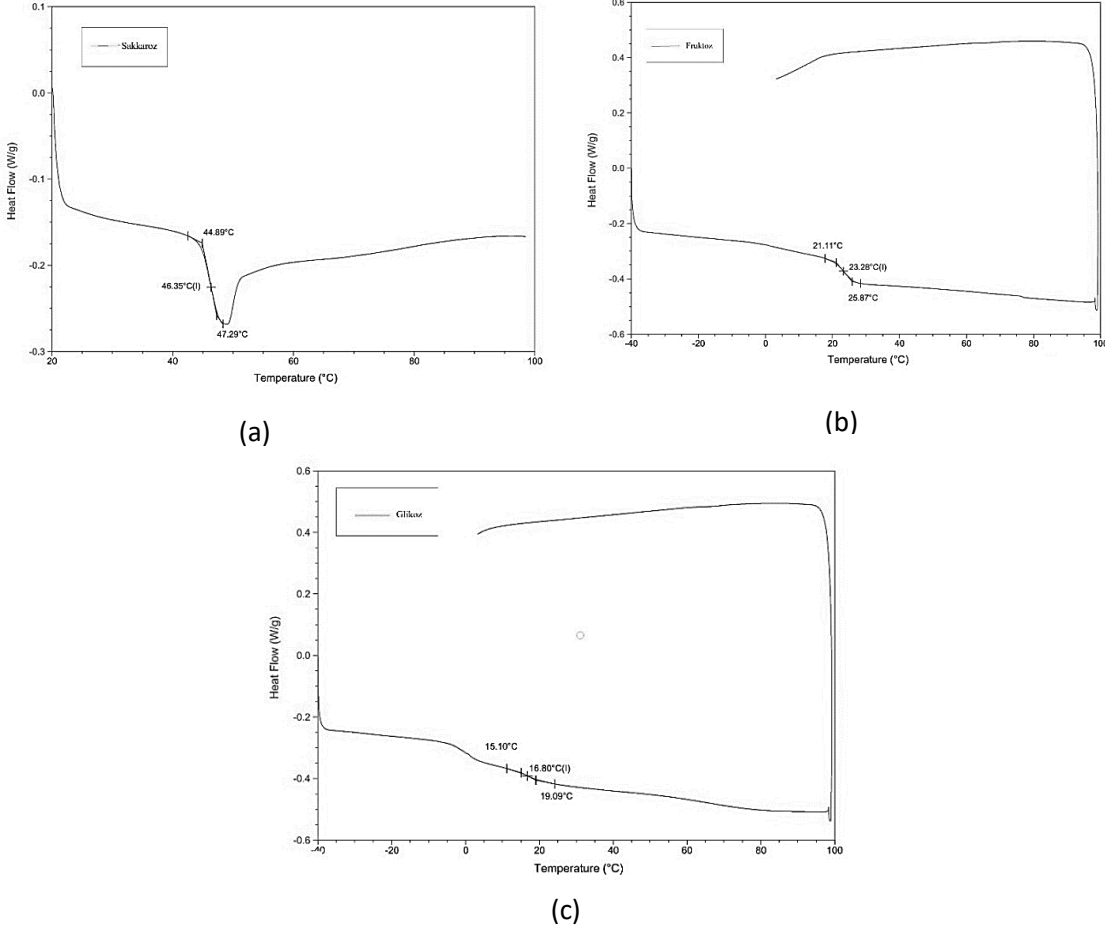
Sert Şekerlerin Camsı Geçiş Sıcaklıkları

Amorf bileşen içeren gıdalar camsı geçiş sıcaklıklarının (T_g) üzerindeki sıcaklıklarda muhafaza edildiklerinde moleküllerdeki mobilite artmakta ve bozulmalar hızlanmaktadır (Kılıç ve Evranuz, 2006). Camsı geçiş sıcaklığı, sert şekerler gibi amorf bileşenler içeren ürünlerin dayanıklılıkları üzerine etki eden bir parametredir. Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak

üretilen ayva konsantresi katkıli sert şekerlerin DSC termogramları Şekil 2'de sunulmuştur. Şekil 2 incelendiğinde farklı karbonhidrat formülasyonlarının ürünlerin T_g değerlerinde değişikliklere neden olduğu görülmektedir. %100 sakkaroz kullanılarak hazırlanan şekerlerin T_g değeri 46.35 °C olarak bulunmuştur. %75 sakkaroz+%25 fruktoz formülasyonu kullanılarak hazırlanan şekerler için T_g 23.28 °C olarak

bulgulanmıştır. Glikoz ilave edilerek hazırlanan şekerlerin T_g değerleri en küçük olup $16.8\text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Sert şeker üretiminde glikoz ve fruktoz kullanımının ürünlerin T_g değerlerinde azalmaya neden olduğu görülmektedir. Benzer şekilde,

Yılmaz vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada sert şeker üretiminde sakkarozla glikoz ve sorbitol ilavesinin ürünlerin T_g değerinde düşüşe neden olduğu saptanmıştır.



Şekil 2. Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilen ayva konsantresi katkılı sert şekerlerin DSC termogramları ((a):%100 sakkaroz, (b):%75 sakkaroz+%25 fruktoz, (c):%75 sakkaroz+%25 glikoz)

Figure 2. DSC thermograms of hard candies with quince concentrate produced with different carbohydrate formulations ((a):%100 sucrose, (b):%75 sucrose+%25 fructose, (c):%75 sucrose+%25 glucose)

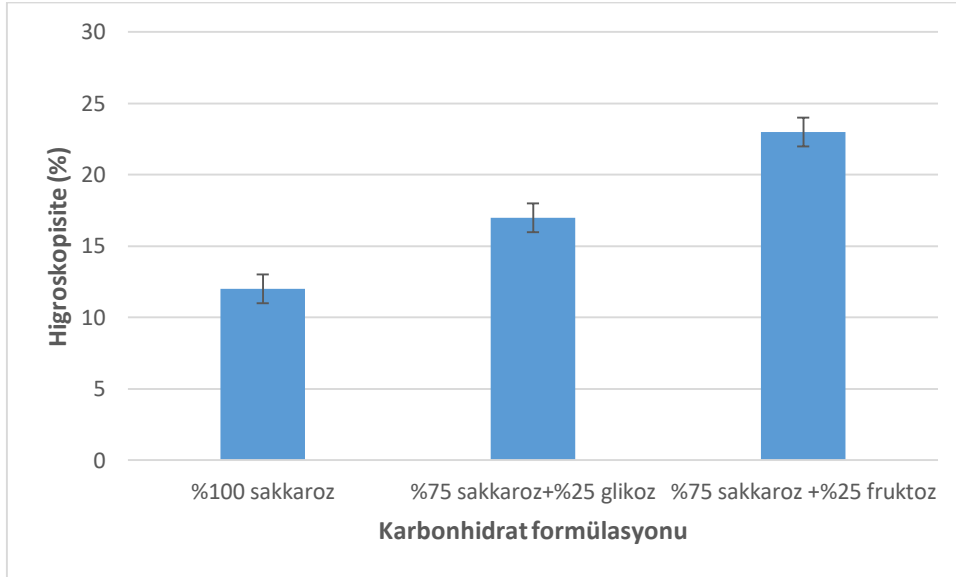
Sert Şekerlerin Higroskopisite Değerleri

Higroskopi, denge nem miktarından daha yüksek bağıl neme sahip koşullarda, gıdaların su tutma yeteneği olup ürünlerin depolama koşullarına etki etmektedir (Oliveira vd., 2014). Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilen ayva suyu konsantresi katkılı sert şekerlerin higroskopisite değerleri Şekil 3'de gösterilmektedir. Şekli 3 incelendiğinde farklı

karbonhidrat kullanımının ürünlerin higroskopisite değerlerine etki ettiği görülmektedir. % 100 sakkaroz kullanılarak üretilen sert şekerlerin higroskopisite değeri en düşük, %75 sakkaroz+%25 fruktoz formülasyonu kullanılarak üretilen sert şekerlerin higroskopisite değeri ise en yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde Sokolovsky (1937) tarafından yapılan bir çalışmada şeker örnekleri %98,8 relatif neme

sahip bir desikatörde 40 gün bekletilmiş, fruktoz içeren örneklerin kütlece glikoz ve sakkaroz içeren örneklere kıyasla daha fazla nem absorbe ettiği saptanmıştır. İlaslan (2014) tarafından yapılan, farklı oranlarda sakkaroz ve glikoz içeren sert

şekerlerin incelendiği bir çalışmada ürünlerdeki sakkaroz oranı artışının nem absorpsiyon yüzdesini düşürdüğü belirlenmiştir.



Şekil 3. Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilen ayva konsantresi katkılı sert şekerlerin higroskopisite değerleri

Figure 3. Hygroscopicity values of hard candies with quince concentrate produced with different carbohydrate formulations

Sert Şekerlerin Şeker Bileşenleri

Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilen ayva suyu konsantresi katkılı sert şekerlerin şeker bileşenleri analiz sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. HPLC ile gerçekleştirilen analizde örneklerde fruktoz, glikoz ve sakkaroz

tespit edilirken maltoz tespit edilememiştir. Fruktoz, glikoz ve sakkaroz için alıkonma süresi sırasıyla 5.8, 6.5 ve 9.5 dk olarak belirlenmiştir. Örneklere ait analiz sonuçlarını gösteren HPLC kromatogramlarından biri Şekil 4'de gösterilmektedir.

Çizelge 2. Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilen ayva konsantresi katkılı sert şekerlerin şeker bileşenleri

Table 2. Sugar compositions of hard candies with quince concentrate produced with different carbohydrate formulations

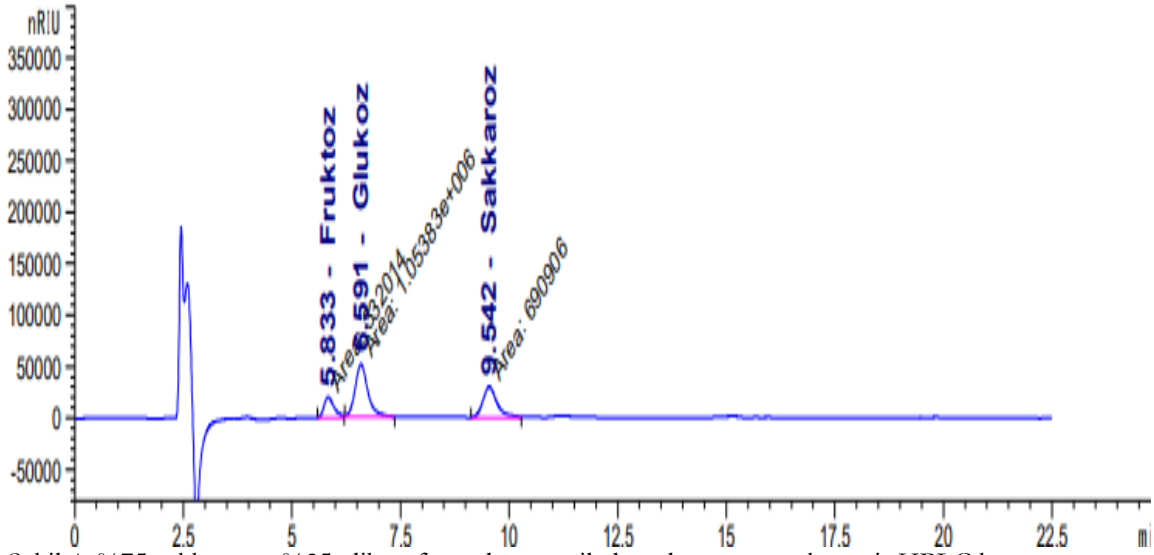
Örnek	Fruktoz (g/100 g)	Glikoz (g/100 g)	Sakkaroz (g/100 g)	Maltoz (g/100 g)
Sample	Fructose (g/100 g)	Glucose (g/100 g)	Sucrose (g/100 g)	Maltose (g/100g)
%100 sakkaroz	4.16±0.32 ^a	5.37±0.65 ^a	73.53±0.08 ^a	n.d.
%75 sakkaroz+%25 fruktoz	15.71±0.07 ^b	20.02±0.24 ^b	31.22±0.10 ^b	n.d.
%75 sakkaroz+%25 glikoz	11.85±0.13 ^c	33.97±0.06 ^c	23.40±0.50 ^c	n.d.

(^{a-c}) Aynı sütunda yer alan farklı harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$)

n.d.: tespit edilemedi

(^{a-c}) Different letters in the same column indicate statistical differences ($P<0.05$)

n.d.: not detected



Şekil 4. %75 sakkaroz+ %25 glikoz formülasyonu ile hazırlanan sert şekerle ait HPLC kromatogramı
Figure 4. HPLC chromatogram of hard candy produced with %75 sucrose+ %25 glucose formulations

Glikoz, fruktoz, sakkaroz ve glikoz ya da maltoz şurubundan oluşan camsı yapıdaki amorf ürünler sert şeker olarak adlandırılmaktadır (Smidova vd., 2003). Sert şekerlerde tatlılığı arttırmak amacıyla formülasyonlara invert şeker ilavesi yapılabilmektedir (Sabbagh vd., 1979). İner şeker, sakkarozun sıcaklık ve asit etkisiyle inversiyona uğraması sonucu açığa çıkan, glikoz ve fruktoz içeren bir üründür (Smidova vd., 2003). Çizelge 2'de yer alan sonuçlar incelendiğinde %100 sakkaroz kullanılarak üretilen şekerlerde inversiyon sonucu glikoz ve fruktozun açığa çıktığı görülmektedir. Formülasyonunda %25 fruktoz yer alan şekerlerin sakkaroz içeriklerinin formülasyonunda %25 glikoz yer alan şekerlerinkine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, %75 sakkaroz+%25 glikoz formülasyonu kullanılarak üretilen şekerlerde inversiyon hızının daha yüksek olması ile açıklanabilir.

Duyusal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Farklı karbonhidrat formülasyonları ile üretilmiş ayva suyu konsantresi katkılı sert şekerlere ait duyusal analiz sonuçları Çizelge 3'de yer almaktadır. Panelistler tarafından sert şekerler görünüm kriteri açısından değerlendirildiğinde %75 sakkaroz+%25 glikoz formülasyonu ile üretilenler en yüksek puanı alırken %100 sakkaroz

kullanılarak üretilenler ise en düşük puanı almıştır. Tekstürel olarak en beğenilen ürün %75 sakkaroz+%25 glikoz formülasyonu kullanılarak üretilen şekerlemeler olmuştur. %75 sakkaroz+%25 fruktoz ve %100 sakkaroz formülasyonları kullanılarak elde edilen sert şekerlerde camsı amorf yapı %75 sakkaroz+%25 glikoz formülasyonunun kullanıldığı şekerlere kıyasla hızla bozduğundan şekerler tekstür kriteri açısından daha düşük puanlanmıştır. Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilmiş sert şekerlerin lezzet kriteri açısından puanları incelendiğinde puanlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Lezzet kriteri açısından en yüksek puanı glikoz içeren grubun oluşturduğu görülmüştür. Benzer şekilde genel beğeni açısından en yüksek puanı %75 sakkaroz+%25 glikoz formülasyonu kullanılarak hazırlanmış şekerlemeler almıştır. Sakkarozun %100 olarak kullanıldığı ve fruktozun yer aldığı formülasyonların genel beğeni puanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Çizelge 3. Farklı karbonhidrat formülasyonları kullanılarak üretilen ayva konsantresi katkılı sert şekerlerin duyu analizi sonuçları

Table 3. Sensory analysis results of hard candies with quince concentrate produced with different carbohydrate formulations

Örnek	Görünüm	Tekstür	Lezzet	Genel beğeni
Sample	Appearance	Texture	Flavour	Overall acceptance
%100 sakkaroz	7.11±1.36 ^a	6.89±1.04 ^a	7.22±0.97 ^a	7.88±0.93 ^a
%75 sakkaroz+%25 fruktoz	7.88±0.78 ^b	5.66±1.42 ^b	7.11±1.16 ^a	7.67±1.00 ^a
%75 sakkaroz+%25 glikoz	8.22±0.97 ^c	7.88±1.05 ^c	7.56±0.73 ^a	8.22±1.30 ^b

(^{a-c}) Aynı sütunda yer alan farklı harfler istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$)

(^{a-c}) Different letters in the same column indicate statistical differences ($P<0.05$)

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKILARI

Ahsen RAYMAN ERGÜN, araştırmanın planlanması, üretimin gerçekleştirilmesi, analizlerin takibi, değerlendirilmesi ve makalenin yazımını sağlamıştır. Yeliz TEKGÜL, araştırmanın planlanması, üretimin ve analizlerin gerçekleştirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve makalenin yazımını sağlamıştır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamışlardır.

KAYNAKLAR

Altınok, E., Palabiyik, I., Gunes, R., Toker, O.S., Konar, N., Kurultay, Ş. (2020). Valorisation of grapeby-products as a bulking agent in soft candies: Effect of particle size. *LWT-Food Sci Technol*, 118108776.

Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y. (2011). *Sensory evaluation in foods*. İzmir, Turkey: Sidas.

Archaina, D., Sosaa, N., Riveroa, R., Scheborb, C. (2019). Freeze-dried candies from black currant (*Ribesnigrum*L.) and yoghurt. Physicochemical and sensorial characterization. *LWT-Food Sci Technol*, 100: 444-449.

Atsukawa, K., Kudo, S., Amari, S., Takiyama, H. (2020). Increase of solidification rate to improve quality of productivity for xylitol/ sorbitol crystalline candy products. *J. Food Eng*, 268: 109738.

Cai, Y.Z., Corke, H. (2000). Production and properties of spray-dried amaranthus P-cunanan pigments. *Ö. Food Sci*, 65:1248-1252

Dewi, E.N., Kurniasih, R.A., and Purnamayati, L. (2018). The application of microencapsulated phycocyanin as a blue natural colorant to the quality of jelly candy. 3rd International Conference on Tropical and Coastal Region Eco Development 2017 IOP Publishing IOP Conf. Series: *Earth and Environmental Science*, 116: 012047.

Dhokal, D. and Pradhananga, M.L. (2017). Utilization of watermelon rind (byproduct) in preparation of candy and its quality evaluation. *Int Multidiscip Res J*, 2 (1): 1-6.

Dorn, G.A., Savenkova, T.V., Sidorova, O.S., Golub, O.V. (2015). Confectionery goods for healthy diet. *Foods Raw Mater*, 3(1): 70-76.

Elsanhoty, R.M. Al-Turki A.L., El-Razik, M.M.A. (2017). Production of carotenoids from *Rhodotorula mucilaginosa* and their applications as colorant agent in sweet candy. *J Food Agric Environ*, 15 (2): 21-26.

Ergun, R., Lietha, R., Hartel, R.W. (2010). Moisture and shelf life in sugar confections. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 50: 162-192.

Güneş, R., Palabiyik, İ., Kurultay, Ş. (2018). Şekerleme teknolojisinde fonksiyonel ürün üretimi. *Gıda*, 43 (6): 984-1001.

Hayoğlu, I., İzol, G., Gümüş, A., Göncü, B., Çevik, G.B. (2010). Menengicin şekerleme

- üretiminde kullanım olanakları. *J. Agric Fac Hr U*, 14(4): 57-62.
- İlaslan, K. (2014). Sert şekerlemelerde kontrolsüz inversiyon ve soğuk erime problemlerinin araştırılması ve çözüm önerileri. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Türkiye, 84 s.
- Kılıç, M., Evranuz, Ö. (2006). Gıdalarda camsılığa geçiş ve kalite ilişkisi. *Gıda*, 31(5):253-257.
- Kovács, M., Dóka, O., Richfield D. (2019). Determination of two color agents in hard boiled candy by laser-based photoacoustic spectroscopy and colorimetry carpathian. *J of Food Sci Technol*, 11(4): 126-132.
- Kuşat, N., Kösekahyaoglu, L. (2011). Gıda sektöründe ürün ve iyileştirilmiş ürün inovasyonları: Batı Akdeniz bölgesi şekerleme, kakao ve çikolata alt sektörü üzerine bir uygulama. *Uluslar Alanya İşletme Fak Derg*, 3: 2.
- Mirandaa, J.S., Costa, B.V., de Oliveira, I.V., de Lima, D.C.N., Martins, E.M.F., Júnior, B.R.C.L., Benevenuto, W.C.A.N., de Queiroza, I.C., da Silvaa, R.R., Martins, M.L. (2020). Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086. *LWT-Food Sci Technol*, 126: 109275.
- Moura, S.C.S.R., Berling, C.L., Garcia, A.O., Queiroz, M.B., Alvim, I.D., Hubinger, M.D. (2019). Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of microparticles in jelly candy. *Food Res Int*, 121:542–552.
- Mutlu, C., Tontul, S.A., Erbaş, M. (2018). Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. *Food Sci Technol*, 93: 499-505.
- Nesreen, M., El.Said Ali, N.M., Al-Askalany, S. A., Ghandor, H.M. (2017). Evaluation of sensory, physicochemical changes of marshmallow (children candy) by addition natural colors. *Bull of the Nalt Nutr Inst of the Arab Republic of Egypt*, (50):154-178.
- Oliveira, G.A., Castilhos, F., Renard, C.M.C., Bureau, S. (2014). Comparison of NIR and MIR spectroscopic methods for determination of individual sugars, organic acids and carotenoids in passion fruit. *Food Res Int*, 60:154-162.
- Özen, G., Akbulut, M., Artık, N. (2011). Stability of black carrot anthocyanins in the Turkish delight (LOKUM) during storage. *J. Food Process Eng*, 34(4):1282-1297.
- Özyurt, V.H., Saralı, H., Ötleş, S. (2019). Betalain ekstraktlarının gıdalarda kullanım olanakları. *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg*, 25(7), 864-870.
- Palabıyık, İ. Demircan, A., Demirci, A. Ş. (2019). İnülin içerikli jelly tipi yumuşak şekerleme üretimi ve bileşen optimizasyonu. *Gıda*, 44 (5): 759–769.
- Reinheimer, M.A., Mussati, S.F., Scenna, N.J. (2012). Optimization of operating conditions of a cooling tunnel for production of hard candies. *J. Food Eng*, 109(1): 22-31.
- Rizk, E.M., El-Gharably, A.M., Tolba, K.H. (2008). carotenoid pigments composition of calendula flower and its potential uses as antioxidant and natural colorant in manufacturing of hard candy. *Agric Sci Ain Shams Univ, Cairo*, 16(2): 407-417.
- Rodriguez-Amaya, D.B. (2016). Natural food pigments and colorants. *Curr Opin Food Sci*, 7: 20-26.
- Rupérez, P., Toledano, G. (2003). Celery byproducts as a source of mannitol. *Eur Food Res Technol*, 216(3): 224–226
- Sabbagh, N.K., Fagerson, I.S. (1979). Changes in carbohydrate composition in Hard Candy. *J. Food Sci*, 44, 123-126.
- Silva, L.B., Annetta, F.E., Alves, A.B., Queiroz, M.B.Q., Fadini, A. L., Silva, M.G., Efraim, P. (2016). Effect of differently processed açai (*Euterpe oleracea* Mart.) on the retention of phenolics and anthocyanins in chewy candies. *Int J. Food Sci Technol*, 51: 2603–2612.
- Singh, C., Saluja, N., Sharma, R. K., (2019). A computation-driven, energy-efficient and hybrid of microwave and conventional drying process for fast gooseberry candy production. *J. Microw Power Electromagn Energy*, 53(4): 259-275.

- Smidova, I., Copikova, J., Maryska, M., Coimbra, A. (2003). Crystals in hard candies. *Czech J. Food Sci*, 21(5): 185-191.
- Sokolovsky, A. (1937). Effect of humidity on hygroscopic properties of sugars and caramel. *Ind Eng Chem*, 9: 1422-1423..
- Spanemberg, F.E.M., Korzenowski, A.L., Sellitto, M A. (2019). Effects of sugar composition on shelf life of hard candy: Optimization study using D-optimal mixture design of experiments. *J. Food Process Eng*, 42:13213.
- Tan, J., Kerr, W.L. (2017). Determination of glass transitions in boiled candies by capacitance based thermal analysis (CTA) and genetic algorithm (GA). *J. Food Eng*, 193: 68-75.
- Wojdyło, A., MiroslawaTeleszko, M., Oszmiański, J. (2014). Antioxidant property and storage stability of quince juice phenolic compounds. *Food Chem*, 152: 261-270.
- Yıkılmış, S., Çöl, B.G., Alpaslan, M. (2019). Thermosonication processing of quince (*Cydonia Oblonga*) juice: Effects on total phenolics, ascorbic acid, antioxidant capacity, color and sensory properties. *Cienc. Agrotec*, 43:e019919.
- Yılmaz, F.M., Yıldırım, E., Karakuş, M. (2019). Production of natural colorant fortified hard candy: Effects of different carbohydrate formulations on colour, glass transition, hygroscopicity, carbohydrate composition and sensory properties. *Gıda*, 44 (2): 357-368.
- Yılmaz, H.K., Dikbaş, M.D., Bilgüven, M. (2016). Siyanobakterilerden elde edilen pigment maddeleri ve kullanım alanları. *Bursa Uludağ Üni. Ziraat Fak. Derg.* 30(1): 139-155.
- Zellner, D., Greene, N., Jimenez, M., Calderon, A., Diaz, Y., Sheraton, M. (2018). The effect of wrapper color on candy flavor expectations and perceptions. *Food Qual Prefer*, 68: 98-104.