



ORGANİK PEKMEZLERDEN JELİ ŞEKER ÜRETİMİ

Muhammed Mustafa ÖZÇELİK^{1*}, Burçak DUMAN¹, Gülcan ÖZKAN¹

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Jeli Şeker,
Organik Gıda,
Endüstriyel Ürün,
Antioksidan ve Polifenol,
Pekmez.

Öz

Bu çalışmada, doğal karbonhidrat ve enerji kaynağı olan organik pekmezin jeli şeker üretiminde fruktoz şurubu yerine kullanım olanakları araştırılmıştır. Son ürüne C vitamini katkısı yapılarak antioksidan içeriğinin zenginleştirilmesi ve insan vücudunda pekmezden gelen demirin emiliminin artırılması hedeflenmiştir. Organik üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezi kullanılarak üretilen pekmez jeli şekerleri istenilen jel formun oluşması ve stabilitesi açısından başarılı bulunmuştur. Her bir üründe; fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyuşsal ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Üzüm, dut ve keçiboynuzu jeli şekerlerinde sırasıyla toplam fenolik madde miktarı 886.37, 1065.81, 3171.29 µg GAE/g KM, askorbik asit miktarı 11.44, 12.80, 16.74 mg A.A/g KM, serbest radikalleri yakalama aktivitesi (DPPH) 132.29, 157.61, 331.45 mg T.E./100gKM, HMF miktarı 3.61, 4.20, 2.54 mgHMF/100gKM, flavonoid miktarı 37,07, 67,70, 67,73 mg Rutin/100g KM olarak bulunmuştur. Yapılan fiziko-kimyasal ve tekstür analizleri sonuçları bakımından en iyi ürün keçiboynuzu jeli şekeri olmasına rağmen, duyuşsal analiz sonuçlarına göre ilk sırayı üzüm jeli şekeri almıştır. Sonuçlar, üzüm, dut ve keçiboynuzu pekmezi kullanılarak üretilen pekmez jeli şekerlerinin endüstriyel anlamda üretim potansiyeline sahip olabileceğini ortaya koymaktadır.

PRODUCTION OF JELLY SUGAR FROM ORGANIC MOLASSES

Keywords

Jelly Sugar,
Organic Food,
Industrial Product,
Antioxidant and Polyphenol,
Molasse.

Abstract

In this study, the possibilities of using organic molasses, which is a natural carbohydrate and energy source, instead of glucose-fructose syrup in the production of gel-sugar were investigated. It was aimed to enrich the antioxidant content by adding vitamin C to the final product and to increase the absorption of iron from molasses in the human body. Gel candies produced using organic grape, mulberry and carob molasses have been successful in terms of the formation and stability of the desired gel form. Physical, chemical, microbiological, sensory, and statistical analyzes were performed in each product. Total phenolic content, vitamin C amount, free radical scavenging activity (DPPH), HMF and flavonoid content of grape, mulberry and carob gel candies were determined as 886.37, 1065.81, 3171.29 µg GAE/g DM; 11.44, 12.80, 16.74 mg AA/g DM; 132.29, 157.61, 331.45 mg TE/100g DM and 3.61 4.20, 2.54 mg HMF/100g DM, 37.07, 67.70, 67.73 mg Rutin/100g DM respectively. According to the physico-chemical and textural analyze results, the best quality product has been found as carob gel sugar however grape gel sugar was the most desired one based on sensory evaluation. The results revealed that molasses gel candies produced using grape, mulberry and carob molasses may have industrial production potential.

Alıntı / Cite

Özçelik, M.M., Duman, B., Özkan, G., (2022). Organik Pekmezlerden Jeli Şeker Üretimi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 10(2), 371-379.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

M.M. Özçelik, 0000-0002-1933-1737
B. Duman, 0000-0002-4884-7935
G. Özkan, 0000-0002-3333-7537

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date 05.10.2021
Kabul Tarihi / Accepted Date 06.12.2021
Yayın Tarihi / Published Date 30.06.2022

* İlgili yazar / Corresponding author: ozcelik.m.mustafa@gmail.com, +90-541-910-2908

1. Giriş (Introduction)

Günümüz tüketicileri yaşam ve çalışma koşullarının yoğunluğu sebebiyle daha çok hazır besinlere yönelmektedir. Bu yönelim tüketiciler tarafından sadece besin ihtiyaçlarını karşılamak için değil aynı zamanda iyi bir tat almayı da hedeflemektedir. Bu bağlamda özellikle küçükten büyüğe her yaş grubu tarafından talep gören şekerlemeler dikkat çekmektedir. Tüketicilerin sağlıklı gıda tüketimine olan yönelimi şekerleme endüstrisinde yeni ürün arayışına neden olmaktadır.

Jeli şeker küçük, içi ve dışı jel yapısında, yüksek oranda fruktoz, sakkaroz, dekstroz veya mısır şurubu içeren bir şekerleme türüdür (Moore, 1997). Jeli şekerlemelerde jelleştirici olarak pektin, jelatin ve agar kullanılabilir. Genellikle meyve suları veya özleri ile tatlandırılan bu şekerlemelerde yaygın olarak jelatin kullanılmaktadır. (Godhwani vd., 2012). Gıda endüstrisinde kullanılan jelleştiriciler genelde domuz veya dana derisi ile kemiğinden elde edilmektedir. Ayrıca jelatin üretiminde bazı üreticiler hayvan sinirleri, bağ doku, kıkırdak ve toynakları kullanmaktadır. Yenilebilir jelatin gıda sektöründe dondurma, pastalar ve şekerlemeler, çikolatalar, tatlılar, et endüstrisi ve en önemlisi de gıdalarda parlatici ve şekillendirici madde olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Boran, 2011). Bu ürünlerin aşırı tüketilmesi, yüksek kaloriye sahip oldukları için karaciğer yağlanması, obezite, hipertansiyon ve tip 2 diyabet başta olmak üzere bazı metabolik rahatsızlıklara neden olmaktadır (Yeşilot, 2017, Parnell vd., 2007).

Jeli şekerler aynı zamanda, yapısal ve duyuşal özelliklerin kazandırılması için bileşimlerinde renk ve aroma maddeleri, jelatin, pektin ve nişasta gibi maddeler ihtiva etmektedirler. Ancak bu ürünlerin biyolojik açıdan önemli olan mineral maddeleri, vitaminleri ve karotenoidleri içermemelerinden dolayı tüketici talepleri doğrultusunda şekerli atıştırmalık pazarına yeni ürün arayışında bal, pekmez ve meyve gibi doğal gıdaların sağlıklı ve besleyici şeker kaynağı olarak kullanımı gündeme gelmiştir (Dorn vd., 2015; Güneş vd., 2018).

Farklı meyvelerden üretilen pekmezler, hem doğal şeker (%50-80) hemde, organik asit ve mineral içeriği nedeniyle yeni ürün üretiminde sağlıklı/besleyici alternatif bir şeker kaynağıdır (Şimşek ve Artık, 2002). Pekmez, çoğunlukla üzüm, dut, keçiyoynuzu ve incir gibi karbonhidrat ve şeker bakımından zengin meyvelerden üretilmektedir (Akbulut vd., 2007).

Dünya nüfusunun yaklaşık %30'unda anemi hastalığı görülmekte ve bu hastalığın yarısını demir eksikliği anemisi oluşturmaktadır. Anemi anne ve çocuk fiziksel performansını etkileyen major halk sağlığı problemidir (Çipil ve Demircioğlu, 2016). Pekmez insan bünyesinin kullanabildiği (+2) değerli demir içeriğine sahiptir. Özellikle C vitamini emilim oranını artırması nedeni ile büyüme çağındaki çocuklar, hamileler, emziren anneler ve sporcular için bu minerallerden demir miktarının önemi büyüktür. Bu yüzden yüksek demir içeriğine sahip ürünlerin C vitamini ile tüketilmesi tavsiye edilmektedir (Yurdakök ve İnce, 2009).

Bu çalışmada şeker kaynağı olarak organik keçiyoynuzu, dut ve üzüm pekmezleri kullanılmıştır. Böylece doğal, besleyici değeri yüksek ve daha sağlıklı jeli şeker üretimi amaçlanmıştır. Jeli şeker üretiminde askorbik asit ilavesi ile pekmezin içerdiği demirin biyoyararlılığının artırılması hedeflenmiştir. Diğer taraftan pekmezin kullanıldığı ürün portföyünün genişletilerek hem üreticilere hem de şekerleme endüstrisinin en önemli tüketicilerinden özellikle çocuklara daha sağlıklı şekerlemeler sunmak çalışmanın temel amaçlarından birisidir.

2. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

Çalışmada kullanılan bitkisel ve vejeteryan agar agar (Gıda Tipi, E Kodu: E-406), (Tito, Smart Kimya, İzmir), C vitamini katkısı (Voonka, Kamptu İlaç San. Tic. A.Ş. İstanbul) organik üzüm pekmezi (Koska A.Ş., İstanbul), organik dut, keçi yoynuzu pekmezi (Grünn, Naturka organik Ltd.Şti.) ve firmalarından temin edilmiştir. Analizlerin gerçekleştirilmesinde sitrik asit, sodyum karbonat (Na₂CO₃), 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH), gallik asit, Tris-HCL, sodyum nitrit (NaNO₂) ve HMF standardı (Sigma, Almanya), Folin-Ciocalteu, metanol (%99.9), meta-fosforik asit ve L-askorbik asit (Merck, Almanya), PCA besiyeri ve PDA besiyeri (CondaLAB, İspanya), 0.45µm HPLC filtreleri ve steril kullanıma hazır petriyeler (Isolab, Almanya) kullanılmıştır.

2.1. Pekmezli jeli şeker üretimi (Production of jelly sugar)

Jeli şeker üretiminde şeker kaynağı olarak organik üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmezleri, jelleştirici ajan olarak agar agar, vitamin katkısı olarak C vitamini ve aroma vermesi amacıyla suda çözünür kahve kullanılmıştır. Jeli şeker bileşimi Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Üretilen pekmez jeli şeker bileşenleri (Produced molasse gel candies sugar components)

Bileşenler	Miktar (g)	Saf Su Miktarı (g)
Pekmez çeşitleri (üzüm, dut ve keçiyoynuzu)	65	35
Agar agar	3	85
C vitamini	1	-
Çözünür kahve	1	-

Pekmezlerin viskozitesi yüksek olduğu için pekmez/su 65:35 (w:w) oranında saf su ile seyreltilmiş ve 50°C'de 30 dakika boyunca su banyosunda karıştırılarak bekletilmiştir. Su banyosundan alınan örneklere vitamin katkısı olarak 1 g toz askorbik asit ile aroma kazandırmak amacıyla 1 g kahve ilave edilmiştir. Daha sonra 3 g agar agar 70 °C sıcaklığa ısıtılan 85 ml su içerisinde çözülerek hazırlanmış ve seyreltilmiş pekmez üzerine eklenmiştir. Pekmez-agar karışımları gıdaya uygun çeşitli silikon kalıplara aktarılarak oda sıcaklığında soğuyana kadar bekletilmiştir.

2.2. Asitlik ve pH değeri tayini (Determination of acidity and pH amount)

Üretilen jeli şeker örneklerinde (%) asitlik değeri tartarik asit eşdeğeri olarak belirlenmiştir. Örnek hazırlama aşaması sonrasında pH değerleri potansiyometrik olarak pH metre (HI 2211, Hanna, Almanya) ile ölçülmüştür.

2.3. Su aktivitesi (Water activity)

Üretilen jeli şeker örneklerinin su aktiviteleri (a_w) su aktivitesi tayin cihazı (Thermoconstanter TH 200, Novasina, Axair Ltd., İsviçre) kullanılarak oda sıcaklığında ölçülmüştür.

2.4. Çözünür kuru madde tayini (Determination of soluble dry matter)

Tüm örneklerde suda çözünür kuru madde miktarı, refraktometre cihazı (N-1E, ATACO) ile oda sıcaklığında belirlenmiştir. Sonuçlar briks derecesi (°Bx) cinsinden ifade edilmiştir.

2.5. Nem ve toplam kuru madde tayini (Determination of moisture and total dry matter)

Nem tayini için standart gravimetrik yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla örnekler hassas terazi ile 1/1000 g hassasiyette tartılmış ve önceden sabit tartıma getirilmiş ve soğutulmuş kurutma kaplarına konulmuştur. Kaplar kurutma fırınına yerleştirilerek, sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Örneklerin nem miktarları kuru madde üzerinden verilmiştir (Anonim, 2005).

2.6. Kolorimetrik renk tayini (Determination of color measurement)

Üretilen jeli şeker örneklerinin yüzey rengini belirlemek amacıyla renk ölçüm cihazı (NH-310 Kolorimetre, 3nh technology Co., LTD. Çin) kullanılmıştır. Ölçümler CIE renk skalası (L^* , a^* , b^*) ile yapılmıştır.

2.7. Su tutma kapasitesi (Water holding capacity)

Jeli şekerlerin su tutma kapasitesi (STK) Nunez-Mancilla vd. (2014) tarafından önerilen yöntemle yapılmıştır. Bu amaçla üründe bulunan suyun sızarak tüpün alt kısmında toplanmasına olanak sağlayan plastik bir süzgeç lif santrifüj tüpüne yerleştirilmiştir ve yaklaşık 5 g örnek tartıldıktan sonra 3500 g'de, 20 °C sıcaklıkta, 15 dk santrifüj edilmiştir. Aşağıda verilen eşitlik (1) kullanılarak ürünün su tutma kapasitesi hesaplanmış ve sonuçlar 'tutulan su/100 g su' (% su) cinsinden ifade edilmiştir.

$$STK = \frac{W_i \times X_i - W_{ii} \times X_{ii}}{W_i \times X_i} \times 100 \quad (1)$$

Wi: Santrifüj öncesi kütle (g), Xi: Santrifüj öncesi nem içeriği (%), Wii: Santrifüj sonrası kütle (g), Xii: Santrifüj sonrası nem içeriği (%).

2.8. Tekstür analizi (Texture analysis)

Tekstür analiz cihazı (Texture Stable Micro Systems, TA-XT Plus, İngiltere) ile örneklerin tekstürel özelliklerin belirlenmesinde delme (puncture) testi ve kesme testi uygulanmıştır. Denemeler iki paralel halinde yapılmıştır.

2.9. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi (Determination of total phenolic content)

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde Spanos ve Wrolstad (1990) ve Toor ve Savage (2006) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Absorbans değeri spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda şahit çözeltiliye karşı okunmuştur. Örnekte ölçülen absorbans değeri ile hazırlanan standart kurvenin denklemi kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Örnekteki toplam fenolik madde miktarı 'µg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g kuru madde' cinsinden ifade edilmiştir.

2.10. Serbest radikalleri yakalama aktivitesi tayini (DPPH) (Determination of free radical scavenging activity (DPPH))

Üretilen jeli şekerlerin hidrojen bağlama yeteneği 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH) serbest radikal yakalama aktivitesi tayini kullanılarak hesaplanmıştır (Dorman vd., 2003). Jeli şekerlerden metanol : su (80:20; v/v) karışımı ile elde edilen fenolik ekstraktlardan 50 µl alınarak tüplere pipetlenip üzerine 450 µl Tris-HCl tamponu (50 mM, pH: 7.4) ilave edilmiştir. Daha sonra bu karışıma 1.00 mL DPPH (0.10 mM, metanol içerisinde) çözeltisinden eklenerek oda sıcaklığında 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. Reaksiyon süresinin bitiminde çözeltinin absorbansı 517 nm'de spektrofotometrede (T70+UV/VIS spectrophotometer, PG Instruments, İngiltere) okunmuştur. Kontrol olarak fenolik ekstraktı yerine saf su kullanılmıştır. DPPH (2,2-Difenil-1-pikril-hidrazil) serbest radikalleri yakalama aktivitesi sonuçları trolox eşdeğeri (TE) olarak verilmiştir. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

2.11. Toplam flavonoit tayini (Determination of total flavonoid content)

Toplam flavonoit tayininde Zhishen vd. (1999) tarafından önerilen ve Toor ve Savage (2006) tarafından modifiye edilen kolorimetrik yöntem kullanılmıştır. Jeli şekerden yaklaşık 5 g alınarak Soxhlet ekstraktöründe 1 saat ekstrakte edilmiştir. Filtre edilen ekstraktlar veya 'Rutin' standart çözeltisinden 1 mL alınarak saf su ile 5 mL'ye tamamlanmıştır. Ardından 0.3 mL % 5 (w/v) sodyum nitrit (NaNO₂) ilave edilmiştir. Örnekler oda sıcaklığında 5 dk inkübasyona bırakıldıktan sonra 0.6 mL %10 (w/v) AlCl₃ eklenerek 6 dakika daha inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonu takiben 2 mL 1 M NaOH çözeltisi ve 2.1 mL saf su eklenerek toplam hacim 10 mL'ye tamamlanmıştır. 510 nm dalga boyunda absorbans değerleri saf suya karşı okuma yapılmış ve sonuçlar 'mg rutin/100 g kuru madde' cinsinden ifade edilmiştir.

2.12. Askorbik asit içeriğinin belirlenmesi (Determination of ascorbic acid content)

Askorbik asit ekstraksiyonunda, jeli şekerlemeler küçük parçalara ayrılıp % 4.5'lik meta-fosforik asit ile 1:12.5 (g/mL) oranında karıştırılmış ve homojenize edilmiştir. Devamında 4000×g 4°C'de 20 dk santrifüj edilmiştir. Supernatant 0.45 µm Millipore filtreden geçirilerek 20 µL hacminde HPLC'ye (Agilent 1260 infinity, Amerika) enjekte edilmiştir. Çalışmada; C18 kolon (ACE, 250*4,6 mm, ID: 5 µm) ve diode array dedektör (DAD, Agilent 1260 MWD VL, Amerika) kullanılmıştır. Mobil faz ultra saf su: fosforik asit (pH 2.2), kolon fırın sıcaklığı 35°C, akış hızı 0.8 mL/dk, akış süresi 30dk'dır (Demiray vd. 2013).

2.13. Hidroksimetilfurfural (HMF) tayini (Determination of hydroxymethylfurfural (HMF))

HMF ekstraksiyonu için 20 mL HPLC grade su ile ±0,001 g duyarlılıkla 10 g numune 15 dk homojenize edilmiştir. Numuneler 5 dk vortekslenmiştir. Müteakiben 25 dk 2574 g 'de santrifüj edilen örnekler Whatman 1 nolu filtre kağıdından geçirilmiştir. Daha sonra filtre edilen örnekler 0.45 µm Millipore filtreden geçirilerek 20 µL hacminde HPLC'ye (Agilent 1260 infinity, Amerika) enjekte edilmiştir. Çalışmada; C18 kolon (İnertsil ODS-3, 250*4,6 mm, 5 µm ID) ve diode array dedektör (DAD, Agilent 1260 MWD VL, Amerika) kullanılmıştır. Mobil faz A: %5 asetonitril, B: %95 grade su (w/v), kolon fırın sıcaklığı 40°C, akış hızı 1 mL/dk, akış süresi 10 dk'dır.

Bileşenlerin tanımlanması için HMF standardından yararlanılmıştır. HMF standardından stok çözelti (1000 ppm) hazırlanmıştır. Ardından uygun oranlarda metanol ile seyreltme yapılarak 5, 10, 50 ve 100 ppm'lik standartlar hazırlanmıştır. Elde edilen bu standartlar kullanılarak kalibrasyon eğrisi çizilmiş ve bu eğri hesaplamalarda kullanılmıştır. Tüm analizler 2 paralel halinde yapılmıştır.

2.14. Şeker tayini (Determination of sugar content)

Veberic ve Stampar (2005) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. 10 g tartılan jeli şeker örnekleri 50 mL saf su içerisinde homojenize edilmiş ve 30 dk manyetik karıştırıcıda bekletilmiştir. Süre sonunda ekstrakt 2574 g 'de 7 dk santrifüjlenerek, supernatant kısmı 0.45 µm Millipore filtreden geçirilerek 20 µL hacminde HPLC'ye (Shimadzu, Japonya) enjekte edilmiştir. Çalışmada; karbohidrat kolon (Aminex HPX-87C,

300*7.8mm) ve refraktif indeks dedektör (Shimadzu RID 10A, Japonya) kullanılmıştır. Mobil faz Ultra saf su, kolon fırın sıcaklığı 80°C, akış hızı 0.6 mL/dk'dır.

2.15. Mikrobiyolojik analiz (Microbiological analysis)

Jeli şekerlerin mikrobiyolojik yükünü belirlemek amacıyla; toplam mezofilik aerobik bakteri (TAMB), maya ve küf sayımı AOAC (1998)'de belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. 10 gram jeli şeker örneği, stomacher torbası içerisinde 90 ml steril peptonlu tuzlu su (% 0.1 pepton ve %0.85 NaCl, w/v) çözeltisi ile karıştırılmış ve stomacherde 230 rpm'de 2.5 dk homojenize edilmiştir. Homejenattan steril peptonlu tuzlu su çözeltisi kullanılarak ardışık seyreltiler hazırlanıp her bir tekerrürde iki paralel yapılmıştır. Plate Count Agar (PCA) besiyerinde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı dökme usülü ekim yöntemiyle iki tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve 30 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. Maya ve küf sayısı Patato Dextrose Agar (PDA) ortamında dökme usülü ekim yöntemiyle iki tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve 25 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir.

2.16. Duyusal analiz (Sensory analysis)

Örneklerin duyusal analizleri yarı-egitimli 20 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler 20-30 yaş grubundan seçilmiştir. Panelistler, duyusal değerlendirme formunda yer alan skala ve terimler hakkında eğitilmişlerdir. Kabul edilebilirlik testi 5-nokta puanlama skalasına (hedonik skala, hiç beğenmedim: 1, aşırı beğendim: 5) göre oluşturulmuştur. (Demirkesen vd., 2010). Analizler Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümünde laboratuvarında gerçekleştirilmiş olup, farklı örneklerin değerlendirilmesine geçmeden önce panelistlere su ve kraker verilmiştir.

2.17. İstatistiksel analizler (Statistical analyzes)

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde Minitab istatistik paket programı kullanılmıştır. Gruplar arası farkın önemi Tukey çoklu varyans analizi ile belirlenmiştir.

3. Deneysel Sonuçlar (Experimental Results)

3.1. Organik dut, keçi boynuzu ve üzüm pekmezli jeli şekerlerde fizikokimyasal analiz sonuçları (Physicochemical analysis results of organic mulberry, carob and grape molasses of jelly sugar)

Jeli şeker örneklerinde yapılan bazı fizikokimyasal analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Üretilen jeli şekerlerin titrasyon asitliği değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunurken, suda çözünür kuru madde değerlerinde önemli bir fark bulunmamıştır. Üzüm ve keçi boynuzu jeli şekerlerinin pH değeri dut pekmezinden istatistiksel olarak ayrılmaktadır.

Tablo 2. Pekmez jeli şekerinde bazı fizikokimyasal analiz sonuçları. (Results of physicochemical analysis in molasse gel candies)

	Üzüm pekmezi jeli şekerleri	Dut pekmezi jeli şekerleri	Keçi boynuzu pekmezi jeli şekerleri
Titrasyon asitliği (%)	1.88±0.02 ^a	1.48±0.04 ^b	3.00±0.03 ^c
pH	5.65±0.05 ^a	6.36±0.04 ^b	5.52±0.08 ^a
% Brix	32.30±0.34 ^a	32.10±0.31 ^a	31.72±0.21 ^a
Su aktivitesi	0.89±0.01 ^a	0.89±0.01 ^a	0.89±0.01 ^a
Toplam kuru madde (%)	63.63±0.29 ^a	61.30±0.38 ^b	63.52±0.37 ^a
Su Tutma Kapasitesi	70.32±1.37 ^a	63.45±1.04 ^b	60.49±2.64 ^b
Sıklık	50.18±2.10 ^a	45.84±1.41 ^a	62.69±3.02 ^b
Yüzey direnci	20.66±1.02 ^a	54.37±2.14 ^b	11.43±0.67 ^c
Elastikiyet	11.26±0.01 ^a	12.56±0.40 ^a	11.96±0.83 ^a

*Tabloda verilen aynı satırdaki farklı harflendirmeler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p≤0.05).

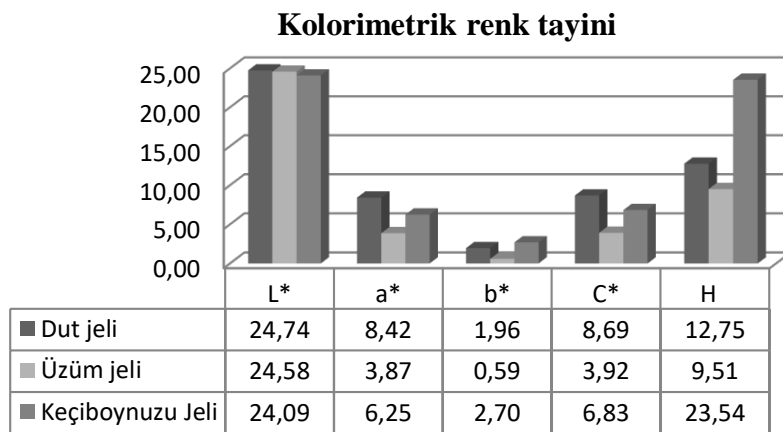
Ürünlerin su aktivitesi ortalama 0.89 değerinde bulunmuş olup kullanılan farklı pekmezlerin istatistiksel olarak su aktivitesi üzerine önemli bir farkı bulunmamıştır. Literatür incelendiğinde pek çok bozulma yapan bakterinin 0.91' in altındaki su aktivitesinde gelişemediği tespit edilmiştir (Uysal Seçkin ve Taşeri, 2015). Bu bağlamda üretilen ürünler bakteriyel bozulmalar açısından güvenli kabul edilebilecek bölgededir.

Jeli şekerlerin toplam kuru madde miktarları incelendiğinde değerler arasında istatistiksel olarak fark tespit edilememiştir. Su tutma kapasitesi sonuçları değerlendirildiğinde ise istatistiksel olarak üzüm jeli şekerinin yapısında daha fazla su tutma kapasitesine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Üretilen jeli şekerlerde tekstür analizleri olarak sıklık, yüzey direnci ve elastikiyet değerleri incelenmiştir. Dut jeli şekerleri sıklık ve yüzey direnci değerleri

açısından istatistiksel olarak diğer jeli şekerlerden ayrılmaktadır. Jeli şekerlerin elastikiyet değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

3.2. Kolorimetrik renk tayini sonuçları (Results of of color measurement)

Çalışmamızdaki jeli şeker örneklerinin yüzey rengi için “Hunter Lab Renk Skalası (L*, a*, b*)” kullanılarak belirlenmiş, sonuçlar Şekil 1’de sunulmuştur. Ürünlerin L*, a*, b* ile C* (L*: aydınlık değeri, a*: kırmızılık-yeşillik, b*: sarılık-mavilik C*: renk yoğunluğu) değerleri birbirine yakın ve istatistiksel olarak farksız bulunurken H değeri arasında istatistiksel olarak fark vardır. Hue (H) değeri renk uzayında yer alan bir noktanın dikey eksene uzaklığı olarak veya renk uzayında belirli bir renge karşılık gelen renk yoğunluğu olarak ifade edilmektedir. Rengin kırmızı, yeşil, sarı ve mavilikte bulunduğu noktaya göre rengin açısı değişir. Hue değeri 0’a yaklaştıkça renk kırmızı tonlarına 90’dan sonra ise sarı tonlarına, 180 ve sonrası ise yeşil tonlarına, 370 derecede ise mavi renk tonlarına karşılık gelmektedir. Tabloda sunulan Hue değerleri kırmızı renk tonlarına karşılık gelmekte olup değer sayısal olarak arttıkça renk açık kırmızıdan koyu kırmızıya ve kahverengi tonlarına daha da ileride sarıya dönmektedir. Üzüm jeli şekerinde parlaklık ve jeli şekerlerde istenilen saydam canlı renk daha başarılı bulunurken keçi boynuzu ve dut jeli kahverengi renge sahip ve mat renk olmuştur.



Şekil 1. Üretilen jeli şekerlerde kolorimetrik renk tayini (Determination of color parameters in produced gel candies)

3.3. Toplam fenolik madde, askorbik asit miktarı, serbest radikalleri yakalama aktivitesi (DPPH), hidroksimetilfurfural (HMF) tayini ve şeker analizi sonuçları (Results of total phenolic content, ascorbic acid amount, free radical scavenging activity (DPPH), hydroxymethylfurfural (HMF) and sugar analysis)

Üretilen jeli şekerlerin analiz sonuçları $\mu\text{g GAE/g KM}$ cinsinden hesaplanmıştır. Tablo 3’te sunulan veriler incelendiğinde, üretilen keçi boynuzu jeli şekerin sahip olduğu fenolik madde miktarının diğer jeli şekerlerden yüksek olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Askorbik asit kaybını önlemek amacıyla C vitamini üretim sırasında sıcaklık işlemine maruz bırakılmadan %1 oranında ilave edilmiştir. En yüksek askorbik asit içeriği keçi boynuzu jelinde tespit edilmiş olup ürünler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır.

Tablo 3. Üretilen jeli şekerlerde Toplam fenolik madde, askorbik asit miktarı, serbest radikalleri yakalama aktivitesi (DPPH), hidroksimetilfurfural (HMF) tayini ve şeker analizi sonuçları (Total phenolic substance, ascorbic acid amount, free radical capture efficiency (DPPH), hydroxymethylfurfural (HMF) determination and sugar analysis in produced gel candies)

	Üzüm pekmezi jeli şekerleri	Dut pekmezi jeli şekerleri	Keçi boynuzu pekmezi jeli şekerleri
Toplam fenolik madde miktarı ($\mu\text{g GAE/g KM}$)	886.37 \pm 0.2 ^a	1065.81 \pm 0.3 ^b	3171.29 \pm 0.3 ^c
Askorbik asit içeriği (mg AA/g KM)	11.44 \pm 0.06 ^a	12.80 \pm 0.3 ^b	16.74 \pm 0.3 ^c
Serbest radikalleri yakalama aktivitesi (DPPH ; mg TE/100 g KM)	132.29 \pm 0.27 ^a	157.61 \pm 0.36 ^b	331.45 \pm 0.67 ^c
Toplam flavonoit (mg Rutin/100 g KM)	37,07 \pm 0.37 ^a	67.70 \pm 0.76 ^b	67.73 \pm 0.76 ^b
HMF (mg HMF/100g KM)	3.61 \pm 0.01 ^a	4.20 \pm 0.03 ^b	2.54 \pm 0.01 ^c
Şeker içeriği (ppm)			
Sukroz	5.80 ^a	11.10 ^a	110.10 ^b
Glukoz	116.40 ^a	105.30 ^a	59.50 ^b
Fruktoz	118.60 ^a	104.20 ^a	60.00 ^b

*Tabloda verilen aynı satırdaki farklı harflendirmeler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

En yüksek serbest radikal yakalama aktivitesine sahip ürünün keçi boynuzu pekmezi jeli şekeri olduğu tespit edilmiştir. Üzüm ve dut pekmezi jeli şekerlerinin ise serbest radikal yakalama aktivite değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı keçi boynuzu pekmezinden üretilen jeli şekerde diğerlerden yaklaşık 3 kat daha fazla değere sahiptir ve dolayısıyla serbest radikalleri yakalama aktivitesi de bu duruma bağlı olarak diğer jeli şekerlerden daha yüksek bulunmuştur. Toplam flavonoid miktarları ise mg rutin cinsinden hesaplanmış olup en yüksek flavonoid miktarı keçi boynuzu ve dut jelinde tespit edilmiş ve üzüm pekmez jelinin flavonoid değeri istatistiksel olarak diğerlerinden farklı bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi pekmez tebliğinde kabul edilebilir HMF miktarının maksimum 75 mg/kg olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2021). Bu bilgiler ışığında ürünlerimizde oluşan HMF miktarının düşük değerlerde olduğu ve gıda kodeksine uygun olduğu tespit edilmiştir.

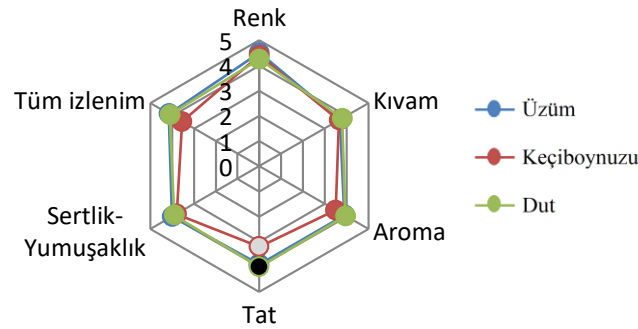
İstatistiksel olarak keçi boynuzu pekmezi jelindeki şeker içeriği, üzüm ve dut jeli şekerlerinden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Şeker analizi sonuçlarına göre, keçi boynuzu pekmezi jeli şekerinde sukroz miktarı diğer jeli şekerler ile kıyaslandığında en yüksek değere sahipken, glukoz ve fruktoz miktarlarının en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Keçi boynuzu jeli şekerinde sukroz başlıca bileşenken, dut ve üzüm pekmezleri jellerinde glukoz ve fruktoz başlıca bileşenler olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçların keçi boynuzu jeli şekerin duyuşal özelliklerini etkilediği ve daha az tercih edilmesine sebep olduğu düşünülmektedir.

3.4. Mikrobiyolojik analiz sonuçları (Results of microbiological analysis)

Üzüm, dut ve keçi boynuzu jelinde toplam mezofilik aerob bakteri (TMAB) ve küf tespit edilememiştir. Ancak sadece üzüm örneklerinde maya sayısı 1.4×10^2 KOB/g olarak bulunmuştur.

3.5. Duyusal analiz sonuçları (Results of sensory analysis)

Duyusal analizde, panelistler dut, keçi boynuzu ve üzüm pekmezli jeli şekerlerin renk, kıvam, tat, aroma, sertlik-yumuşaklık ve tüm izlenim verilerinden elde edilen sonuçlar varyans analizi ile değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Duyusal analiz sonuçları (Results of sensory evaluation.)

Şekil 2'de verilen duyuşal değerlendirmede sertlik-yumuşaklık ve kıvam değerleri üç örnekte de birbirine çok yakın bulunmuştur. İstatistiksel analiz sonucunda; kıvam, tat, aroma, renk, sertlik-yumuşaklık ve tüm izlenim parametrelerinde önemli ölçüde farklılık görülmüştür ($p \leq 0.05$). Keçi boynuzu jelinin şeker analizi sonucunda, glukoz ve fruktoz oranı diğer pekmez jeli şekerlerinin yarı değerinde, sukroz oranı ise yaklaşık iki katı bulunmuştur. Bu sonuç duyuşal analize yansımış ve keçi boynuzu jeli şekerinin tat bakımından diğerlerine göre daha az beğenilmesine sebep olmuştur. Tüm izlenim sonucunda ise duyuşal olarak üzüm pekmezi jeli en beğenilen özelliklere sahip olurken bunu sırasıyla dut ve keçi boynuzu pekmez jeli şekerleri takip etmiştir.

4. Sonuç ve Tartışma (Result and Discussion)

Günlük diyetinde, bal, pekmez ve meyve gibi doğal ürünlerden alınan serbest fruktozun yüksek fruktozlu mısır şurubundan (YFMŞ) alınan fruktoz ile aynı olumsuz metabolik etkiye sahip olmadığı yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Kimyasal olarak aynı yapıya sahip olsalar da YFMŞ'undaki fruktoz ile meyve ve balda doğal olarak bulunan fruktoz aynı değildir (Tappy vd., 2010). Yapılan araştırmalarda enerjinin %13'ünün fruktozla tatlandırılmış içeceklerden veya %50 glukoz + %50 fruktoz ile tatlandırılmış içeceklerden oluşan bir beslenme programını üç hafta boyunca tüketen sağlıklı genç erkeklerde, bel/kalça oranının arttığı gözlenmiştir (Aeberli, vd., 2011).

Agar-agar jelleştirici, yoğunlaştırıcı, süspansiyon haline getirici özellikleriyle reçel, marmelat, krema, jöle yapımında, dondurmacılıkta kristal oluşumunu engelleyici olarak kullanılmaktadır (Soeder, 1976). Tekstür analizi sonuçlarına göre; sığır jelatini ilaveli şekerlemelerin daha sıkı ve sert bir yapıya sahip olduğu, agar ile hazırlanan örneklerin ise elastikiyetinin daha zayıf ve deforme olabilen bir yapı aldığı görülmüştür. (Haug ve Draget, 2009). Ancak agar- agarın jelleştirici ajan olarak kullanılması vejetaryanlar ve müslümanlar gibi spesifik kesimlere de hitap etmesinden dolayı sığır jelatine önemli bir alternatiftir.

Çalışmamızda organik pekmez (üzüm, dut, keçiyoynuzu) ve bitkisel kökenli bazı kırmızı deniz yosunlarından (Gelidiaceae, Sphaerococcaceae ve Rhodophyceae) elde edilen özüt olan agar-agar kullanılmıştır. Bu bağlamda pekmez jeli şekerleri ticari olarak üretilen şekerlemelerden içerik bakımından daha avantajlıdır ve iyi bir doğal ürün alternatifi olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla elde edilen pekmez jeli şekerlerinin diğer jeli şeker ürünlerinden ayrı olarak daha sağlıklı bir atıştırılabilir şekerleme kategorisinde değerlendirilebilir. Formülasyonda belirtilen pekmez örneklerinin şeker içeriği ve jelleştirici (agar-agar) çeşidinin jeli şekerde tekstür, aroma salınımı ve duyuşsal algı üzerine farklı etkilerinin olduğu görülmüştür. Üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmez çeşitlerinin ve pekmez içerisine ilave edilen saf suyun (%35) üretimde kullanılması, son ürünün şeker içeriği ve su aktivitesi özelliklerini etkilemiştir. Üzüm, dut ve keçiyoynuzu pekmezli jeli-şekerlerin vitamin ve antioksidan açısından zenginleştirilmesiyle besleyici bir nitelik kazandığı görülmüştür. Yapılan kimyasal analizler (fenolik madde miktarı, DPPH, askorbik asit ve HMF miktarı) ve tekstür analizi sonuçları bakımından keçiyoynuzu jeli şekerine öne çıkmaktadır. Aynı zamanda yapılan duyuşsal analiz sonuçlarına dayanarak ürün albenisinin ve tüketici tercihinin de yüksek olacağı öngörülmektedir. Ancak keçiyoynuzu jeli şekerinin şeker içeriğinin farklı olmasına bağlı olarak üzüm ve dut pekmezi jeli şekerleri kadar tercih edilmemiştir.

Sonuç olarak; bu çalışmada elde edilen veriler, üretilen ürünlerin endüstriyel uygulanabilirliği olduğunu ortaya koymaktadır. Şeker ilave edilmeden üretilen, doğal şeker içeriğine sahip organik pekmezler kullanılarak jeli şeker üretimi üzerine daha fazla araştırma yapılması, geliştirilmesi önerilmektedir.

Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışmada; 1139B411900214 numaralı TÜBİTAK 2209-B. Üniversite Öğrencileri Sanayiye Yönelik Araştırma Projeleri ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- Aeberli, I., Gerber, P. A., Hochuli, M., Kohler, S., Haile, S. R., GouniBerthold, I. 2011., Low to moderate sugar-sweetened beverage consumption impairs glucose and lipid metabolism and promotes inflammation in healthy young men: a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94(2), 479-485.
- Anonim, 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC*. Gaithersburg, Md.: AOAC International.
- Anonim, 2021. (Türk Gıda Kodeksi Üzüm Pekmezi Tebliği, Tebliğ no. 2007/27. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/06/20070615-6.htm>. Erişim Tarihi: 20.01.2020.
- Boran, G., 2011. Bir Gıda Katkısı Olarak Jelatin: Yapısı, Özellikleri, Üretimi, Kullanımı ve Kalitesi. *Gıda*, 36, 2: 97-104.
- Çipil, H., Demircioğlu, S., 2016. Demir Eksikliği Anemisi. *Türkiye Klinikleri J Fam Med-Special Topics*. 7. 34-37.
- Demiray, E., Y. Tulek, Y. Yılmaz, 2013. Degradation Kinetics of Lycopene, β -Carotene and Ascorbic Acid in Tomatoes During Hot Air Drying, *LWT- Food Science and Technology*, 50,1: 172-176.
- Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., Sahin, S., 2010. Rheological Properties of Gluten-Free Bread Formulations, *J. of Food Engineering*, 96, 2: 295-303.
- Dorman, H. J. D., Peltoketo, A., Hiltunen, R. and Tikkanen, M. J., 2003. Characterization of the Antioxidant Properties of De-Odourised Aqueous Extracts from Selected Lamiaceae Herbs. *Food Chemistry*, 83, 255-262.
- Dorn, G.A., Savenkova, T.V., Sidorova, O.S., Golub, O.V., 2015. Confectionery goods for healthy diet. *Foods Rsu aktivitesi Mater*, 3(1): 70-76.
- Doymaz, İ., Özdemir, Ö., 2014. Effect of Air Temperature, Slice Thickness and Pretreatment on Drying and Rehydration of Tomato, *International Journal of Food Science & Technology*, 49, 2: 558-564.
- Godhwani, T., Chhajed, M., Chhajed, A., Tiwari, D., 2012. Formulation Development and Evaluation of Unit Moulded Semisolid Jelly for Oral Administration as a Calcium Supplement, *World Journal of Pharmaceutical Research*, Vol 1: 626-634.
- Güneş, R., Palabıyık, İ., Kurultay, Ş., 2018. Şekerleme Teknolojisinde Fonksiyonel Ürün Üretimi, *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 43, 6: 984-1001.
- Haug, I.J., Draget, K.I., 2009. *Handbook of Hydrocolloids* (Second edition, Edited by G.O Phillips and PA Williams), UK. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, No. 173, 948.

- US 5626896 A, 1997. Method for making liquid centered jelly candies, owned by A.E. Staley Manufacturing Co., invented by Carl O. Moore, James R. Dial.
- Uysal Seçkin, G., Taşeri, L. 2015. Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 21(9), 414-420, (Pamukkale Gıda Sempozyumu III Özel Sayısı)
- Nunez-Mancilla, Y., A. Vega-Galvez, M. Perez-Won, L. Zura, P. Garcia-Segovia K. Di Scala., 2014. Effect of Osmotic Dehydration under High Hydrostatic Pressure on Microstructure, Functional Properties and Bioactive Compounds of Strsu aktivitesiberry (*Fragaria Vesca*), *Food and Bioprocess Technology*, 7, 2: 516-524.
- Parnell, W., Wilson, N., Alexander, D., Wohlers, M., Williden, M., Mann, J., Gray, A., 2007. Exploring the Relationship Between Sugars and Obesity, *Public Health Nutr.*, 11: 860-866.
- Soeder, C. J., 1976. Zur verwendung von mikroalgen fur ernahrungszwocke. *Natur- wissenschaften*, (63): 131-138.
- Son Tuncay, Y.S., Bulut, M., 2016. Yaşam Tarzı Olarak Vegan ve Vejetaryenlik, *International Journal of Human Sciences*, 13, 1: 830-843.
- Spanos, G., A.R.E, Wrolstad., 1990. Influence of Processing and Storage on the Phenolic Composition of Thompson Seedless Grape Juice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38, 7: 1565-1571.
- Şimşek, A., Artık, N. (2002), Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine bir araştırma, *Gıda*, 27(5), 1-11.
- Tappy, L., Le, K.A., Tran, C., Paquot, N., 2010. Fructose and metabolic diseases: New findings, new questions. *Nutrition* 26: 1044-1049.
- Yeşilot, Ş., 2017. Tatlı Tehlike Fruktoz, *Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi Ayrıntı*, Cilt 5, Sayı 56.
- Toor, R.K., Savage, G.P., 2006. Effect of Semi-Drying on the Antioxidant Components of Tomatoes, *Food Chemistry*, 94, 1: 90-97.
- Veberic, R.F., Stampar, F., 2005. Quality of Apple Fruits (*Malus domestica*) from Organic Versus Integrated Production, *Information and Technology for Sustainable Fruit and Vegetable Production*, *Frutic*, 5: 12-16.
- Yurdakök, K., İnce, T.O., 2009. Çocuklarda Demir Eksikliği Anemisini Önleme Yaklaşımları, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 52: 224-231.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The Determination of Flavonoit Contents in Mulberry and Their Scavenging Effects on Superoxide Radicals, *Food Chemistry*, 64, 4: 555-559.