

Sürülebilir keçiyoynuzu kreması formülasyonunun karışım deseni ile optimizasyonu

Emine MEMİŞ^{ID}, İsmail TONTUL^{ID}

Cite this article as:

Memiş, E. Tontul, İ. (2021). Sürülebilir keçiyoynuzu kreması formülasyonunun karışım deseni ile optimizasyonu. *Food and Health*, 7(2), 75-83.

<https://doi.org/10.3153/FH21009>

Necmettin Erbakan Üniversitesi,
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü 42090, Konya,
Türkiye

ORCID IDs of the authors:

E.M. 0000-0002-7108-0736

İ.T. 0000-0002-8995-1886

Submitted: 01.06.2020

Revision requested: 15.09.2020

Last revision received: 17.09.2020

Accepted: 18.09.2020

Published online: 13.12.2020

Correspondence:

İsmail TANTUN

E-mail: itontul@erbakan.edu.tr



© 2021 The Author(s)

Available online at
<http://jfhns.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Keçiyoynuzu meyvesi doğal yüksek şeker içeriği nedeniyle birçok ürün formülasyonunda şeker kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca keçiyoynuzu doğal olarak yüksek oranda D-pinitol içermektedir. D-pinitol vücutta glukoz metabolizmasını düzenlemesi ve Tip 2 şeker hastalarının diyetlerinde kullanılabilmesi nedeniyle önem kazanan bir gıda bileşenidir. Bu çalışmada kakao yerine keçiyoynuzu tozu kullanılarak sürülebilir krema üretimi gerçekleştirilmiştir. Literatürde bu amaçla gerçekleştirilmiş çeşitli çalışmalar bulunmasına rağmen bu çalışma kapsamında ilk defa optimizasyon metotları kullanılarak optimum formülasyon belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, formülasyonun duyuşal özellikler üzerine önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Kıvam dışındaki tüm duyuşal parametrelerin şeker şurubu oranının artışı ile artış gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek genel beğeni (>7) puanları sağlayan formülasyonun %29 keçiyoynuzu unu, %32 şeker şurubu ve %24 bitkisel yağ olduğu hesaplanmıştır. L*, b* ve DPPH radikal süpürücü aktivite değerlerinin istatistiksel olarak modellenemediği tespit edilmiştir. a* ve toplam fenolik madde miktarı ile formülasyonda keçiyoynuzu unu oranı artmasına bağlı olarak artmıştır. Sonuç olarak duyuşal özellikler ve toplam fenolik madde miktarını maksimize eden formülasyon %25 keçiyoynuzu unu, %39.3 şeker şurubu ve %20,7 bitkisel yağ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Keçiyoynuzu unu, Optimizasyon, Duyuşal özellikler, Toplam fenolik madde miktarı, Çekicilik fonksiyonu

ABSTRACT

Optimization of spreadable carob cream formulation with mixture design

Carob is used as a source of sugar in many product formulations due to its naturally high sugar content. In addition, carob naturally contains a high content of D-pinitol. D-pinitol is an important food ingredient since it regulates glucose metabolism in the body and can be used in the diets of Type 2 diabetic patients. In this study, spreadable cream was produced using carob powder instead of cocoa. Although there are various studies carried out for this purpose in the literature, the optimum formulation was determined for the first time in this study by using optimization methods. The results of the study showed that the formulation has a significant effect on sensorial properties. It was determined that all sensory parameters except consistency increased with increasing sugar syrup ratio. The formulation, which provides the highest overall acceptability (>7), was calculated as 29% carob flour, 32% sugar syrup and 24% fat. It was determined that L*, b* and DPPH radical scavenging activity values could not be statistically modelled. a* and total phenolic content of samples was increased by increment of carob flour in the formulation. As a result, the formulation that maximizes sensorial properties and total phenolic content was calculated as 25% carob flour, 39.3% sugar syrup and 20.7% fat.

Keywords: Carob flour, Optimisation, Sensorial properties, Total phenolic content, Desirability function

Giriş

Gelişen teknoloji ve değişen yaşam tarzı ile birlikte beslenme alışkanlıklarında görülen değişimler, tüketicilerin hazır gıdalara yönelmesini artırmıştır. Bu yönelim ile birlikte günün ilk öğünü olan kahvaltıda sürülebilir ürün olarak çikolata ve benzeri ürünler tüketimi önemli düzeyde artış göstermiştir. Çikolata ve benzeri ürünlerin üretiminde kullanılan kakao yüksek oranda kafein içerdiğinden dolayı migren, anksiyete ve yüksek nabız gibi sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra kakao çekirdeğinin maliyetinin yüksek olması gibi nedenler de dezavantajlar oluşturmaktadır (Aydın 2017). Bunun için hem kakaoya göre daha az maliyetli olduğu hem de sağlık sorunlarını oluşturmadığı için kakao ikamesi olarak keçiyoynuzu ununun kullanılabilirliği düşünülmektedir. Böylelikle de kakao tüketimi sonucunda rahatsızlık yaşayan kişiler için de bir alternatif oluşturulması mümkün olabilecektir.

Keçiyoynuzu, Akdeniz ikliminin görüldüğü ülkelerde yetişen ve Baklagiller familyasından bir bitkidir. Hem yabani hem de aşıllı tipleri bulunan keçiyoynuzu yüksek oranda şeker (başta sakaroz olmak üzere) ve diyet lif içermektedir. Ayrıca yoğun mineral içeriğine sahiptir (Pazır ve Alper 2016). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'na göre keçiyoynuzu potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, selenyum, demir ve bakır içermektedir (Anonim 2019). Ticari değeri düşünüldüğünde keçiyoynuzunun en önemli bileşenlerinden birisi çekirdeklerden elde edilen ve kıvam artırıcı olarak kullanılan zamktır. İnsan sağlığı açısından değerlendirildiğinde ise en önemli bileşen D-pinitol olup kuru maddede konsantrasyonu %2.8 ile 11 arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir (Camerero ve Merino 2004; Karhan vd 2010). D-pinitol insan vücudunda insülin gibi davranarak kan şekerini düzenlemektedir. Bu nedenle diyabet hastalarında takviye edici olarak kullanılması tavsiye edilmektedir. Nitekim, 30 adet tip 2 diyabet hastası ile gerçekleştirilen plasebo kontrollü bir denemede 13 hafta boyunca 600 mg D-pinitol preparatları tüketen grubun plazma glikoz miktarı ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) seviyeleri plasebo tüketen gruba göre daha düşük olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma D-pinitolün hem diyabete karşı hem de kardiyovasküler hastalıklara karşı olumlu etkileri olduğunu göstermiştir (Kim vd 2005). Bunun dışında keçiyoynuzunun yüksek diyet lif ve fenolik madde içeriği nedeniyle birçok sağlığa faydalı etkisinin olduğu bildirilmektedir (Gübbük vd 2015).

Keçiyoynuzu çekirdeği nedeniyle oldukça fazla işlenen ancak meyve eti yeterince işlenemeyen bir üründür. Meyve eti geleneksel olarak pekmez üretiminde kullanılmaktadır. Meyvenin sağlığa faydalı etkilerinden dolayı birçok farklı üründe çeşni olarak un haline getirildikten sonra ya da keçiyoynuzu

pekmezinin doğrudan kullanılmasını konu alan birçok çalışma yayınlanmıştır. Nitekim keçiyoynuzu unu ve pekmezi kullanılarak süt karışımları (Baykal vd 2018), yoğurt (Çelik vd 2018), kek (Berk vd 2017), makarna (Hallaç 2016), dondurma (Badem 2006) ve pestil (Taş vd 2018) gibi birçok farklı ürün üretimi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca keçiyoynuzu meyvesinden şeker şurubu (Yalım Kaya 2010) ve konsantre D-pinitol (Oziyci vd 2015, Alper 2016) üretimini konu alan çeşitli çalışmalar da bulunmaktadır. Keçiyoynuzu tozu kakao tozuna kıyasla düşük yağ (kakao yağ içeriği %23) ve yüksek lif (kakao lif içeriği %5) içeriği ile kafeinsiz olması nedeniyle önem arz etmektedir (Gübbük vd 2015). Bu nedenle bu çalışma kapsamında keçiyoynuzu unu kullanılarak sürülebilir krema üretimi gerçekleştirilmiştir.

Sürülebilir kremalar özellikle çocuk ve gençler tarafından yaygın olarak tüketilen ürünlerdir. Genellikle kakao ile hazırlanan bu kremalar ayrıca, şeker (ya da şeker şurubu), yağ, emülgatörler ve aroma maddeleri de içermektedir. Literatürde kakaodan üretilen sürülebilir kremalara alternatif ürünlerin üretimini konu alan bazı çalışmalar yayınlanmıştır. Shiehzhadeh (2019) sürülebilir çikolata üretiminde keçiyoynuzu tozu, tereyağı ve zeytinyağı kullanımını araştırmıştır. Çalışma sonuçlarına göre kakao ve pudra şekerinin tamamının keçiyoynuzu tozu ile değiştirilmesi duyuşsal özellikleri oldukça kötü etkilemiştir. Bu durum bileşen oranlarının optimize edilmemesinden kaynaklanmış olabilir. Aydın (2011) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise iki farklı yöntemle sürülebilir keçiyoynuzu kreması üretilmiştir. Dolgu kreması, süt tozu, soya unu, lesitin ve fındık püresi ile üretilen sürülebilir ürünün keçiyoynuzu unu ve pekmezi ile üretilen ürüne göre daha iyi duyuşsal özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Racolta vd (2014) ayçekirdeği, şeker, bitkisel margarin ve lesitin ile sürülebilir kakao ve keçiyoynuzu kreması üretmişlerdir. Kakao ile üretilmiş ürünün protein miktarı, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi keçiyoynuzu ile üretilmiş örneğe göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada; literatürden farklı olarak ilk kez karışım deseni kullanılarak keçiyoynuzu formülasyonu optimize edilmiştir. Bu amaçla farklı oranlarda keçiyoynuzu unu, glikoz şurubu ve bitkisel margarin kullanılarak 16 farklı formülasyonla sürülebilir keçiyoynuzu kreması üretilmiştir. Üretilen keçiyoynuzu kremasının renk, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir. Bu veriler kullanılarak en uygun keçiyoynuzu formülasyonu belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada hammadde olarak keçiyoynuzu unu (Tito, İstanbul), lesitin (Tito, İstanbul), glikoz şurubu (Metro Chef, İstanbul), süt tozu (Dr. Gusto, İstanbul), bitkisel yağ (ayçiçek, pamuk, palm, kanola, keten tohumu yağları, su, yağsız pastörize süt, bitkisel yağ asitlerinin mono ve digliseritleri, ayçiçek ve soya lesitini, tuz, potasyum sorbat, sitrik asit, A ve D vitamini, beta karoten, aroma verici içermektedir. Bizim, İstanbul) fındık (Metro Chef, İstanbul) kullanılmıştır. Fındık yüksek hızlı blenderda çekilerek püreye işlenmiştir. Analizlerde kullanılan kimyasallar (Folin-Ciocalteu ajanı, 2,2-difenil pikrilhidrazil, sodyum hidroksit, troloks, etanol) Merck (Almanya) firmasından temin edilmiştir.

Deneme Deseni

Keçiyoynuzu kreması üretiminde formülasyona giren ana hammaddeler olan keçiyoynuzu unu, şeker şurubu ve margarin miktarı Merkezlenmiş Simpleks Kafes karışım desenine göre optimize edilmiştir. Her bir hammadde için karışım desenine girilen alt ve üst limitler ön denemelerle belirlenmiştir. Çalışmada keçiyoynuzu unu oranı %20 ile 55, şeker şurubu oranı %10 ile %40 ve margarin oranı ise %20 ile %40 arasında denenmiştir. Bu alt ve üst limitler kullanılarak deneme deseni Design Expert 10 (Stat Ease, MN, ABD) yazılımı ile oluşturulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Deneme deseni

Table 1. Trial Design

| Deneme No | Keçiyoynuzu | Şeker şurubu | Margarin |
|-----------|-------------|--------------|----------|
| 1 | 25.00 | 40.00 | 20.00 |
| 2 | 25.00 | 30.07 | 29.93 |
| 3 | 33.82 | 20.93 | 30.25 |
| 4 | 31.98 | 13.02 | 40.00 |
| 5 | 47.37 | 10.00 | 27.63 |
| 6 | 39.98 | 10.00 | 35.02 |
| 7 | 25.00 | 30.07 | 29.93 |
| 8 | 25.00 | 40.00 | 20.00 |
| 9 | 25.00 | 20.00 | 40.00 |
| 10 | 31.09 | 31.98 | 21.93 |
| 11 | 39.32 | 25.68 | 20.00 |
| 12 | 47.32 | 17.68 | 20.00 |
| 13 | 39.32 | 25.68 | 20.00 |
| 14 | 55.00 | 10.00 | 20.00 |
| 15 | 33.82 | 20.93 | 30.25 |
| 16 | 55.00 | 10.00 | 20.00 |

Keçiyoynuzu Kreması Üretimi

Sürülebilir keçiyoynuzu kreması için ana hammadde olarak keçiyoynuzu unu (%20-%40), bitkisel margarin (%20-40), glikoz şurubu (%10-40); minör bileşenler olarak süt tozu (%10), lesitin (%1) ve fındık püresi (%4) kullanılmıştır. Üretimde ilk olarak ürünlerin tartımı yapılmıştır. Ardından bitkisel yağ eritilip üzerine geriye kalan diğer tüm maddeler eklenerek bir mikser (Hobart, ABD) yardımıyla, her biri 500 gram olacak şekilde mikserin 2. derece hızında 5 dakika karıştırılarak sürülebilir keçiyoynuzu kremaları üretilmiştir.

Duyusal Analiz

Hedonik skala yöntemi kullanılarak Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisans öğrencisi 15 yarı eğitimli panelist (10 kız ve 5 erkek) ile duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Örnek sayısı çok fazla olduğu için 4 ardaşık günde, her gün saat 10.30'da 4 örnek olacak şekilde analiz yapılmıştır. Örnekler taze ekmek ile servis edilmiş ve panelistlerden örneklerin renk, tat, koku, görünüş, kıvam ve genel beğeni özelliklerini 1 (hiç beğenmedim) ve 9 (çok beğendim) arasında puanlaması istenmiştir. Analiz beyaz ışık altında gerçekleştirilmiş ve örnekler arasında panelistlerin tadı nötrlemesi için su servis edilmiştir.

Renk Analizi

Örneklerin her birinin renk özellikleri, Konica-Minolta (CR 400, Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak L*, a* ve b* şeklinde ölçülmüştür. Bu amaçla örnekler cihazın cam ölçüm kabına tabanda hava kalmayacak şekilde yayılmış ve her bir için 10 ölçüm gerçekleştirilmiştir. Örneklerin renk değerleri bu 10 ölçümün ortalaması şeklinde raporlanmıştır.

Toplam Fenolik Madde Tayini

Fenolik ekstraktları hazırlanmadan önce yağ uzaklaştırma işlemi uygulanmıştır. Bu işlemde 5 g krema üzerine 25 mL hekzan ilave edilmiş ve 30 dakika boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra filtrelenecek sıvı faz uzaklaştırılmış ve kalıntı hekzan ile tekrar muamele edilmiştir. Hekzanla muamele toplam 3 kere uygulanmıştır. Daha sonra kalıntıdan 1 gram örnek falkon tüplerine alınmış ve üzerine 19 mL %80 alkol ilave edildikten sonra 40°C su banyosunda 4 saat karıştırılmıştır. Ekstraksiyon sonunda sıvı kısım filtrasyonla ayrılmış ve toplam fenolik madde ve DPPH radikal süpürücü aktivite analizlerinde kullanılmak üzere -18°C'de depolanmıştır.

Seyreltilmiş örnekten 2 paralel olacak şekilde 500 µL tüplere alınarak üzerine sırasıyla 2.0 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi (0.2 N) ve 2.5 mL sodyum karbonat çözeltisi (%7.5) eklenmiştir. Vorteksleme işlemi yapıldıktan sonra su banyosunda 50°C'de 5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 20 dakika oda

sıcaklığında bekletilmiş ve spektrofotometrede 760 nm’de ölçülmüştür. Absorbans değerleri kullanılarak gallik asit ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi yardımıyla g gallik asit eşdeğeri/kg (g GAE/kg) olarak hesaplanmıştır (Tontul 2017).

Antioksidan Tayini

Seyreltilen örnek ekstraktından 50 µL tüplere alınarak üzerine 950 µL DPPH çözeltisi (60 µM) eklenmiştir. Daha sonra karanlık bir ortamda 30 dakika bekletilmiş ve spektrofotometrede 517 nm’de ölçülmüştür. Absorbans değerleri kullanılarak trolox asit ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi yardımıyla g trolox eşdeğeri/kg (g TE/kg) olarak hesaplanmıştır (Tontul 2017).

İstatistiksel Analiz

Deneme deseni göre üretilmiş formülasyonlarda duyuşsal analiz, renk, toplam fenolik madde miktarı ve DPPH radikal süpürücü aktivite analizleri gerçekleştirilmiştir. Her bir analiz sonucu cevap olarak kabul edilerek Design Expert 10 yazılımı ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Her bir cevap doğrusal (Eşitlik 1), kuadratik, kübik ve özel kuartik modele göre analiz edilmiş ve en uygun model p değeri, uyum eksikliği değeri (*lack-of-fit*) ve regresyon katsayısı değerlerine göre belirlenmiştir. Bu analizlerde p değeri istatistiksel olarak önemli (p<0,05), uyum eksikliği değeri istatistiksel olarak önemsiz (p>0,05) ve regresyon değerleri 1’e ve birbirine yakın olan model en uygun model olarak değerlendirilmiştir. Modelin tahmin gücünü ve regresyon katsayısını değerlerini arttırmak için en uygun modelde bulunan istatistiksel olarak önemsiz (p>0,05) olan katsayılar modelde indirgenmiştir. Daha sonra her bir cevap için elde edilen eşitlikler 3 boyutlu yüzey grafikleri oluşturulmuştur.

Varyans analiz sonucunda elde edilen modeller ve katsayılar kullanılarak optimum formülasyon hesaplanmıştır. Bu hesaplama çekicilik (*desirability*) fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Optimizasyonda duyuşsal özellikleri, toplam fenolik madde miktarını ve DPPH radikal süpürücü aktiviteyi maksimize eden ve renk değerlerini ise belirli aralıkta tutan (L değeri 26-28; a değeri 1-2; b değeri (-)1-0) şartlar optimum formülasyon olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda belirlenen optimum formülasyon kullanılarak 3 tekerrürlü üretim gerçekleştirilmiş ve teorik optimum cevaplar ile deneysel olarak belirlenmiş cevaplar karşılaştırılmıştır. Doğrulama çalışmalarında teorik ve deneysel verilerin uyumluluğu %sapma değeri (Eşitlik 1) ile belirlenmiştir. %sapma değerinin küçük olması teorik ve deneysel verilerin uyumlu göstermektedir.

$$\% \text{ sapma} = (\text{Deneysel değer-teorik değer}) / \text{teorik değer} \times 100 \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Bulgular ve Tartışma

Duyusal Analiz

Farklı oranda keçiyoynuzu unu, şeker şurubu ve bitkisel yağ kullanılarak üretilen sürülebilir keçiyoynuzu kremalarının duyuşsal analiz sonuçları Tablo 2’ de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre tüm duyuşsal özelliklerin formülasyona bağlı olarak önemli değişim gösterdiği belirlenmiştir. Nitekim, tat, koku ve görünüş özellikleri doğrusal model ile renk, kıvam ve genel beğeni özelliklerinin ise özel kuartik model ile tahminlenebileceği belirlenmiştir.

Duyusal renk değerleri 4.1 ile 7.5 arasında değişim göstermiştir (Tablo 2). Duyusal renk değerini tahminleyen denklem Eşitlik 2’de verilmiştir.

Duyusal renk =

$$5.0 \times A + 7.5 \times B + 6.32 \times C - 5.86 \times AB + -95,54 \times ABC^2 \quad (\text{Eşitlik 2})$$

(Bu eşitlikte A: keçiyoynuzu ununu, B: şeker şurubunu, C: bitkisel yağı temsil etmektedir.)

Eşitlik 2’de görüldüğü üzere renk üzerine en etkili doğrusal faktörün şeker şurubu ve bunu sırasıyla bitkisel yağ ve keçiyoynuzu ununun izlediği belirlenmiştir. Bu eşitliğe göre oluşturulan kontur grafiği Şekil 1a’da sunulmuştur. Formülasyonda şeker şurubu konsantrasyonunun artışı duyuşsal renk değerlerinde artışa neden olmuştur. Bu durumun şeker şurubu artışına bağlı olarak elde edilen keçiyoynuzu kremalarının parlaklığının artması ile ilişki olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca yüksek oranda keçiyoynuzu unu içeren formülasyonun duyuşsal renk değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Keçiyoynuzu unu oranının artması sonucu kuru bileşen oranının artışına bağlı olarak renkte meydana gelen opaklaşmanın duyuşsal renk değerinde azalmaya neden olduğu düşünülmektedir. Keçiyoynuzu unu oranının %35, şeker şurubu oranının %17 ve margarin oranının %33 olduğu durumda ise en düşük duyuşsal renk puanları elde edilmiştir.

Farklı formülasyonlarla üretilen keçiyoynuzu kremalarının duyuşsal tat puanları 2.9 ile 7.8 arasında ve duyuşsal koku puanları 4.4 ile 6.9 arasında belirlenmiştir (Tablo 2). Örneklere ait duyuşsal tat ve duyuşsal koku değerlerini en iyi ifade eden model doğrusal model olarak tespit edilmiştir (Eşitlik 3 ve 4).

$$\text{Duyusal tat} = 3.33 \times A + 7.38 \times B + 4.59 \times C \quad (\text{Eşitlik 3})$$

$$\text{Duyusal koku} = 4.18 \times A + 6.67 \times B + 5.33 \times C \quad (\text{Eşitlik 4})$$

(Bu eşitliklerde A: keçiyoynuzu ununu, B: şeker şurubunu, C: bitkisel yağı temsil etmektedir.)

Tablo 2. Farklı formülasyonlara üretilen keçiyoynuzu kremalarının özellikleri**Table 2.** Properties of spreadable carob cream at different formulations

| Deneme No | Renk | Tat | Koku | Görünüş | Kıvam | Genel Beğeni | L | a | b | Toplam Fenolik Madde Miktarı (g GAE/ kg) | DPPH radikal süpürücü aktivite (g TEAA/kg) |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|----------|---------|----------|--|--|
| 1 | 7.4±2.0 | 7.3±1.2 | 6.8±1.2 | 7.3±1.7 | 6.3±1.9 | 7.1±1.4 | 26.8±5.1 | 0.5±0.5 | -1.6±1.2 | 21.4±0.3 | 19.2±0.5 |
| 2 | 7.5±1.8 | 7.8±1.2 | 6.9±1.4 | 7.1±1.8 | 6.9±1.5 | 7.5±1.2 | 25.1±1.8 | 0.6±0.2 | -2.4±0.3 | 19.5±0.2 | 17.3±0.0 |
| 3 | 4.9±2.0 | 4.8±1.7 | 5.6±1.5 | 3.6±1.7 | 5.1±1.4 | 4.8±1.0 | 31.0±1.9 | 0.4±0.1 | -0.7±0.6 | 25.1±0.7 | 21.9±0.4 |
| 4 | 4.3±1.8 | 3.4±1.5 | 4.5±1.6 | 3.2±1.5 | 3.1±1.5 | 3.4±1.1 | 31.3±2.3 | 0.9±0.2 | 0.2±0.2 | 23.5±1.4 | 22.3±0.7 |
| 5 | 5.4±2.2 | 2.9±1.9 | 4.6±1.8 | 2.6±1.4 | 2.5±1.4 | 3.3±1.6 | 35.1±0.6 | 1.0±0.0 | 0.4±0.1 | 28.3±1.2 | 27.3±0.5 |
| 6 | 6.0±2.7 | 4.1±2.6 | 5.1±2.2 | 4.4±2.7 | 4.3±3.0 | 4.6±2.7 | 33.4±0.5 | 0.9±0.0 | 0.2±0.1 | 24.8±0.5 | 25.3±0.6 |
| 7 | 6.8±2.2 | 6.6±1.9 | 6.2±1.7 | 6.5±1.9 | 6.9±1.9 | 6.8±1.9 | 22.7±4.7 | 1.8±0.4 | 1.5±0.6 | 19.5±1.0 | 19.3±0.5 |
| 8 | 7.0±2.1 | 6.7±2.0 | 6.4±1.8 | 6.6±2.1 | 6.9±1.7 | 6.8±1.9 | 21.4±3.2 | 2.0±0.4 | 1.8±0.5 | 17.3±1.3 | 17.1±0.4 |
| 9 | 6.8±1.9 | 6.5±1.6 | 6.3±2.1 | 7.0±1.5 | 7.5±1.5 | 7.±01.4 | 30.8±0.6 | 0.6±0.0 | -0.5±0.1 | 20.7±0.1 | 20.1±0.6 |
| 10 | 7.0±1.8 | 7.2±1.5 | 6.5±2.1 | 7.0±1.6 | 7.2±1.4 | 7.1±1.7 | 21.5±3.5 | 1.4±0.4 | 1.6±0.4 | 20.1±1.1 | 18.8±0.3 |
| 11 | 4.8±2.1 | 4.4±1.8 | 4.9±2.3 | 3.3±1.5 | 3.8±1.9 | 4.4±1.5 | 33.6±1.8 | 0.7±0.1 | 0.3±0.1 | 20.8±1.5 | 22.4±0.0 |
| 12 | 4.1±2.4 | 4.2±2.5 | 4.8±2.4 | 2.5±1.9 | 2.6±2.3 | 3.4±1.9 | 28.8±0.7 | 1.5±0.1 | 1.2±0.1 | 29.5±2.7 | 27.3±0.7 |
| 13 | 4.5±2.0 | 5.1±1.7 | 5.3±1.4 | 5.1±2.2 | 4.7±1.9 | 5.3±1.4 | 31.6±0.8 | 0.7±0.1 | 0.0±0.1 | 25.2±0.5 | 26.6±0.4 |
| 14 | 4.8±2.5 | 4.0±2.0 | 4.4±1.8 | 2.5±1.7 | 2.2±1.7 | 3.8±2.0 | 31.0±0.3 | 4.4±0.3 | 5.4±0.7 | 31.4±2.3 | 24.4±0.2 |
| 15 | 4.7±2.3 | 4.9±1.4 | 4.4±1.7 | 4.4±2.0 | 4.6±2.2 | 4.8±1.1 | 30.6±1.8 | 0.6±0.3 | -0.1±1.0 | 23.6±1.0 | 26.1±0.0 |
| 16 | 5.4±2.2 | 4.3±2.0 | 4.5±1.5 | 2.5±1.5 | 2.1±1.2 | 3.9±1.5 | 30.6±0.3 | 4.4±0.3 | 5.9±0.4 | 24.7±6.9 | 22.6±0.4 |

Ortalama ± standart sapma

Duyusal tat ve duyuşsal koku puanları üzerine en etkili faktör şeker şurubu olarak belirlenmiştir. Keçiyoynuzu unu ise duyuşsal tat ve koku puanlarını düşürmüştür (Eşitlik 3). Şekil 1b ve 1c'de verilen kontur grafiğine göre formülasyonda keçiyoynuzu ununun şeker şurubu ile ikame edilmesi duyuşsal tat ve duyuşsal koku değerinde doğrusal bir artışa neden olmuştur. Benzer şekilde, Aydın (2012) bisküvilerde kullanılan keçiyoynuzu unu oranının %5' ten %30' a yükseltilmesi ile hem koku hem de tat puanlarında düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumun keçiyoynuzunun kendisine has tat ve kokusundan, keçiyoynuzunda bulunan acımsı tannenlerden ve keçiyoynuzu ilavesi ile tatlılığın azalmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Fidan vd (2019) keçiyoynuzu unu ilavesi ile üretilen pandispanya keklerin duyuşsal tatlılık değerlerinin şeker ile ikame oranının artmasına bağlı olarak arttığını bildirmiştir. Duyusal tat sonuçları arasındaki farklılığın üretilen ürünlerdeki farklılıktan ve keçiyoynuzu ununa uygulanan ön işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak duyuşsal koku puanları benzer şekilde keçiyoynuzu oranının artmasına bağlı olarak düşüş göstermiştir (Fidan vd., 2019).

Keçiyoynuzu unu, şeker şurubu ve bitkisel yağ oranlarının duyuşsal görünüş üzerine önemli düzeyde etkisi olduğu ve formülasyona bağlı olarak duyuşsal görünüş puanlarının 2.5-7.3 arasında değişim gösterdiği gözlenmiştir. Eşitlik 5'te duyuşsal görünüş puanlarını tahminleyen eşitlik sunulmuştur (Eşitlik 5).

$$\text{Duyusal görünüş} = 1.9 \times A + 7.05 \times B + 5.14 \times C \quad (\text{Eşitlik 5})$$

(Bu eşitlikte A: keçiyoynuzu ununu, B: şeker şurubunu, C: bitkisel yağ temsil etmektedir.)

Duyusal renk değerlendirmesine paralel şekilde duyuşsal görünüş puanlarının formülasyondaki şeker şurubunun artışına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Keçiyoynuzu oranının artışı ise duyuşsal görünüş puanlarının dramatik şekilde azalmasına neden olmuştur (Şekil 1d). Bu durumun formülasyona giren sıvı bileşenlerin konsantrasyonun azalmasına bağlı olarak istenen tekstürde ürün elde edilememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim yüksek oranda keçiyoynuzu unu içeren formüllerde tanecikli bir yapı elde edilmiştir.

Sürülebilir ürünlerin en önemli özelliklerinden birisi olan kıvam, ürünün ekmeğe sürülebilirliğinin bir göstergesi olup, az kuvvetle ekmeğe sürülebilmesi ve sürme işleminden sonra ekmeğe üzerinde kalıcı olmalıdır. Farklı formülasyonlara göre üretilen keçiyoynuzu kremalarının kıvam puanları 2.1 ve 7.5 arasında tespit edilmiştir. Duyusal kıvam değerlerinin oldukça yüksek bir regresyon katsayısı ile özel kuartik model ile tahminlenebildiği belirlenmiştir (Eşitlik 6).

$$\text{Duyusal kıvam} =$$

$$1.7 \times A + 6.77 \times B + 7.39 \times C + 502.45 \times A^2BC - 477.28 \times ABC^2 \quad (\text{Eşitlik 6})$$

Kıvam üzerine en etkili faktörün margarin olduğu ve bunu şeker şurubunun izlediği görülmektedir. Bitkisel yağların sürülebilir ürünlerin kıvamı üzerine en etkili faktörlerden olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Aydın 2011). Şeker şurubu da formülasyona sıvı ilavesi sağlaması ve kıvamından ötürü son ürün kıvamını olumlu etkilemiştir. Şekil 1’de verilen kontur grafiğinde görüldüğü üzere formülasyonun kıvam üzerine çok etkili olduğu ve en yüksek kıvam özelliğinin %41 keçiyoynuzu unu, %19 şeker şurubu ve %25 bitkisel yağ ile hazırlanan kremada elde edilebildiği tespit edilmiştir.

Sürülebilir keçiyoynuzu kremalarına ait genel beğeni puanlarının 2.1 ile 7.5 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Eşitlik 7’de verilen denkleme göre şeker şurubu ve bitkisel yağ genel beğeni puanları üzerine en etkili faktörler olduğu tespit edilmiştir.

Genel beğeni=

$$3.1 \times A + 6.93 \times B + 6.69 \times C + 167.99 \times AB^2C - 255.18 \times ABC^2 \quad (\text{Eşitlik 7})$$

Eşitlik 7 kullanılarak oluşturulan kontur grafiği (Şekil 1f) en yüksek genel beğeni (>7) puanları sağlayan formülasyonun %29 keçiyoynuzu unu, %32 şeker şurubu ve %24 bitkisel yağ olduğu belirlenmiştir. Öte yandan %35 keçiyoynuzu unu, %15 şeker şurubu ve %35 bitkisel yağ içeren formülasyon ile üretilen keçiyoynuzu kremaları en düşük genel beğeni puanlarına (<3) sahip olmuştur.

Renk

Farklı oranlarda keçiyoynuzu unu, şeker şurubu ve bitkisel yağ ile üretilen keçiyoynuzu kremalarının L* (21.4 – 35.1), a* (0.4 – 4.4) ve b* (-2.4 – 5.9) değerleri Tablo 2’de verilmiştir. İstatistiksel analizler L* ve b* değerlerinin formülasyona bağlı olarak önemli değişim göstermediğini, bu nedenle model p değeri önemli olsa da regresyon katsayılarının oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.

Örneklere ait a* renk değerlerinin en iyi kuadratik model ile ifade edilebileceği belirlenmiştir. a* değeri üzerine en etkili faktörün keçiyoynuzu unu oranı olduğu bunu sırasıyla şeker şurubu ve margarinin izlediği görülmüştür. Keçiyoynuzu unu × şeker şurubu ve Keçiyoynuzu unu × margarin interaksyonlarının ise a* renk değerini azaltıcı bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. a* renk değerini tahminleyen denklem aşağıda verilmiştir.

$$a^* = 4.05 \times A + 1.37 \times B + 0.88 \times C - 7.37 \times AB - 7.25 \times AC$$

(Bu eşitlikte A: keçiyoynuzu ununu, B: şeker şurubunu, C: bitkisel yağı temsil etmektedir.)

Formülasyona bağlı olarak a renk değeri değişimi Şekil 1g’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere, her bir faktörün orta noktasının kullanıldığı formülasyonlarda en düşük a* renk değeri gözlenirken, formülasyonda herhangi bir bileşenin oranının artışı, a* değerinde artışa neden olmuştur. Bu artış en belirgin olarak keçiyoynuzu ununda gözlenmiştir. Bu durumun keçiyoynuzu ununun kendine has esmer renginden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Keçiyoynuzu ununun çikolata üretiminde %1.5 ile 4.5 oranlarında kakao ikamesi olarak kullanıldığı bir çalışmada, %4,5 oranında ikame en yüksek a* değerlerine neden olmuştur (Parlatır 2019).

Toplam Fenolik Madde Miktarı

Keçiyoynuzu kremalarının toplam fenolik madde miktarı formülasyona bağlı olarak 17.3 g GAE/kg ile 31,4 g GAE/kg arasında değişim göstermiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin toplam fenolik madde miktarının doğrusal model ile modellenilebildiği görülmüştür. Modelin p değeri önemsiz, uyum eksliği değeri önemsiz, regresyon katsayıları ile yüksek olarak belirlenmiştir. Keçiyoynuzu kremalarının toplam fenolik madde içeriğini tahmin eden denklem Eşitlik 8’de sunulmuştur.

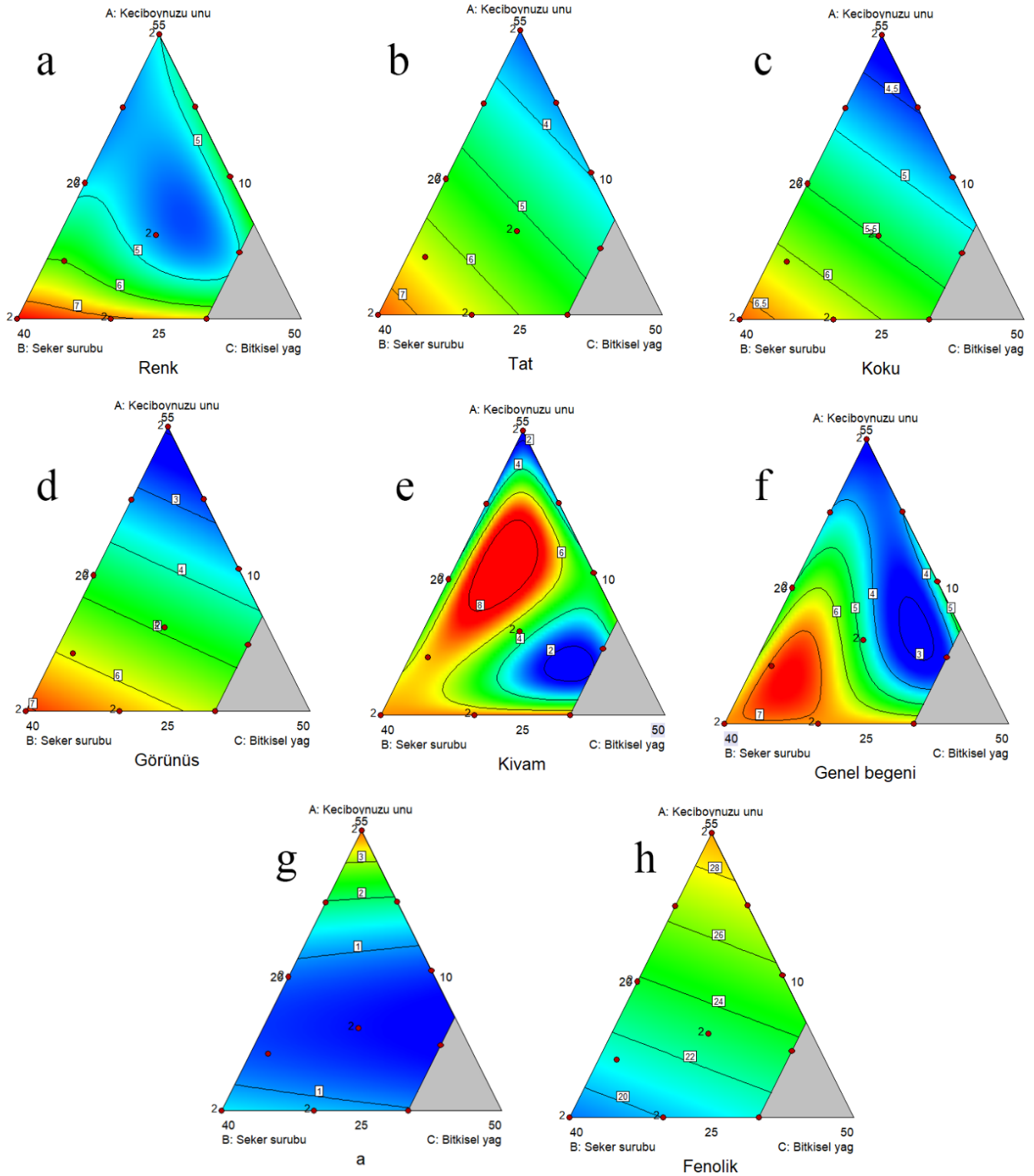
$$\text{Toplam fenolik madde miktarı} = 29.17 \times A + 18.93 \times B + 22.21 \times C \quad (\text{Eşitlik 8})$$

(Bu eşitlikte A: keçiyoynuzu ununu, B: şeker şurubunu, C: bitkisel yağı temsil etmektedir.)

Elde edilen bu eşitlik (Eşitlik 8) kullanılarak oluşturulan kontur grafiği örneklerin toplam fenolik madde içeriğinin temel olarak keçiyoynuzu unu tarafından etkilendiğini göstermiştir. Şeker şurubu ve bitkisel yağın fenolik maddelerce fakir olması ve formülasyondaki asıl fenolik kaynağının keçiyoynuzu unu olması nedeniyle bu beklenen bir durumdur. Benzer sonuçlar keçiyoynuzu unu kullanılarak üretilen farklı ürünlerde de rapor edilmiştir (Aydın 2012, Vitali et al. 2009, Sebecic et al 2007).

DPPH Radikal Süpürücü Aktivite

Örneklere ait DPPH radikal süpürücü aktivite 17.3 ile 27.3 g TE/kg aralığında tespit edilmiştir (Tablo 2). Değişimin göreceli olarak dar bir aralıkta olması nedeniyle varyans analizi sonucunda denenen modellerin regresyon katsayılarının düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç formülasyonda keçiyoynuzu unu artışının DPPH radikal süpürücü aktivite artışında toplam fenolik madde miktarına kıyasla daha düşük etkisi olduğunu göstermiştir. Çalışma sonuçlarına benzer şekilde bisküvilere eklenen keçiyoynuzu unu artışı ile antioksidan aktivite değerlerinde artış olduğu bildirilmiştir (Aydın 2012).



Şekil 1. Sürülebilir keçiyoynuzu kreması formülasyonunun (a) renk, (b) tat, (c) koku, (d) görünüş, (e) kıvam, (f) genel beğeni, (g) a* ve (h) toplam fenolik madde (g/kg) içeriği üzerine etkisi

Figure 1. Effect of formulation on (a) colour, (b) taste, (c) flavour, (d) appearance, (e) consistency, (f) overall acceptance, (g) a* and (h) total phenolic content of spreadable carob cream

Optimizasyon

Çekicilik fonksiyonu kullanılarak duyuşal özellikler ile toplam fenolik madde miktarını maksimize eden optimum keçi-boynuzu kreması formülasyonu belirlenmiştir. En uygun formülasyonun %25 keçi-boynuzu unu, %39.3 şeker şurubu ve %20.7 bitkisel yağ olduğu tespit edilmiştir. Bu formülasyonun teorik olarak 7.5 duyuşal renk puanı, 7.3 duyuşal tat puanı, 6.6 duyuşal koku puanı, 7.0 duyuşal görünüş puanı, 6.8 duyuşal kıvam puanı, 6.9 genel beğeni puanı ve 19.0 g GAE/kg km sağladığı hesaplanmıştır.

Sonuç

Keçi-boynuzu kafein içermemesi ve çeşitli sağlığa faydalı etkileri olan d-pinitol içeriği nedeniyle önemli bir kakao alternatifidir. Ancak endüstriyel kullanımı oldukça sınırlı olan keçi-boynuzunun çeşitli ürünlere işlenmesi amacıyla yürütülen bilimsel çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Nitekim bu çalışmada sürülebilir keçi-boynuzu kreması formülasyonunda ana bileşenler olan keçi-boynuzu unu, şeker şurubu ve bitkisel yağ oranının karışım deseni ile optimizasyonu amaçlanmıştır. Çalışma sonuçları formülasyonda kullanılan bileşenlerin duyuşal özellikler üzerine önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir. Genel olarak şeker şurubu oranının artması renk, tat, koku, görünüş ve genel beğeni puanlarının arttığı tespit edilmiştir. Ancak istenen kıvamda ürün üretimi için, üç bileşen oranının dikkatli seçilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Renk değerlerinden yalnızca a*'nın formülasyona bağlı olarak önemli değişim gösterdiği ve doğal renginden ötürü keçi-boynuzu unu oranı artışı ile korelasyon gösterdiği gözlenmiştir. Ayrıca formülasyondaki fenolik madde kaynağı olması nedeniyle ürünün toplam fenolik madde içeriğinin keçi-boynuzu unu oranından etkilendiği belirlenmiştir. Çalışmalar sonucunda optimum formülasyon %25 keçi-boynuzu unu, %39.3 şeker şurubu ve %20.7 bitkisel yağ olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda endüstriyel ölçekte uygun keçi-boynuzu formülasyonu belirlenmiştir. Bu yönüyle endüstriye katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. Ancak üretilen keçi-boynuzu kremalarının sağlık üzerine etkilerinin (glisemik indeks, glisemik yük vs.) kakao bazlı ürünlere kıyasla çalışıldığı yeni çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Etik izin: Araştırma niteliği bakımından etik izne tabii değildir.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Alper, Y. (2016). Keçi-boynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) meyvesinden süperkritik karbondioksit (CO₂) ekstraksiyonu ile d-pinitol eldesi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 90 ss.

Anonim (2019). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, <http://www.turkomp.gov.tr/food-376> (Erişim tarihi: 26.10.2019)

Aydın, N. (2012). Keçi-boynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 52 ss.

Aydın, S. (2011). Keçi-boynuzu meyvesinden sürülebilir bir ürün üretimi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 66 ss.

Aydın, S., Özdemir, Y. (2017). Development and characterization of carob flour based functional spread for increasing use as nutritious snack for children. *Journal of Food Quality*, 2017.

<https://doi.org/10.1155/2017/5028150>

Badem, A. (2006). Keçi-boynuzu pekmezli dondurma üretiminde kullanılan karragenan, ksantan ve keçi-boynuzu zamlarının dondurmaların kaliteleri üzerine etkisi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 80 ss.

Baykal, H., Karais, K., Koç, G.Ç., Dirim, S.N. (2018). The properties of cinnamon, carob and ginger enriched goat milk powder enriched goat milk powder. *GIDA-Journal of Food*, 43(4), 716-732.

<https://doi.org/10.15237/gida.GD18046>

Berk, E., Sumnu, G., Sahin, S. (2017). Usage of carob bean flour in gluten free cakes. *Chemical Engineering Transactions*, 57, 1909-1914.

Camero, B.M., Merino, C.S. (2004). Method of obtaining pinitol from carob extracts, US Patent No: 6,699,511.

Cemeroglu, B. (2010). Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Bizin Grup Basımevi, (34), 657. ISBN: 9789759857868

Çelik, Ş., Ünver, N., Güç, B., Ceylan, P. (2018). Some characteristic of fruity yoghurt produced with adding carob molasses. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi/Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 22(2), 215-224.

<https://doi.org/10.29050/harranziraat.321584>

Fidan, H., Petkova, N., Sapundzhieva, T., Baeva, M., Goranova, Z., Slavov, A., Krastev, L. (2019). Carob syrup and carob flour (*Ceratonia siliqua* L.) as functional ingredients in sponge cakes. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 11(1), 71-82.

Gübbük, H., Tozlu, İ., Doğan, A., Balkaç, R. (2016). Çevre, endüstriyel kullanım ve insan sağlığı yönleriyle keçiboynuzu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 207-215.

Hallaç, Ş. (2016). Keçiboynuzu unu ve soya unu katkılarının makarnanın kalite kriterlerine etkisi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 98 ss.

Karamanoğlu, A.A. (2016). Kakao tozuna keçiboynuzu tozu ilavesi ile yapılan tağşışının belirlenmesi amacıyla yeni bir metodun geliştirilmesi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 49 ss.

Karhan, M. (2010). Türkiye'de yetişen keçiboynuzu (*Cratonia siliqua* L.) tiplerinin biyoaktif bir molekül olan D-pinitol içeriği üzerine çevre koşulları ve bileşim unsurlarının etkisi, TÜBİTAK 107O650 Proje Sonuç raporu.

Kim, J., Kim, J.C., Joo, H., Jung, S., Kim, J. (2005). Determination of total chiro-inositol content in selected natural materials and evaluation of the antihyperglycemic effect of pinitol isolated from soybean and carob. *Food Science and Biotechnology*, 14(4), 441-445.

Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry*, 31(3), 426-428.

<https://doi.org/10.1021/ac60147a030>

Oziyci, H.R. (2015). Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) meyvesinden d-pinitol ekstraksiyonu üzerine araştırmalar, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 137 ss.

Parlatır, B. (2019). Çikolata üretiminde kakao yerine keçiboynuzu unu kullanımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 52 ss.

Pazır, F., Alper, Y. (2016). Keçiboynuzu meyvesi (*Ceratonia siliqua* L.) ve sağlık. *Akademik Gıda*, 14(3), 302-306.

Racolta, E., Muste, S., Muresan, A.E., Muresan, C.C., Bota, M.M., Muresan, V. (2014). Characterization of Confectionery Spreadable Creams Based on Roasted Sunflower Kernels and Cocoa or Carob Powder. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*, 71(1), 62-67.

<https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:10109>

Šebečić, B., Vedin Dragojević, I., Vitali, D., Hećimović, M., Dragičević, I. (2007). Raw materials in fibre enriched biscuits production as source of total phenols. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72(3), 265-270.

Shieh-zadeh, R. (2019). Keçiboynuzu tozu tereyağı ve zeytinyağı kullanımının sürülebilir çikolatada fiziksel kimyasal ve reolojik özellikler üzerine etkisi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 92 ss.

Taş, E.N., Çakaloğlu, B., Ötleş, S. (2018). The determination of some physical, chemical and sensory properties of pestil containing carob flour at different ratio. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(8), 945-952.

<https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i8.945-952.1445>

Tontul, İ. (2017). Kırınım pencere (refractance window) ve mikrodalga destekli sıcak hava kurutma teknikleri ile fonksiyonel bileşenlerce zengin nar pestili üretimi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 159 ss.

Vitali, D., Dragojević, I.V., Šebečić, B. (2009). Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114(4), 1462-1469.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.032>

Yalım Kaya, S. (2010). Keçiboynuzu meyvesinden yüksek saflıkta şeker şurubu üretimi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 175 ss.