



Farklı prebiyotik ajanların toz çikolatalı içeceklerin renk ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri

Effects of different prebiotic agents on the color and sensory properties of chocolate powder drinks

Şirin OBA^{1*} , Osman YILMAZ² 

¹Gıda İşleme Bölümü, Suluova Meslek Yüksekokulu, Amasya Üniversitesi, Amasya/Türkiye

²Biyoteknoloji Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya/Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-4620-7483>; ²<https://orcid.org/0000-0001-7579-8625>

To cite this article:

Oba, Ş. & Yılmaz, O. (2022). Farklı prebiyotik ajanların toz çikolatalı içeceklerin renk ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 501-518.
DOI: 10.29050/harranziraat.1100382

*Address for Correspondence:

Şirin OBA

e-mail:

sirin_oba@hotmail.com

Received Date:

08.04.2022

Accepted Date:

20.09.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ÖZ

Dünyadaki çoğu insan tarafından tüketilen toplam enerjinin %60-70'i nişasta bazlı besinlerden sağlanmaktadır. Beslenme sırasında nişasta miktarını azaltmak için geliştirilen fonksiyonel gıdalarda uygun prebiyotik seçimi ürünlerin duyuşal özelliklerini etkilediği için hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle geleneksel toz çikolatalı içecek bileşiminde bulunan nişasta gibi hidrokolloidlerin yerine tercih edilen inülin, polidekstroz ve maltodekstrin ile ürün formülasyonunu optimum hale getirmek ürünün renk ve duyuşal kalitesinin artırılabilmesinde önem teşkil etmektedir. Bu amaçla optimizasyonda basit karışım tasarımı kullanılarak üç değişkenli regresyon modelleri oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen optimizasyon çalışmasında inülin (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64 ve 23.00 g), polidekstroz (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64 ve 23.00 g) ve maltodekstrin oranları (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64 ve 23.00 g) bağımsız değişkenler olarak belirlenmiş olup renk parametreleri (L*, a*, b*) ve duyuşal özellikler ise yanıt değerleri olarak seçilmiştir. Çalışmadaki prebiyotik toz çikolatalı içeceklerin b*, pH ve su aktivitesi değerleri sırasıyla 10.33±0.29-12.84±0.20, 7.21±0.08-7.26±0.01 ve 0.293±0.00-0.319±0.00 aralığında tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda yapılan duyuşal değerlendirmelerde içeceklerin inülin, polidekstroz ve maltodekstrin ile üretilmesi ürünün koku, tatlılık ve genel beğeni değerlerini istatistiksel olarak attırırken renk özelliklerini değiştirmemiştir. Toz çikolatalı içecek formülasyonunda inülin, polidekstroz ve maltodekstrin oranı arttıkça içeceklerin duyuşal özelliklerinde iyileşmelerin olduğu görülmüştür. Optimum toz çikolatalı içecek formülasyonunda değişkenler 6.76 g inülin, 12.35g polidekstroz ve 3.89 g maltodekstrin olarak belirlenmiş ve bu bileşen oranları ile kabul edilebilir duyuşal özellikleri sağlayan alternatif fonksiyonel içecek üretimi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: inülin, Polidekstroz, Maltodekstrin, Duyuşal, Kakao

ABSTRACT

Starch-based foods supply 60–70% of the total energy provided in nutrition worldwide. The selection of prebiotics suitable for functional foods developed to lower the amount of starch consumed during nutrition is important since it influences the sensory qualities of the products. For this reason, optimizing the product formulation with inulin, polydextrose, and maltodextrin, which are preferred instead of hydrocolloids such as starch in the traditional powdered chocolate drink composition, is important in increasing the color and sensory quality of the product. For this purpose, three-variable regression models were created using a simple mixture design in optimization. In the optimization study, inulin (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64, and 23.00 g), polydextrose (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64, and 23.00 g), maltodextrin ratio (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64, and 23.00 g) were determined as independent variables, and color analysis parameters L a* b* and sensory properties in beverages were used as responses. The b*, pH, and water activity values of the prebiotic

powdered cocoa drinks in the study were determined in the range of 10.33 ± 0.29 - 12.84 ± 0.20 , 7.21 ± 0.08 - 7.26 ± 0.01 and 0.293 ± 0.00 - 0.319 ± 0.00 , respectively. In the sensory assessments as a result of the study, the production of drinks containing inulin, polydextrose, and maltodextrin statistically increased the product's odor, sweetness, and general taste but did not affect the product's color. It was observed that the sensory characteristics of powdered chocolate beverages improved when the ratios of inulin, polydextrose, and maltodextrin were increased. The optimal powdered chocolate drink formulation variables were determined to be 6.76 g inulin, 12.35 g polydextrose, and 3.89 g maltodextrin, and other functional drinks with acceptable sensory qualities were generated using these component ratios.

Key Words:Inulin, Polydextrose, Maltodextrin, Sensory, Cocoa

Giriş

Hazır gıda sektörü, uzun raf ömrüne sahip olmasının yanı sıra hazırlanış kolaylığı ve çabukluğu nedeniyle önde gelen gıda endüstrilerinden biri haline gelmiştir (Mayakkannan, 2018). Gelişen teknolojinin getirdiği üretim teknikleri, tüketici alışkanlıkları ve satın alma davranışlarının büyük ölçüde değişmesi, zaman kısıtlamaları, kolaylıklar ve yaşam tarzındaki değişiklikler hazır gıda ve içecek sektörünün büyümesine ve çeşitliliğin artmasına neden olmuştur (Janjarasskul ve ark., 2020). Hazır gıdalar, bebek mamaları, kamp yemekleri, çorbalar, toz yumurta, anında sos, makarna, instant yulaf lapası, hazır pirinç gibi ürünleri içerirken instant çikolatalı içecekler, instant kahveler, dondurularak kurutulmuş meyve suları, süt tozu, hindistan cevizi tozu, instant çay gibi birçok farklı ürünler de hazır içecekler ürün gurubu arasında yer almaktadır (Chaturvedi ve ark., 2021).

Hazır gıda grupları arasında yer alan sıcak çikolatalı içecekler geleneksel olarak Güney ve Orta Amerika başta olmak üzere Avrupa'da farklı isimler ile her yaşta insan tarafından ve belirli bir tüketim zamanı olmaksızın tercih edilmektedir (Beckett, 2011). Sıcak kakao veya içilen çikolata olarak da bilinen sıcak çikolata, ısıtılmış çikolatalı süttür. Eritilmiş çikolata ile yapılan içeceklere bazen kakao ile birlikte daha az tatlılık ve daha kalın bir kıvam sağlayan bileşenlerin eklenmesi ile oluşan farklı formülasyonlar tüketici isteklerine göre servis edilmektedir (Scher, 2020).

Ticari çikolatalı içecekler, ana bileşenleri açısından önemli farklılıklar gösterdiği için farklı duyuşal profiller oluşmaktadır. Hedeflenen bir tüketici grubunun beklentilerini karşılamak için,

eğitilmiş bir panel ve/veya tüketiciler tarafından duyuşal özelliklerin belirlenmesi ve bunların fizyokimyasal özelliklerle ilişkilendirilmesi, ürün geliştirme ve pazarlama için önemli bilgiler verebilmektedir (Doğan ve ark., 2015). Ürün kabulünü ve özelliklerini etkileyen parametreler arasında ürün bileşiminin önemi büyüktür (Chatterjee ve ark., 2015).

Sıcak çikolatalı içeceklerin bileşimi yaygın olarak şeker, yağsız süt tozu, peynir altı suyu tozu, nişasta, tuz ve kakao tozu karışımlarından oluşmakla beraber süt veya suda dağıtılarak hazırlanmaktadır (Doğan ve ark., 2015). Sıcak çikolata içeceğinin bileşenleri arasında bulunan nişasta içeceklerin fizykel, reolojik ve duyuşal özellikleri açısından önemli farklılıklar sergilemesine sebep olmaktadır (Yanes ve ark., 2002; Doğan ve ark., 2011; Mazo Rivas ve ark., 2018). Bu nedenle, nişasta konsantrasyonu ve tipi son ürün kalitesi üzerinde etkilidir. Bunun yanı sıra bu bileşenlerin sağlık açısından sağladığı olası olumlu ve olumsuz etkilerde son zamanlarda de tüketici tercihinin etkileyen bir diğer önemli faktörlerden bir tanesidir (Fagan ve ark., 2006; Warren ve Harris, 2018). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sağlık ve diyet arasında büyük denge gözetilmekte ve nişasta bazlı gıdaların günde yaklaşık 6-11 porsiyon tüketilmesi bazı soruları da beraberinde getirmektedir (Homayouni ve ark., 2014). Bu nedenle fonksiyonel gıdaların üretiminde gastrointestinal sistem üzerinde birçok faydalı sağlık etkileri bulunan prebiyotik bileşenlerin tercih edilmesi tüketici ve üreticilerin her zamankinden daha fazla ilgisini çekmiştir. Bu sağlıklı etkilerinden bazıları kabızlığı önlemek, atılım sıklığını ve dışkı hacmini artırmak, probiyotik bakterilerin büyümesini veya aktivitesini seçici olarak uyarma

şeklinde ortaya çıkmaktadır (Liao ve ark., 2022). Tipik prebiyotikler, genellikle inülin, oligosakkaritler ve maltodekstrin, polidekstrozdun oluşan diyet lifleridir (Guimarães ve ark., 2018). Toz çikolatalı içeceklerin kalorisini azaltarak ürüne fonksiyonellik sağlamak için bu çalışma kapsamında da inülin, polidekstroz ve maltodekstrin tercih edilmiştir.

Inülin, mikrofloranın uyarıcı modülasyonu üzerine bağırsak sağlığını iyileştiren, vücudun inflamatuvar durumunu azaltan, vücut ağırlığının kontrolüne yardımcı olabilen glikoz ve lipid metabolizması üzerinde faydalı etkileri olan sindirilemeyen bir karbonhidrat grubu olarak kabul edilmektedir (Delzenne ve ark., 2013; Rastall ve Gibson, 2015; Shoaib ve ark., 2016). İnülin, stabilizasyon/emülsifikasyon özelliklerine (Kokubun ve ark., 2015) sahip olmasından dolayı ürün dokusunu iyileştirir ve ayrıca bir ikame maddesi olarak ağızda yağ benzeri bir his bırakmaktadır (Luo ve ark., 2017; Shoaib ve ark., 2016).

Bir yağ ikame maddesi olarak kullanılan polidekstroz ise, birbiriyle düzensiz bir şekilde birleşen glikoz birimlerinin bir polimeridir ve yaklaşık 1.500 Da molekül ağırlığa sahiptir. Düşük kalorili bir dolgu maddesi olarak içinde yapay tatlandırıcı bulunan düşük kalorili gıdalarda şeker ikamesi olarak da tercih edilmektedir. Eklendiği ürünleri nemlendiren ve bazı koşullarda ise ürüne tat verdiği bilindiğinden çikolata, şekerleme, kek, bisküvi, donmuş tatlı ve mikrokristal selüloz ve diyet tatlı üretiminde kullanılmaktadır (Küçüköner ve Doğan, 1999; Zong ve ark., 2022).

Diğer bir prebiyotik bileşen ise maltodekstrin, nişastanın enzim ve asit tarafından parçalanması sonucu üretilmektedir (Siemons ve ark., 2022). Maltodekstrin sıvı ve katı yağlarla kolayca birleşerek stabil bir emülsiyon jeli oluşturabilmektedir. Yağ ile aynı tadı verdiği için yiyeceklerin ağızda kolayca parçalanmasına yardımcı olur. En çok margarin, mayonez, salata sosu, pastacılık ve süt ürünlerinde kullanılmaktadır (Alexander, 1998).

Bununla birlikte, sıcak çikolatalı içeceklerin (Folkenberg ve ark., 1999; Hough ve ark., 1997)

duyusal niteliklerle ilgili çalışmalar günümüzde mevcut olan diğer bileşenleri dikkate almadan çoğunlukla hazır kakao tozuna odaklanmıştır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, ticari sıcak çikolatalı içecek olarak üretilebilecek ürünün duyusal profillerinin prebiyotik bileşenlerle nasıl ilişkili olduğunu belirlemektir. Bunun için hidrokoloid olarak kullanılan mısır veya pirinç nişastası yerine formülasyona prebiyotik ekleyerek sıcak çikolatanın işlevselliğini arttırmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada model ürün olarak seçilen toz prebiyotik çikolatalı içecek formülasyonu için kullanılan materyaller şeker (Torku, Konya, Türkiye), kahve kreması (Nestle, İsviçre), kakao tozu (Tito İzmir, Türkiye), inülin (Tito İzmir, Türkiye), polidekstroz (Tito İzmir, Türkiye) ve maltodekstrin (Tito İzmir, Türkiye) kullanılmıştır.

Yöntem

Toz prebiyotik çikolatalı içeceklerin hazırlanması için kullanılan oranlar Tablo 1.'de gösterilmiştir. Üretimler ve analizler Amasya Üniversitesi Merkezi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Toz prebiyotik çikolatalı içecek karışımının hazırlanması

Karışımının hazırlanması Doğan ve ark., (2011) tarafından oluşturulan prosedür takip edilmekle beraber prosedürde bazı değişiklikler yapılarak içecek üretimi hazırlanmıştır. İçecek hazırlama prosedürüne göre homojen bir karışım elde etmek için şeker 6000 rpm'de 5 dk öğütülerek partikül boyutu küçültülmüştür. Formülasyonlarda kullanılacak granüle şekerin ortalama parçacık çapı 100 µm ve daha düşük çapa sahip şeker kullanılmıştır. Bu kapsamda toz içecek üretiminde kahve kreması (2g), şeker (5g), kakao tozu (6g) sabit oranlarda kullanılmış olup toplam karışım miktarı 36 g ön denemeler sonucu belirlenmiştir. Bunun dışında ürün kalitesine etki edecek 23 g olan kuru bileşenler bağımsız

değişkenler olarak belirlenmiştir. Bunlar inülin, polidekstroz ve maltodekstrin olup optimum oranları karışım tasarımı (simple mixture) yöntemi

ile belirlendikten sonra Tablo 1.'de belirtilen oranlarda tartılıp toz içeceklerin hazırlanması amacıyla kuru malzemelerin tümü karıştırılmıştır.

Tablo 1. Toz prebiyotik çikolatalı içecek formülasyonu
Table 1. (Powder prebiotic cocoa beverage formulation)

Materyal Material	Bileşenler (g) ¹ Compounds(g) ¹
Şeker (Sugar)	5.00
Kahve Kreması (Coffee Cream)	2.00
Kakao tozu(Cocoa Powder)	6.00
Inülin (Inulin)	Tablo 2.
Polidekstroz (Polydextrose)	Tablo 2.
Maltodekstrin (Maltodextrin)	Tablo 2.

¹ Bileşenler, 36 g toz kakao karışımındaki miktarları ifade etmektedir. ² Tablo 2.'ye göre oluşturulan simple mixture sonucunda kabul edilen optimum miktarları ifade etmektedir. (¹Components refer to amounts in 36 g of powder mixture. It represents the optimum amounts accepted as a result of the simple mixture design created according to Table 2.)

Deney tasarımı ve istatistiksel analiz

Bu çalışmada bileşenlerin optimizasyonu için karışım tasarımı (simple mixture) kullanılmıştır. Araştırma kapsamında bağımsız değişkeni olarak inülin ($X_1=0-1$), polidekstroz ($X_2=0-1$) ve maltodekstrin ($X_3=0-1$) seçilmiş ve bu bileşenler ile kısıtlı bir karışım tasarımı $X_1+X_2+X_3=1$ olacak şekilde geliştirilmiştir. Bu kapsamda 3 faktörlü ve 3 seviyeli basit regresyon modelleri oluşturulmuştur. İçecek üretiminde karışım tasarımının belirlediği oranlara göre 13 adet formülasyon hazırlanmıştır. Tablo 2.'de prebiyotik bileşenlerin kod ve gerçek değerleri gösterilmektedir. Analiz sonucunda elde edilen bağımlı değişkenler ise renk (Y_1), su aktivitesi (Y_2) ve duyu analizi parametreleri (Y_3) olarak

belirlenmiştir. Toz prebiyotik çikolata karışımının hazırlanmasına özgü değişkenlerin yanıt değişkeni üzerine etkisi incelenerek en yüksek değerlere sahip içecek 'desirability' fonksiyon yaklaşımına göre optimize edilmiştir. Toz prebiyotik çikolata karışımının hazırlanması işlemleri sonucunda elde edilen yanıtın regresyon analizi için Eşitlik (1)'de verilen model kullanılmıştır.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_{12} X_1 X_2 + \dots \dots \beta_j X_j + e \quad (1)$$

Denklemden Y cevap değişkeni, X_i ve X_j değişkenler ve β_0 kesişme katsayısıdır; β_i , β_{ij} , β_j sırasıyla doğrusal, ikinci dereceden ve ikinci dereceden terimlerin etkileşim katsayılarıdır; ϵ bağımsız parametrelerin sayısını göstermektedir.

Tablo 2. Bağımsız değişkenlerin kodlanmış ve gerçek değerleri ve ürün formülasyonunu içeren deneysel tasarımı
Table 2. Experimental design of independent variables including coded and actual values and product formulation

No	Gerçek değerler Actual Values(g /36 g)			Kodlanan değerler Encoded values		
	Inülin Inulin (X_1)	Polidekstroz Polydextrose (X_2)	Maltodekstrin Maltodextrin (X_3)	Inülin Inulin (X_1)	Polidekstroz Polydextrose (X_2)	Maltodekstrin Maltodextrin (X_3)
1	0	23.00	0.00	0	1	0
2	3.68	3.68	15.64	0.166667	0.166667	0.666667
3	23.00	0.00	0.00	1	0	0
4	11.50	0.00	11.50	0.5	0	0.5
5	23.00	0.00	0.00	1	0	0
6	0.00	23.00	0.00	0	1	0
7	0.00	0.00	23.00	0	0	1
8	7.66	7.66	7.66	0.333333	0.333333	0.333333
9	0.00	11.50	11.50	0	0.5	0.5
10	3.68	15.64	3.68	0.166667	0.666667	0.166667
11	0.00	0.00	23.00	0	0	1
12	11.50	11.50	0.00	0.5	0.5	0
13	15.64	3.68	3.68	0.666667	0.166667	0.166667

Bağımsız değişkenlerin (inülin, polidekstroz ve maltodekstrin) yanıtlar üzerindeki doğrusal (Linear), iki faktörlü etkileşimi (2FI) ve polinomial (Quadratic) etkileşimi modelleri % 95 güven aralığında F (Fischer) testi ile belirlenmiştir. Her bir model için ANOVA ile belirlenen model regresyon katsayısı (R^2) ve F değeri gibi istatistiksel parametrelerine bakılarak model ile uyumuna karar verilmiştir. Elde edilen sonuçların 3D grafikleri Design Expert 11.0 programı kullanılarak çizilmiştir.

Toz içeceklerin analizleri

Toz içecek örneklerinde renk analizi

Toz içecek örneklerinin renk değerleri (L^* ; koyu-parlak, a^* ; yeşillik-kırmızılık ve b^* ; mavilik-sarıklık) renk tayini cihazı (Konica Minolta CR-5, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir.

Toz içeceklerin pH tayini

Toz içecek örneklerinin pH değerleri, oda sıcaklığında pH metre (Thermo Scientific- Orion Star, A211) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Toz içeceklerin su aktivitesi tayini

Toz örneklerin su aktivitesi (a_w) değerleri Ostrowska-Ligeza ve Lenart (2015) tarafından uygulanan yöntem ile su aktivitesi cihazında (Novasina LabSwift, İsviçre) 25°C'de ölçümler yapılmıştır.

Toz içecek örneklerinde duyu analizi

Toz çikolata içecek örneklerinde incelenecek duyu parametreler; asılı parçacıklar, renk, kıvam, kremsilik, tatlılık, dengeli ve genel beğeni olup "Çoklu Kıyaslama Tekniği" ile incelenmiştir (Ricci ve ark., 2011).

Tablo 3. Duyusal formu

Table 3. Sensory form

Duyusal özellikler Sensory properties	Duyusal özelliklerin tanımlamaları Descriptions of sensory characteristics
Görünüş Appearance	Asılı Parçacıklar Suspended particles
	-Karıştırma sonrası içerde görünür yüzen parçacıkların sayısı -Number of floating particles visible in beverage after mixing
	Kremsi Creamy
	-Ağız içinde kremsi/yağlı bir his uyandıran homojen bir ürün gibi film oluşumu. -Film formation like a homogeneous product with a creamy/oily feel in the mouth.
Tekstür Texture	Kıvam Consistency
	-Ağızda seyreltikten yoğun artan his -Increased sensation in the mouth from dilute to intense
	Tatlı Sweetness
	-Sakaroz, glikoz veya fruktoz çözeltisiyle karakterize edilen temel bir tat. -A basic taste characterized by a solution of sucrose, glucose or fructose.
Tat/Aroma Taste/Flavor	Dengeli Balanced
	-Tanımlanabilir özelliklerin hiçbiri daha ağır basmaz -None of the identifiable features outweigh
Renk Colour	Renk Colour
	-Açık kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişen tipik çikolata rengin yoğunluğu (ton) -Density (hue) of typical chocolate color ranging from light brown to dark brown
Genel Beğeni Overall acceptability	

Sıcak çikolatalı içecekler 70°C' de su ilave edilerek rastgele seçilmiş üç basamaklı sayılar ile kodlanarak etiketlenmiş şeffaf bardaklarda (~150 mL) panelistlere sunulmuştur. Örneklerin değerlendirme sırasında örnek aralarında ağızlarını çalkamaları için içme suyu ve ekmek verilmiştir. Çalışma kapsamında hazırlanan

örneklerde duyu özellikleri değerlendirmek için Amasya Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı personel ve lisansüstü öğrencilerinden 10 panelist seçilmiştir. Duyusal değerlendirmede panelistlerin yaş dağılımı 20-35 arasında iken cinsiyet dağılımında ise 4 kadın, 6 erkek yer almıştır. Panelistler çikolatalı içeceklerin

özelliklerini değerlendirilmesi ve kalite parametreleri için tanımlayıcı analizler panelistlere açıklanmıştır.

Panelist eğitimi için Tablo 3.'de verilen tanımlamalar belirlenmiş ve analiz öncesi eğitimde bu konuda panelistler bilgilendirilerek eğitime tabii tutulmuşlardır. Duyusal analiz çalışmasında belirlenen özellikler ve puanları; 1 (Mevcut değil), 2 (Zor algılanabilir), 3 (Hafif, belirgin), 4 (Orta, tanınabilir), 5 (Açıkça fark var), 6 (İlımlı, baskın) ve 7 (Güçlü, belirgin, görünen) 8 (Çok iyi, içecek için arana özellik), 9-10 (Oldukça iyi, içecek için arana özellik) olarak belirlenmiş ve panel öncesi gerçekleştirilen açıklamalar esas alınarak puanlamaları istenmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Toz içeceklerin pH ve su aktivitesi

Bu çalışma kapsamında prebiyotik bileşenler ile hazırlanan toz çikolatalı içecek formülasyonlarının su aktivitesi ve pH parametreleri saptanmıştır. Çikolatalı toz içecekler temel olarak süt, şeker, kakao tozu ve kıvamı iyileştirmek ve kakao parçacıklarının çökmesini önlemek için eklenen bazı hidrokolloid türleri ile formüle edilmektedir. Bu içeceklerin bileşen maddelerin özellikleri (yağ içeriği, kakao tozunun alkaliliği ve rengi, hidrokolloid tipi), formüle edilmiş ürünlerin nihai bileşimi, fiziksel ve duysal özellikleri üzerinde farklılıklar oluşturmaktadır (Eduardo ve ark., 2018). Bu anlamda yeni bir ürün seçeneği olarak çikolatalı toz içeceklerin formülasyonlarının özelliklerinin değerlendirilmesi önemlidir. Farklı konsantrasyonlarda inülin, polideksroz ve maltodekstrin kullanılarak hazırlanmış toz çikolatalı içecek formülasyonlarının su aktivitesi ve pH özelliklerinin varyans analizleri ve çoklu karşılaştırma testi belirlenmiş olup değerler sırasıyla Tablo 4.'de verilmiştir. Farklı oranlarda hazırlanan prebiyotik bileşenlerin toz içecek

örneklerinin pH değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Tablo 4.'de görüldüğü üzere toz içecek örneklerinin pH değerleri 7.21 ± 0.08 – 7.26 ± 0.01 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ek olarak, inülin, polideksroz ve maltodekstrin partiküllerin pH değeri sırasıyla 7.23, 7.22 ve 7.21 olarak belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri dar bir aralıkta değişim göstermiş olup, bu değişim ihmal edilebilir niteliktedir. Bu değişim ile kullanılan bileşenler arasında bir ilişki oluşturulamamıştır. Aribah ve ark., (2020) yürüttüğü başka bir çalışmada ise iota-karagenan, kappa-karagenan ve ksantan zankı çeşitli konsantrasyonlarda (%0.10, %0.20 ve %0.30) formülasyonda kullanılmış ve numunelerin pH değerinin 7.61-7.72 arasında olduğu tespit edilmiş ve bu çalışmanın pH değerleri bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Yapılan başka bir çalışma incelendiğinde guar gum, sodyum aljinat, ksantam gum ve locust bean gum ilave edilerek hazırlanan instant çikolatalı içecek karışımlarının pH değeri 8.06 ± 0.02 ile 8.33 ± 0.01 arasında tespit edilmiştir (Doğan ve ark., 2011). Mevcut çalışmadan farklı olarak gözlenen pH değerleri formülasyondaki değişiklikten dolayı farklılık göstermiştir. Bu tür içeceklerin formülasyonlarının ülke veya bölgelere göre birbirinden farklılık gösterdiği bilinmektedir. İçmeye hazır çikolata ürünlerinin geliştirilmesinde, süspansiyon stabilitesi teknolojik bir zorluktur. Çeşitli tiplerde hidrokolloidlerin eklenmesi koyulaştırıcı madde olarak hareket edebilmesi yalnızca süspansiyon stabilitesi açısından değil, aynı zamanda ağız hissi perspektifinde de tüketici kabulü ve tercihlerini etkileyebilir. Hidrokolloidlerin dahil edilmesi, çikolatalı içeceklerin renk, toplam çözünür kuru madde ve pH parametreleri gibi fiziksel özelliklerini etkileyebilmektedir (Ramírez-Sucre ve ark., 2011; Doğan ve ark., 2013).

Tablo 4. Toz içeceklerin pH ve su aktivitesi değerleri

Table 4. pH and water activity values of powdered beverages

No	İnülin <i>Inulin</i> X ₁ (g)	Polidekstroz <i>Polydextrose</i> X ₂ (g)	Maltodeksrin <i>Maltodextrin</i> X ₃ (g)	pH <i>pH</i>	Su aktivitesi <i>Water activity</i>
1	0.00	23.00	0.00	7.26±0.01 ^a	0.31±0.00 ^{abc}
2	3.68	3.68	15.64	7.23±0.02 ^a	0.31±0.00 ^{abc}
3	23.00	0.00	0.00	7.25±0.02 ^a	0.30±0.00 ^{abc}
4	11.50	0.00	11.50	7.21±0.08 ^a	0.29±0.00 ^{abc}
5	23.00	0.00	0.00	7.22±0.02 ^a	0.30±0.00 ^{abc}
6	0.00	23.00	0.00	7.22±0.01 ^a	0.30±0.00 ^{abc}
7	0.00	0.00	23.00	7.23±0.04 ^a	0.32±0.00 ^a
8	7.66	7.66	7.66	7.23±0.00 ^a	0.31±0.01 ^{ab}
9	0.00	11.50	11.50	7.22±0.01 ^a	0.31±0.00 ^{ab}
10	3.68	15.64	3.68	7.24±0.02 ^a	0.29±0.00 ^{abc}
11	0.00	0.00	23.00	7.23±0.02 ^a	0.31±0.00 ^{ab}
12	11.50	11.50	0.00	7.25±0.14 ^a	0.29±0.00 ^c
13	15.64	3.68	3.68	7.24±0.02 ^a	0.30±0.00 ^{abc}

^{a,b,c}Aynı sütündeki benzer harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$). (^{a,b,c}There is no statistical difference between the values indicated by similar letters in the same column) ($p>0,05$).

Farklı prebiyotik kombinasyonları içeren toz çikolatalı içeceklerin su aktivitesi değerleri 0.29 ± 0.00 ile 0.31 ± 0.01 arasında değişmiştir (Tablo 4.). Su aktivitesi; prebiyotik tipi, miktarı ve bunların kombinasyonundan etkilenmektedir. Stabilizatörlerin veya emülgatörlerin moleküler yapısı, su emme kapasiteleri, birbirleriyle ve içecekteki diğer bileşenlerle etkileşimleri, su aktivitesini farklı yönde etkileyebilmektedir (Peredo ve ark., 2017). Gama ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada; fıstık ezmesi, kuru yağsız süt tozu, şeker, tuz, propilen glikol aljinat, ksantan zamkı ve lesitin bileşenleri ile fıstık bazlı içeceklerin su aktivitesi değerlerini belirlemiş ve 0.99 olarak bulmuşlardır. Su aktivitesi değerlerinin mevcut çalışmadaki sonuçlarla örtüşmediği görülmektedir. Çünkü, bahsedilen çalışmada kullanılan bileşenler sıvı formda olup bizim yaptığımız çalışmada ise toz formda ürünler karışıma dahil edilmiştir. Ostrowska-Ligeza ve Lenart (2015) yaptıkları çalışmada kristal şeker, şeker tozu, süt tozu, maltodeksrin ve kakao tozu ile hazırladıkları çikolatalı içecek karışımında su aktivitesi değeri 0.30 ile 0.34 arasında tespit edilmiştir ve mevcut çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Genel olarak, su aktivitesi 0.60'nın altında olan gıdaların mikrobiyolojik olarak stabil olduğu kabul edilmektedir (Quek ve ark., 2007). Tablo 4.'deki su

aktivitesi değerleri bu değer aralığından çok daha düşüktür ve böylece toz ürünlerin mikrobiyolojik stabilitesi güvenilirliği açısından doğrulanmıştır. İnülin, polidekstroz ve maltodeksrinin kullanım oranlarına bağlı olarak su aktivitesinin değişimi için en uygun modeller lineer, kuadratik, kübik ve kübik olarak belirlenmiştir. Bu modellere ait R^2 değeri 0.81 olarak belirlenmiştir. R^2 değerinden de anlaşıldığı gibi inülin, polidekstroz ve maltodeksrin ilaveli içeceklerin su aktivitesi değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 5.).

Tablo 5.'de gösterilen varyans analiz sonuçlarından anlaşıldığı üzere inülin, polidekstroz ve maltodeksrin karışımının doğrusal karışımı (linear mixture) doğrusal etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Buna göre çalışılan değişkenler arasında herhangi bir etkileşim etkisinin olmadığı varsayılır. Başka bir deyişle, su aktivitesi, yalnızca karışımda bulunan bileşenlerin birbirinden bağımsız olarak hareket eden oranlarına bağlıdır. Bu nedenle, su aktivitesi üzerinde etkisini anlayabilmek için saf bileşenlerle deneyler yapmak yeterli olacaktır (Bezerra ve ark., 2020). Bu durumu açıklayan sonuç toz içecek örneklerinde gözlenilen ve özellikle %23 inülin içeren örneğin su aktivitesi değeri (0.303 ± 0.00) iken %23 polidekstroz ve %23 maltodeksrin içeren örneklerin aw değerleri ise

sırasıyla 0.312 ± 0.00 ve 0.319 ± 0.00 olarak tespit edilmiş ve istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir. İnülin ve maltodekstrin karışımları için tahmin edilen denge nem içeriği değerlerinin çok benzer olduğunu göstermektedir (Stępień ve ark., 2020). Çalışma kapsamındaki toz içeceklerde prebiyotik bileşen karışımların kullanım düzeyinin formülasyonların a_w değerleri üzerindeki anlamlı farkın istatistiksel olarak önemli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Su aktivitesi değerleri incelendiğinde inülin maltodekstrin karışımları için tahmin edilen denge nem içeriği değerlerinin çok benzer olduğunu mevcut çalışma ve literatürdeki diğer çalışmalar ile belirlenmiştir (Stępień ve ark.,

2020). Sonuç olarak, üretilen toz çikolata karışımlarının su aktivitesi değerleri uzun raf ömrü sağlayabilecek toz içecek karışımları elde edilebileceği çalışma ile ortaya konmuştur. Ürün bileşiminde kullanılan inülin, maltodekstrin ve polidekstroz oranlarının su aktivitesi değerleri ile ilişkileri için aşağıdaki Eşitlik (2) oluşturulmuştur.

$$\text{Su aktivitesi} = 0.30X_1 + 0.30X_2 + 0.31X_3 - 0.53X_1X_2 - 0.05X_1X_3 + 0.00X_2X_3 + 0.38X_1X_2X_3 \quad (2)$$

Eşitliklerde yer alan inülin (X_1), polidekstroz (X_2) ve maltodekstrini (X_3) ifade etmektedir. X_1, X_2 ve X_3 'ün toplamı 1.0'a eşittir.

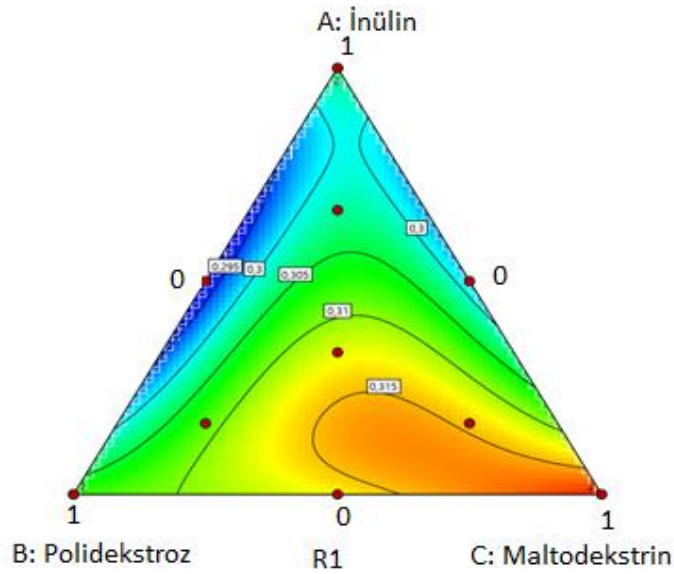
Tablo 5. Toz içeceklerin su aktivitesi değerleri için varyans analiz sonuçları

Table 5. Analysis of variance results for water activity values of powdered beverages

Kaynak Source	Kareler Toplamı Squares sum	Serbestlik Derecesi Degrees of Freedom	Kareler Ortalaması Squares Average	F-değeri F-Value	P-değeri Prob > F P-value Prob > F
Model (Model)	0.0008	6	0.0001	4.29	0.0500*
Doğrusal karışım (Linear mixture)	0.0005	2	0.0002	7.68	0.0222*
$X_1 * X_2$	0.0002	1	0.0002	5.10	0.0646
$X_1 * X_3$	0.0002	1	0.0002	5.24	0.0620
$X_2 * X_3$	1.049E-07	1	1.049E-07	0.0036	0.9544
$X_1^2 * X_2 * X_3$	0.0001	1	0.0001	4.90	0.0689
Uyum Eksikliği (Lack of fit)	0.0002	3	0.0001	7.19	0.0697
Hata (Pure Error)	0.0000	3	7.208E-06		
Genel (Cor total)	0.0009	12			
R^2	0.8108				

Şekil 1.'de toz çikolatalı içecek örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerine bağımsız değişkenler olan inülin, polidekstroz ve maltodekstrin oranlarının etkisi gösterilmiştir. Grafik

yorumlanmasında kırmızı renge yaklaştıkça su aktivitesinin arttığını mavi renge yaklaştığında su aktivitesinin düştüğünü ifade etmektedir.



Şekil 1. İnülin, polidekstroz ve maltodekstrin karışım oranlarının toz içecek su aktivitesi değerleri üzerindeki etkisi
Figure 1. The effect of mixing ratios of inulin, polydextrose and maltodextrin on the water activity values of powdered beverages

Toz İçeceklerin renk özellikleri

Renk gıda maddelerinin en önemli kalite göstergelerinden birtanesidir (Sarabandi ve ark., 2019). Tüketiciler üzerindeki etkisi sadece görsel algı olmayıp ayrıca ürünün çeşidi, kalitesi ve bileşimi ile ilişkilendirilmektedir (Wu ve ark., 2013). Gıda ürünlerinin yüzey rengi, tüketiciler tarafından değerlendirilen ilk kalite parametrelerinden biridir. İçeceklerin rengi bileşimindeki bileşenlerin varlığına ve konsantrasyonuna atfedilebilir (Jayeola ve Akinwale, 2002). Bu nedenle toz içecek örneklerinin başlıca renk özellikleri (L^* , a^* , b^*) ve bu özelliklerin bileşimde kullanılan inülin, polidekstroz ve maltodekstrin oranları ile ilişkisi

çalışma kapsamında incelenmiş olup, bu özelliklere ait bulgular Tablo 6.'te yer almaktadır. Renk skalası 0 ile 100 aralığında ölçülen L^* değeri ürün parlaklığı ile ilgili bilgi vermekte olup, toz içecek örnekleri 40.34 ± 0.86 - 48.62 ± 0.83 aralığında bir değişim göstermiştir. İnülin, polidekstroz ve maltodekstrin karışımının 15.64: 3.68: 3.68 oranlarında kullanılması sonucu hazırlanan 13 numaralı örnek en yüksek parlaklık değerine sahiptir. a^* ve b^* değerleri sırasıyla artan pozitif değerlerde kırmızılık ve sarılığ, azalan negatif değerlerde yeşillik ve maviliği temsil etmekte olup, içecek örneklerinde yine sırasıyla 10.79 ± 4.51 - 14.02 ± 0.43 ile 10.33 ± 0.29 - 12.84 ± 0.20 aralığında değişim göstermişlerdir.

Tablo 6. Toz içeceklerin L^* , a^* ve b^* değerleri
Table 6. L^* , a^* and b^* values of powdered beverages

No	İNÜLİN Inulin X_1 (g)	POLIDEKSTROZ Polydextrose X_2 (g)	MALTODEKSTRİN Maltodextrin X_3 (g)	L^*	a^*	b^*
1	0.00	23.00	0.00	46.70 ± 3.00^c	12.91 ± 0.90^f	11.98 ± 2.56^c
2	3.68	3.68	15.64	44.94 ± 2.33^e	13.15 ± 0.38^d	11.09 ± 0.23^b
3	23.00	0.00	0.00	46.80 ± 0.84^c	13.87 ± 0.40^b	12.14 ± 1.10^c
4	11.50	0.00	11.50	41.60 ± 0.67^d	13.02 ± 0.40^e	11.38 ± 0.54^e
5	23.00	0.00	0.00	46.80 ± 1.39^c	13.80 ± 0.14^b	12.39 ± 0.40^b
6	0.00	23.00	0.00	46.71 ± 0.85^c	12.97 ± 0.30^f	11.98 ± 0.25^c
7	0.00	0.00	23.00	47.63 ± 1.14^c	12.75 ± 0.38^g	10.33 ± 0.29^i
8	7.66	7.66	7.66	40.34 ± 0.86^h	13.31 ± 0.45^c	11.89 ± 0.53^d
9	0.00	11.50	11.50	43.49 ± 1.29^f	10.79 ± 4.51^j	11.09 ± 0.73^b
10	3.68	15.64	3.68	40.68 ± 1.52^g	14.02 ± 0.43^a	12.84 ± 0.20^a
11	0.00	0.00	23.00	47.62 ± 1.12^c	12.63 ± 0.48^h	10.23 ± 0.31^i
12	11.50	11.50	0.00	47.93 ± 1.06^b	12.34 ± 0.10^i	11.24 ± 0.22^f
13	15.64	3.68	3.68	48.62 ± 0.83^a	12.02 ± 0.15^i	10.41 ± 0.05^h

^{a,b,c}: Aynı sütundaki benzer harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.05$). (^{a,b,c}There is no statistical difference between the values indicated by similar letters in the same column) ($p > 0.05$).

Tablo 6.'da görüldüğü gibi kalite (Antonelli ve ark., 2004), karışım tasarımı değerlendirmesinde ve tüketicinin kararlarında yaklaşımı ile tahmin edilmiştir. büyük rol oynayan numunelerin renk özellikleri

Tablo 7. Toz içeceklerin L^* , a^* ve b^* değerleri için varyans analiz sonuçları

Table 7. Variance analysis results for L , a^* and b^* values of powdered beverages

Kaynak Source	L^*		a^*		b^*	
	F-Değeri F-Value	SD DF	F-Değeri F-Value	SD DF	F-Değeri F-Value	SD DF
Model (Model)	7.68*	8	58.18*	8	51.78*	8
Doğrusal karışım (Linear mixture)	0.7314	2	36.12*	2	107.94*	2
$X_1 * X_2$	1.09	1	44.21*	1	33.74*	1
$X_1 * X_3$	15.10*	1	1.99	1	0.3047	1
$X_2 * X_3$	6.15	1	169.81*	1	0.1566	1
$X_1^{2*} X_2 * X_3$	7.63	1	96.08*	1	81.62*	1
$X_2^{2*} X_1 * X_3$	21.68*	1	195.19*	1	123.64*	1
$X_3^{2*} X_2 * X_1$	0.3741	1	36.51*	1	2.77	1
Kalıntı (Residual)		4		4		4
Uyum Eksikliği (Lack of fit)	1.837E+05*	1	15.78*	1	3.47	1
Hata (Pure Error)		3		3		3
Genel (Cor total)		12		12		12

* P değerinin 0,05'den küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir. SD: Serbestlik Derecesi. (* Indicates that the P value is less than 0.05 and significant. SD: Degrees of Freedom)

İnülin, polidekstroz ve maltodekstrinin kullanım oranlarına bağlı olarak renk özelliklerinin değişimi için en uygun modeller sırasıyla lineer ve kuadratik belirlenmiştir. Bu modellere ait R^2 değerleri L^* , a^* ve b^* değerleri için sırasıyla 0.93, 0.99 ve 0.99 olarak hesaplanmıştır. R^2 değerinden de anlaşıldığı gibi inülin, polidekstroz ve maltodekstrin ilaveli içeceklerin L^* , a^* ve b^* değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 7.). Kullanılan bu bileşenlerin b^* renk değerleri üzerinde modelin uyumsuzluğu (lack of fit) ($p > 0.05$) önemsiz iken L^* ve a^* değerleri için uyumsuzluk (lack of fit) önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Şekil 1.'de toz çikolata örneklerinin b^* renk özelliği üzerine bağımsız değişkenler olan inülin, polidekstroz ve maltodekstrin oranlarının etkisi gösterilmiştir. Vissotto ve ark., (2010) Brezilya pazarında mevcut formülasyonlara benzer içerik maddeleri ve katkı maddeleri kullanılarak formüle edilen çikolatalı içecek örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 46.63–49.95, 11.93–12.16 ve 14.29–15.25 arasında renk değerleri tespit edilmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları ile karşılaştırıldığında L^* ($40.34 \pm 0.86 - 48.62 \pm 0.83$) ve

a^* ($10.79 \pm 4.51 - 14.02 \pm 0.43$) değerlerinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Toz içecek örneklerinde inülin ve maltodekstrin etkileşimi antagonistik etki göstermiş ve L^* (parlaklık) değerinin azalmasına sebep olmuştur. Toz içeceğin formülasyonunda bulunan değişken bileşenlerin birbirinden bağımsız olarak hareket eden oranları etkili olup bileşenlerin bireysel etkileri a^* değerinin artmasını sağlamıştır. Ancak inulinin polidekstroz ve inulinin maltodekstrin ile olan antagonistik etkileşimi önemli tespit edilmiş ve a^* değerini azaltıcı etki göstermiştir. Buna göre inulinin tek başına sahip olduğundan belirgin bir biçimde daha güçlü ve bütünüyle farklı bir etki gösterme eğilimleri sergilemesine sebep olmuştur. Bunun yanı sıra üç bileşenin oranları ile toz içeceklerin a^* renk değeri arasındaki ilişki çok önemli ($p < 0.01$) olarak belirlenmiştir. Ancak b^* değerleri 10.33–12.84 aralığında tespit edilmiş olup b^* değerleri sırasıyla artan pozitif değerlerde sarılığı, azalan negatif değerlerde maviliği temsil etmekte olup prebiyotik bileşenler sarılığın azalması yönünde etki göstermiştir. Bu etkiyi gözlemlemize sebep olan inülin ve polidekstrozun antagonistik etkileşimi önemli olup b^* değerinin azalmasına sebep

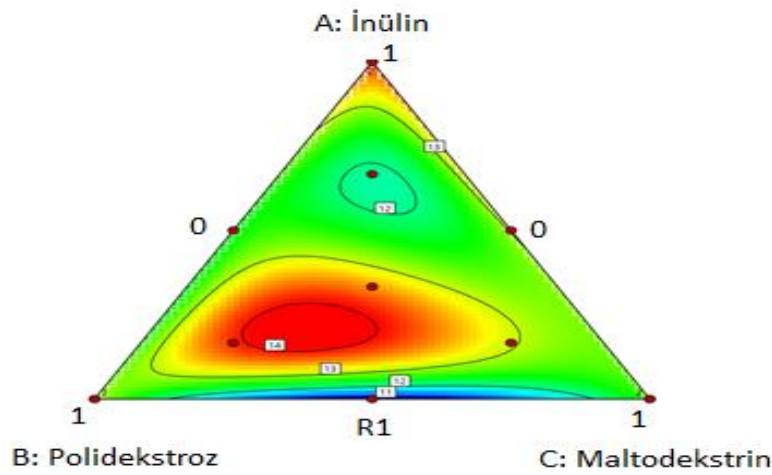
olurken bu etkileşimde polidekstrozun oranı artıkça b^* değeri üzerinde artıcı etkinin gözlemlenmesine sebep olan bu etki çok önemli ($p < 0.01$) olarak tespit edilmiştir. Prebiyotik toz çikolatalı içeceklerde, ürün bileşiminde kullanılan inülin, maltodekstrin ve polidekstroz oranlarının önemli olduğu L^* , a^* ve b^* parametreleri gibi renk özellikleri ile ilişkileri için sırasıyla aşağıdaki Eşitlik (3), Eşitlik (4) ve Eşitlik (5) oluşturulmuştur.

$$\text{Toz karışım } L^* \text{ değeri} = 46.89X_1 + 46.79X_2 + 47.71X_3 + 5.75X_1X_2 - 21.41X_1X_3 - 13.66X_2X_3 + 343.33 X_1^2X_2 X_3 - 578.81 X_1X_2^2X_3 + 76.03 X_1X_2X_3^2 \quad (3)$$

$$\text{Toz karışım } a^* \text{ değeri} = 13.84X_1 + 12.94X_2 + 12.70X_3 - 4.07X_1X_2 - 0.86X_1X_3 - 7.98X_2X_3 - 135.52X_1^2X_2 X_3 + 193.16X_1X_2^2X_3 + 83.54X_1X_2X_3^2 \quad (4)$$

$$\text{Toz karışım } b^* \text{ değeri} = 12.26X_1 + 11.97X_2 + 10.27X_3 - 3.62X_1X_2 + 0.34X_1X_3 - 0.24X_2X_3 - 126.92X_1^2X_2 X_3 + 156.22X_1X_2^2X_3 + 23.38X_1X_2X_3^2 \quad (5)$$

Eşitliklerde yer alan X_1 , inülin, X_2 , polidekstroz, X_3 ise maltodekstrini ifade etmektedir.



Şekil 2. İnülin, polidekstroz ve maltodekstrin karışım oranlarının toz içeceklerin b^* üzerindeki etkisi
Figure 2. The effect of mixing ratios of inulin, polydextrose and maltodextrin on b^* of powdered beverages

Toz İçeceklerin örneklerinin duyuşal özellikleri

Gıdaların bileşim, proses geliştirme ile yeniden formülasyon çalışmalarında duyuşal analiz kritik bir aşamadır (Sarabandi ve ark., 2019). Özellikle farklı bileşenler ile yeniden formüle edilen ürünlerin geleneksel ürün ile aynı duyuşal etkileri sağlaması tüketiciler tarafından beklenmektedir (Di Monaco ve ark., 2018). Tüketicilerin daha sağlıklı ve fonksiyonel ürünlere yönelik talepleri bulunmaktadır. Lif ve biyoaktif

maddelerce zenginleştirilmiş yeni kakao ve çikolata ürünlerinin dizayn edilmesine yönelik ilgi ve talepte de artış bulunmaktadır (Cappa ve ark., 2015).

Ancak bu yeni ürünlerin de geleneksel olanlarla aynı duyuşal özelliklere sahip olmasını talep etmektedirler. Haz amaçlı olan ürünlere ise duyuşal özelliklerde önemli sapmalar meydana gelmeden yeni ürün geliştirmek daha da önemli bir sorundur.

Tablo 8. Toz içeceklerin duyu özelliklerinin değerleri
 Table 8. Values of sensory properties of powdered beverages

No	İnülin <i>Inulin</i> X ₁ (%)	Polidekstroz <i>Polydextrose</i> X ₂ (%)	Maltodeksrin <i>Maltodextrin</i> X ₃ (%)	Asılı Parçacıklar <i>Suspended particles</i>	Kremisi <i>Creamy</i>	Kıvam <i>Consistency</i>
1	0.00	23.00	0.00	4.75±3.28 ^a	3.50±3.11 ^f	6.12±2.79 ^e
2	3.68	3.68	15.64	3.25±2.43 ^c	3.12±2.16 ^g	5.12±2.41 ⁱ
3	23.00	0.00	0.00	2.37±2.72 ^d	3.62±2.44 ^e	5.12±2.41 ⁱ
4	11.50	0.00	11.50	2.12±1.72 ^f	3.87±1.80 ^c	5.37±1.06 ^g
5	23.00	0.00	0.00	2.25±2.43 ^e	3.17±1.68 ^g	5.50±2.67 ^g
6	0.00	23.00	0.00	4.25±2.37 ^b	3.12±1.45 ^g	6.25±1.28 ^d
7	0.00	0.00	23.00	1.62±2.72 ⁱ	2.62±1.76 ^h	5.25±2.12 ^h
8	7.66	7.66	7.66	1.75±0.70 ^h	4.87±1.80 ^a	6.62±1.06 ^b
9	0.00	11.50	11.50	1.25±0.43 ^j	4.62±2.50 ^b	6.50±1.30 ^c
10	3.68	15.64	3.68	3.25±3.61 ^c	4.37±2.06 ^c	6.75±1.03 ^a
11	0.00	0.00	23.00	1.87±1.45 ^g	2.25±1.90 ⁱ	5.25±1.92 ^h
12	11.50	11.50	0.00	2.75±1.38 ^c	3.12±2.16 ^g	6.00±2.13 ^f
13	15.64	3.68	3.68	1.50±0.75 ⁱ	3.75±2.65 ^d	6.12±2.03 ^e

Ortalama ± Standart Sapma; Toplam panelist sayısı 10'dur (20-35 yaş); 1= çok kötü, 9=çok iyi. (Mean ± Standard Deviation; The total number of panelists is 10 (20-35 years old); 1 = very bad, 9 = very good)

Tablo 9. Toz içeceklerin duyu özelliklerinin değerleri (Devamı)
 Table 9. Values of sensory properties of powdered beverages (Continued)

No	İnülin <i>Inulin</i> X ₁ (%)	Polidekstroz <i>Polydextrose</i> X ₂ (%)	Maltodeksrin <i>Maltodextrin</i> X ₃ (%)	Renk <i>Colour</i>	Tatlı <i>Sweetness</i>	Dengeli <i>Balanced</i>	Genel Beğeni <i>Overall accep</i>
1	0.00	23.00	0.00	7.12±3.90 ^e	4.87±2.94 ^h	4.75±2.54 ^j	5.62±3.11 ^h
2	3.68	3.68	15.64	7.25±3.73 ^d	5.00±2.44 ^g	4.00±2.67 ^k	5.85±2.16 ^g
3	23.00	0.00	0.00	7.62±2.77 ^c	4.87±2.23 ^h	5.45±2.32 ^g	7.62±2.44 ^c
4	11.50	0.00	11.50	7.75±3.10 ^c	5.87±1.88 ^e	5.12±2.47 ⁱ	5.87±1.80 ^f
5	23.00	0.00	0.00	7.87±1.92 ^b	5.62±1.30 ^f	5.50±1.60 ^f	7.60±1.68 ^c
6	0.00	23.00	0.00	7.25±1.90 ^d	6.62±1.76 ^b	4.87±0.83 ⁱ	5.25±1.45 ⁱ
7	0.00	0.00	23.00	7.25±3.19 ^d	5.00±2.87 ^g	6.00±2.20 ^d	7.00±1.76 ^e
8	7.66	7.66	7.66	8.25±1.66 ^a	6.37±1.92 ^c	6.50±1.51 ^a	7.87±1.80 ^b
9	0.00	11.50	11.50	8.25±1.48 ^a	6.75±1.75 ^a	6.37±1.30 ^b	8.12±2.50 ^a
10	3.68	15.64	3.68	7.12±2.74 ^e	6.25±1.98 ^c	6.00±1.51 ^c	8.12±2.06 ^a
11	0.00	0.00	23.00	7.62±1.84 ^c	6.25±1.45 ^c	6.12±2.10 ^c	7.62±1.90 ^c
12	11.50	11.50	0.00	7.87±1.55 ^b	6.15±1.66 ^d	5.25±1.66 ^h	7.87±2.16 ^b
13	15.64	3.68	3.68	7.87±1.64 ^b	6.37±2.61 ^c	5.75±1.48 ^e	7.37±2.65 ^d

^{a,b,c}: Aynı sütundaki benzer harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak fark yoktur. (p>0,05). Ortalama ± Standart Sapma; Toplam panelist sayısı 10'dur (20-35 yaş); 1= çok kötü, 9=çok iyi. (^{a,b,c}There is no statistical difference between the values indicated by similar letters in the same column) (p>0,05). (Mean ± Standard Deviation; The total number of panelists is 10 (20-35 years old); 1 = very bad, 9 = very good)

Toz içecek örneklerinin başlıca duyu özellikleri ve bu özelliklerin bileşimde kullanılan inülin, polidekstroz ve maltodeksrin oranları ile ilişkisi çalışma kapsamında incelenmiş olup, bu özelliklere ait bulgular Tablo 8. ve Tablo 9.'da yer almaktadır. Toz prebiyotik çikolata örneklerinin asılı parçacıklar, kremisi ve kıvam özellikleri sırasıyla 1.25±0.43-4.75±3.78, 2.25±1.90-4.87±1.80, 5.12±2.41-6.75±1.03, aralıklarında puanlanırken renk, tatlılık, dengeli ve genel beğeni özellikleri sırasıyla 7.12±2.74-8.25±1.66, 4.87±2.94-6.75±1.75, 4.75±2.54-6.50±1.51, 5.25±1.45-8.12±2.06 aralıklarında puanlanmıştır.

Kıvam verici ajan olarak prebiyotikler ile hazırlanan 9 numaralı örnek duyu özellikleri arasında genel beğeni parametresinde en yüksek puan değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. İnülin, polidekstroz ve maltodeksrin kullanım oranlarına bağlı olarak duyu özelliklerinin değişimi (asılı parçacıklar, renk, kıvam, kremsilik, tatlılık, dengeli ve genel beğeni) için en uygun modeller sırasıyla lineer ve kuadratik olarak belirlenmiştir. Bu modellere ait R² değerleri sırasıyla 0.94, 0.47, 0.80, 0.96, 0.86, 0.84 ve 0.96 olarak tespit edilmiştir (Tablo 10. ve Tablo 11.). İnülin, polidekstroz ve maltodeksrinin asılı

parçacıklar, kremi, kıvam, genel beğeni özellikleri üzerindeki etkilerine ait modeller önemli olarak belirlenmiştir. Bunlardan renk özelliklerine ait modellere R^2 değeri güvenilirlik açısından düşük bir değere sahiptir. Renk, tatlılık ve dengeli tat parametreleri için oluşturulan model önemli

bulunmamıştır ($p>0.05$). Kullanılan bu bileşenlerin renk, kremi, kıvam, tatlılık, dengeli değerleri parametresi üzerinde modelin uyumsuzluğu (lack of fit) ($p>0.05$) önemsiz iken asılı parçacıklar için uyumsuzluk (lack of fit) önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 10. Toz içeceklerin asılı parçacıklar, renk, kıvam, kremsilik özellikleri üzerine etkisi

Table 10. The effect of powdered beverages on suspended particles, colour, consistency, creamy

Kaynak	Asılı Parçacıklar Suspended particles		Renk Colour		Kremi Creamy		Kıvam Consistency	
	F	DF	F	DF	F	DF	F	DF
Model Model	8.018*	8	1.26	5	5.72*	5	12.53*	8
Doğrusal karışım Linear mixture	19.12*	2	1.09	2	2.40	2	26.00	2
X₁ * X₂	1.29	1	0.5375	1	0.0045	1	0.9658	1
X₁ * X₃	0.1252	1	0.0175	1	4.25	1	0.0693	1
X₂ * X₃	612.72*	1	3.19	1	17.65	1	11.09	1
X₁²* X₂* X₃	7.70	1	96.08				6.92	1
X₂²* X₁* X₃	0.1241	1					5.89	1
X₃²* X₂* X₁	9.27*	1					11.86	1
Kalıntı Residual		4		7		7		4
Uyum Eksikliği Lack of fit	0.0410*	1	6.22	4	5.13	4	3.13	1
Hata (Pure Error)		3		3		3		3
Genel (Cor total)		12		12		12		12
R²	0.9413		0.4735		0.8033		0.9616	

*P değerinin 0,05'den küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir. (*Indicates that the P value is less than 0.05 and significant)

Tablo 11. Toz içeceklerin tatlılık, dengeli ve genel beğeni özellikleri üzerine etkisi (Devamı)

Table 11. Effect of powdered beverages on sweetness, balanced and general taste (Continued)

Kaynak	Tatlı Sweetness		Dengeli Balanced		Genel Beğeni Overall acceptability	
	F	DF	F	DF	F	DF
Model (Model)	3.33	8	2.69	8	12.41	8
Doğrusal karışım (Linear mixture)	6.69	2	0.8690	2	6.57	2
X₁ * X₂	0.1918	1	0.0001	1	10.93*	1
X₁ * X₃	0.1238	1	1.89	1	17.54*	1
X₂ * X₃	0.5467	1	2.33	1	18.72*	1
X₁²* X₂* X₃	7.11	1	3.58	1	0.8888	1
X₂²* X₁* X₃	0.0103	1	4.06	1	9.95*	1
X₃²* X₂* X₁	10.00	1	10.21	1	13.31*	1
Kalıntı (Residual)		4		4		4
Uyum Eksikliği Lack of fit	9.53	1	180.93*	1	2.66	1
Hata (Pure Error)		3		3		3
Genel (Cor total)		12		12		12
R²	0.8694		0.8432		0.9613	

*P değerinin 0.05'den küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir. (*Indicates that the P value is less than 0.05 and significant)

Tablo 10. ve Tablo 11.'de toz içecek örneklerinin asılı parçacıklar, renk, kıvam, kremsilik, tatlılık, dengeli ve genel beğeni özellikleri üzerine inülin, polidekstroz ve maltodekstrin oranlarının etkisi gösterilmiştir.

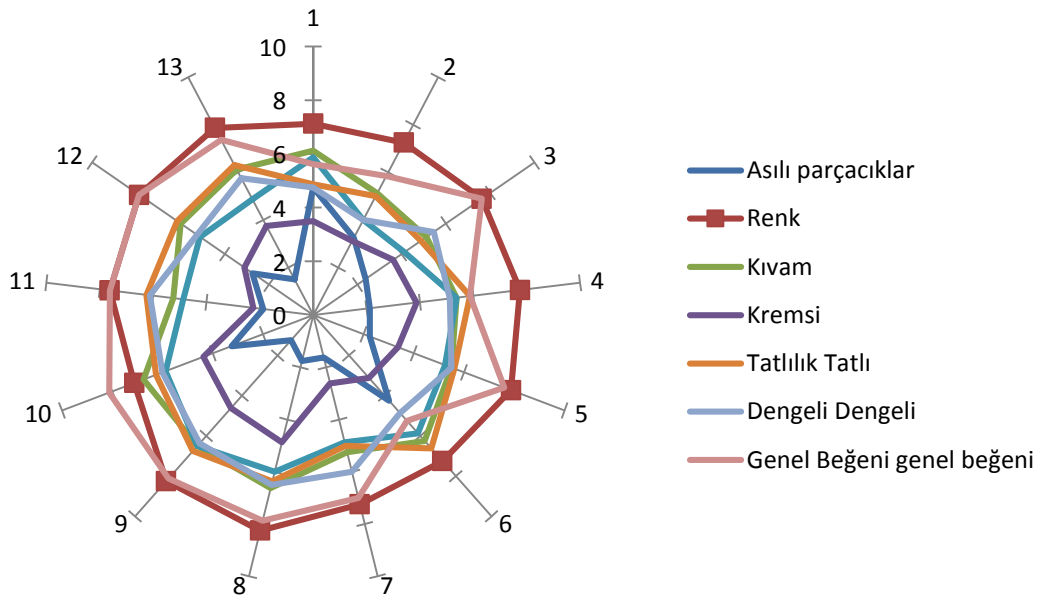
Varyans analiz sonuçlarından anlaşıldığı üzere asılı parçacıklar ve bitter parametrelerinin panelistler tarafından algılanmasında yalnızca inülin, polidekstroz ve maltodekstrinin birbirinden bağımsız olarak hareket eden oranlarının etkili

olduğu ve bunun da önemli olduğu tespit edilmiştir. Polidekstroz ve maltodekstrinin antagonistik etkileşiminin etksi önemlidir ($p<0.05$) ve asılı parçacıkların miktarının azalttığını sonucuna varılmıştır.

Toz çikolatalı içeceklerde yağ içeriğinin kıvam, renk ve aroma algılama derecesiyle pozitif yönde bir korelasyon olduğu Doğan ve ark., (2016)' da yaptığı çalışmada tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada yağ içeriği sabit olup prebiyotik bileşenlerin ağızda yağ hissi bırakma özelliği panelistler tarafından algılanmış ve maltodekstrin ile polidekstrozun sinerjistik etkileşimi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş ve kremsilik özelliğini artırmıştır.

Toz çikolatalı içeceklerin yeniden formüle edilmesinde kullanılan prebiyotik bileşenlerin ortak özelliği kıvam artırıcı, emülsifiye edici, kayganlaştırıcı ve stabilizatör özelliklerinden dolayı tercih edilmiştir. Toz içeceklerden beklediğimiz kıvam duysal özelliği üzerinde değişkenlerin birbirinden bağımsız olarak hareket eden oranları artırıcı yönde etkili ve önemli ($p<0.05$) olduğu polidekstroz ve maltodekstrinin sinerjistik etki göstererek kıvamı artırdığı istatistiksel değerlendirmede ortaya konmuştur.

Genel olarak prebiyotik bileşenlerin tek tek kullanılmasının diğer bileşenlerle karışım halinde kullanımına göre tatlılık düzeyinin azalmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Bu değerlendirmelerin sebebi soğuk tüketim anında inülin sakaroza (sukroz = 1) kıyasla 0.1'lik nispi tatlılığa sahiptir, bu da şekerden 10 kat daha az tatlı olduğu anlamına gelmektedir. Ancak sıcak koşullarda inülin şeker olarak değil yağ ikamesi olarak kullanıldığı için pratikte hiç tatlılığa sahip değildir (Anonim,2021). Bunun yanı sıra maltodekstrinler neredeyse şekerlidir (sakkarozun %0-%5 tatlılığı), ve suda kolayca çözünürler (Tiefenbacher, 2017) bu da tatlılığı azalmasını etkileyen bir faktör olmaktadır. Polidekstroz ise tatlı değildir ancak hafif ekşi bir tada sahiptir ve bu nedenle tatlılık eklemeyen gıdaya doku katabilir. Kek, şekerleme, puding ve tatlılar gibi gıdalarda genellikle şeker, nişasta ve yağın yerine kullanılır (Tiefenbacher, 2017). Koyulaştırıcı olarak seçilen prebiyotiklerin algılanan tat düzeylerini değiştirmelerinin sebebi yapılarındaki özelliklerden kaynaklandığı ön görülmektedir.Şekil.3.'de toz çikolatalı örneklerin duysal özelliklerinin örneklere göre değerlendirildiği dairesel grafik gösterilmiştir.



Şekil.3. İnülin, polidekstroz ve maltodekstrin karışım oranlarının toz içeceklerin duysal özellikleri üzerine etkisi
Fig.3. The effect of mixing ratios of inulin, polydextrose and maltodextrin on the sensory properties of powdered beverages

Şekil 4.'de toz çikolatalı içecek örneklerinin genel kabul edilebilirlik üzerine inülin, polidekstroz ve maltodeksrin oranlarının etkisi gösterilmiştir. Prebiyotik toz çikolatalı içeceklerde, ürün bileşiminde kullanılan inülin ve polidekstrozun etkilşimi önemli ($p<0.05$) bulunurken polidekstroz ve maltodeksrin sinerjistik ekileşiminin çok önemli ($p<0.01$) olduğu her iki etkileşiminde genel beğeni arttırdığı tespit edilmiştir. Toz içeceklerde değişken üç bileşenin oranları ile genel arzu edilebilirlik arasındaki ilişki kuadratik etki ile gösterilmiş olup bu etkiler önemli olduğu sağtanmıştır. Prebiyotik oranlarının önemli olduğunun belirlendiği asılı parçacıklar, renk, kıvam, kremisi, tatlılık, dengeli ve genel beğeni parametreleri gibi duyuşal özellikleri ile ilişkileri için sırasıyla Eşitlik (6), Eşitlik (7), Eşitlik (8), Eşitlik (9), Eşitlik (10) ve Eşitlik (11) oluşturulmuştur.

$$\text{Asılı parçacık} = 2.34X_1 + 4.53X_2 + 1.77X_3 - 2.28X_1X_2 + 0.70X_1X_3 - 7.15X_2X_3 - 125.54X_1^2X_2X_3 + 15.94X_1X_2^2X_3 + 137.80X_1X_2X_3^2 \quad (6)$$

$$\text{Renk} = 7.79X_1 + 7.13X_2 + 7.39X_3 + 1.11X_1X_2 + 0.19X_1X_3 + 2.69X_2X_3 \quad (7)$$

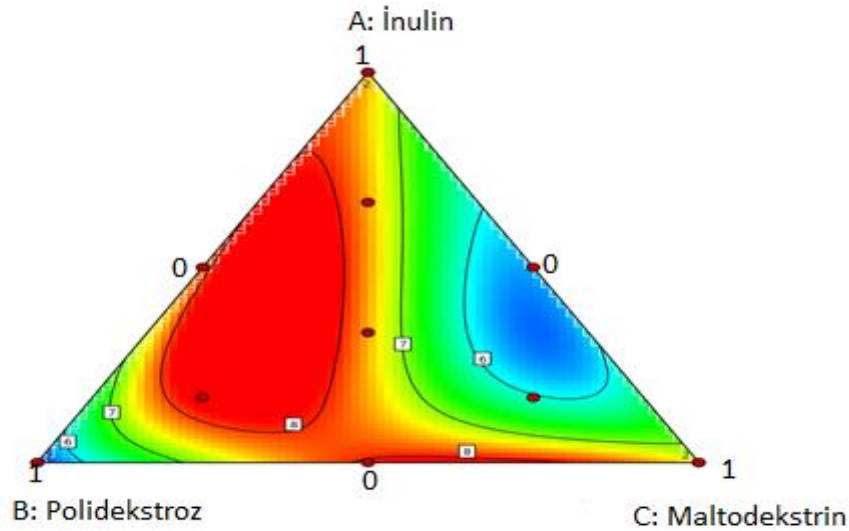
$$\text{Kremisi} = 3.48X_1 + 3.35X_2 + 2.31X_3 - 0.11X_1X_2 + 3.60X_1X_3 + 7.34X_2X_3 \quad (8)$$

$$\text{Kıvam} = 5.30X_1 + 6.17X_2 + 5.24X_3 + 0.88X_1X_2 + 0.23X_1X_3 + 3.01X_2X_3 + 53.62 X_1^2X_2X_3 + 49.48X_1X_2^2X_3 - 70.22 X_1X_2X_3^2 \quad (9)$$

$$\text{Tatlı} = 5.73X_1 + 6.73X_2 + 6.11X_3 - 0.61X_1X_2 - 0.49X_1X_3 + 1.03X_2X_3 + 83.83X_1^2X_2X_3 + 3.19X_1X_2^2X_3 - 99.41X_1X_2X_3^2 \quad (10)$$

$$\text{Genel Beğeni} = 5.44X_1 + 4.78X_2 + 6.03X_3 - 0.020X_1X_2 - 3.00X_1X_3 + 3.33X_2X_3 + 93.15X_1^2X_2X_3 + 99.09X_1X_2^2X_3 - 157.23X_1X_2X_3^2 \quad (11)$$

Eşitliklerde yer alan X_1 , inülin, X_2 , polidekstroz, X_3 ise maltodekstrini ifade etmektedir.



Şekil 4. İnülin, polidekstroz ve maltodeksrin ile hazırlanan toz içeceklerin genel beğeni üzerindeki etkisi
Figure 4. The effect of powdered beverages prepared with inulin, polydextrose and maltodextrin on general taste

Toz içeceklerin örneklerinin optimum formülasyonu

Bu çalışmada prebiyotik bileşenlerin koyulaştırıcı ajan olarak kullanıldığı formülasyonlarda inülin, polidekstroz ve maltodeksrin düzeylerinin optimizasyonu için genel kabul edilebilirlik parametresinin maksimum düzeye ulaşması için ürün bileşimi optimize edilmiştir. Her üç bağımsız değişken içinde optimizasyon sonucunda belirlenen dizayn noktalarına ait istenebilirlik değeri (desirability)

genel beğeni için 0.87 olup dizayn noktaları ise inülin için 0.29, polidekstroz ve maltodekstrin içinse sırayla 0.53 ve 0.16 kod değerleri olarak belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları dikkate alındığında prebiyotik koyulaştırıcı ajanlar kullanılarak duyuşal özellikleri kabul edilebilir nitelikte olan toz çikolatalı içecek eldesi sağlayabileceğini ortaya çıkartmıştır. Bu sonuç ise düşük kalorili ve yüksek lif içeriğine sahip ürün geliştirme açısından önemli avantajlar sağlayabilmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, üstün fizikokimyasal özelliklere ve arzu edilen duyuşal niteliklere sahip inülin, polidekstroz ve maltodekstrin içeren toz çikolatalı içecek üretimi sağlanmıştır. Yapılan çalışma kapsamında toz çikolatalı içeceklerde kaloriyi azaltmak ve sağlık fonksiyonu kazandırmak için ilave edilen prebiyotik bileşenlerin tipi ve konsantrasyonunun son ürün duyuşal ve renk özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda üretilen toz içeceklerin formülasyona eklenen inülin, polidekstroz ve maltodekstrinin yalnızca karışımda bulunan bileşenlerin birbirinden bağımsız olarak hareket eden oranlarının etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin su aktivitesi <0.60'dan düşük olduğu için mikrobiyolojik açıdan güvenilir bir ürün üretilmiştir. Renk özellikleri değerlendirilen toz içecek örneklerinin inülin ve polidekstroz sinerjistik etkileşimi sarılığın azalması yönünde etki gösterirken benzer etki a* renk değerinde gözlemlenmemiş ve a* değerinde düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. a* ve b* değerleri örneklerin kroma renk özelliğini etkilediğinden dolayı örneklerin tüketici tarafından algılanan görsel rengi ve rengin saflık oranını etkileyen inülin ve polidekstroz sinerjistik etkisinin önemli olduğu tespi edilmiştir. İçecek örneklerinde üç farklı prebiyotik karışımının parlaklık değeri üzerinde etkisi ise önemsiz olarak belirlenmiştir. Toz içecek örneklerinde inülin, polidekstroz ve maltodekstrinin kullanım oranlarına bağılı olarak duyuşal özelliklerinin değışimi incelenmiştir. Toz içeceklerin sıcak su ile karıştırma sonrası yüzeyde gözlenen asılı parçacıklar polidekstroz ve maltodekstrin kullanım oranından etkilenmiş ve bu iki prebiyotiğın formülasyondaki kullanım oranı artıkça asılı parçacık miktarını azalttığı tespit edilirken diğertarafından da içeceklerin kıvamının ve kremsiliğın artırdığı ve bu etkinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Toz çikolatalı içeceklerin panelistler tarafından genel beğeni özelliğideğerlendirilmiş ve polidekstroz ve maltodekstrin kullanım oranı fazla olan örneklerin genel beğeni oranının yüksek

olduğı tespit edilmiştir.

Toz çikolatalı içeceklerin duyuşal analiz değerlendirmelerinde en çok beğenilen optimum formülasyon oran ve bileşenleri; 5g şeker, 6g kakao tozu, 2g kahve kreması, 6.76 g inülin, 12.35g polidekstroz ve 3.89 maltodekstrin olarak bulunmuştur. Mevcut çalışmanın bulguları, ticari ölçekte optimum kalitede prebiyotik içeren toz çikolatalı içecek geliştirmek için kullanılabilir. Prebiyotik ürünler diğertarafından da çikolatalı instant ürünlerde ve instant içeceklerde uygulanabilir ve ürün özelliklerine etkisi araştırılabilir. Bu çalışmanın fonksiyonel gıda üretimi kapsamında alternatif çikolatalı içecek üretimi ile literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ekler

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda Şirin OBA İLTER danışmanlığında yürütölen Osman Yılmaz'ın 2021 yılında tamamlanan Yüksek Lisans Tezi' nin bir kısmından oluşmaktadır. Bu çalışma Amasya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FMB-BAP 19-0425 nolu proje kapsamında desteklenmiştir ve projeye sağladığı destek için Amasya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' ne teşekkürlerimizi sunarız.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazar Katkısı: Şirin OBA İLTER çalışmayı tasarlamış, Şirin OBA İLTER ve Osman Yılmaz içecek üretimini, laboratuvar analizlerini ve istatistiksel analizleri gerçekleştirmiş, her iki yazar da makalenin yazımında yer almıştır.

Kaynaklar

- Alexander, R. J. (1998). Sweeteners. Nutritive. *American Association of Cereal Chemists*, 116p.
- Antonelli, A., Cocchi, M., Fava, P., Foca, G., Franchini, G. C., Manzini, D., & Ulrici, A. (2004). Automated evaluation of food colour by means of multivariate image analysis coupled to wavelet-based

- classification algorithm. *Analytica Chimica Acta*, 515, 3–13.
- Aribah, S. A., Sanjaya, A. P., Muhammad, D. R. A., & Praseptianga, D. (2020). Sensorial and physical properties of chocolate beverage prepared using low fat cocoa powder. *In AIP Conference Proceedings*(Vol. 2219, No. 1, p. 070007). AIP Publishing LLC.
- Beckett, S. T. (Ed.). (2011). *Industrial chocolate manufacture and use*. John Wiley & Sons.
- Bezerra, M. A., Lemos, V. A., Novaes, C. G., de Jesus, R. M., Souza Filho, H. R., Araújo, S. A., & Alves, J. P. S. (2020). Application of mixture design in analytical chemistry. *Microchemical Journal*, 152, 104336.
- Cappa, C., Lavelli, V., & Mariotti, M. (2015). Fruit candies enriched with grape skin powders: physicochemical properties. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 569-575.
- Chatterjee, G., De Neve, J., Dutta, A., & Das, S. (2015). Formulation and statistical evaluation of a ready-to-drink whey based orange beverage and its storage stability. *Revista mexicana de ingeniería química*, 14(2), 253-264.
- Chaturvedi, S., Khartad, A., & Chakraborty, S. (2021). The potential of non-dairy synbiotic instant beverage powder: Review on a new generation of healthy ready-to-reconstitute drinks. *Food Bioscience*, 42, 101195.
- Delzenne, N. M., Neyrinck, A. M., & Cani, P. D. (2013). Gut microbiota and metabolic disorders: how prebiotic can work?. *British Journal of Nutrition*, 109(S2), S81-S85.
- Di Monaco, R., Miele, N. A., Cabisidan, E. K., & Cavella, S. (2018). Strategies to reduce sugars in food. *Current opinion in food science*, 19, 92-97.
- Dogan, M., Aktar, T., Toker, O. S., & Tatlisu, N. B. (2015). Combination of the simple additive (saw) approach and mixture design to determine optimum cocoa combination of the hot chocolate beverage. *International Journal of Food Properties*, 18(8), 1677-1692.
- Dogan, M., Aslan, D., Aktar, T., & Sarac, M. G. (2016). A methodology to evaluate the sensory properties of instant hot chocolate beverage with different fat contents: multi-criteria decision-making techniques approach. *European Food Research and Technology*, 242(6), 953-966.
- Dogan, M., Toker, O. S., & Goksel, M. (2011). Rheological behaviour of instant hot choco-late beverage: Part 1. Optimization of the effect of different starches and gums. *Food Biophysics*, 6(4), 512-518.
- Eduardo, M. F., Correa De Mello, K. G. P., Polakiewicz, B., & Da Silva Lannes, S. C. (2018). Evaluation of chocolate milk beverage formulated with modified chitosan. *J. Agr. Sci. Tech.* Vol. 16: 1301-1312
- Fagan, A. M., Mintun, M. A., Mach, R. H., Lee, S. Y., Dence, C. S., Shah, A. R., ... & Holtzman, D. M. (2006). Inverse relation between in vivo amyloid imaging load and cerebrospinal fluid Aβ42 in humans. *Annals of neurology*, 59(3), 512-519.
- Folkenberg, D. M., Bredie, W. L., & Martens, M. (1999). Sensory-rheological relationships in instant hot cocoa drinks. *Journal of Sensory Studies*, 14(2), 181-195.
- Gama, A. P., Hung, Y. C., & Adhikari, K. (2019). Optimization of emulsifier and stabilizer concentrations in a model peanut-based beverage system: A mixture design approach. *Foods*, 8(4), 116.
- Guimarães, J. T., Silva, E. K., Costa, A. L. R., Cunha, R. L., Freitas, M. Q., Meireles, M. A. A., & Cruz, A. G. (2018). Manufacturing a prebiotic whey beverage exploring the influence of degree of inulin polymerization. *Food Hydrocolloids*, 77, 787-795.
- Homayouni, A., Amini, A., Keshtiban, A.K., Mortazaviana, A, M., Esazadeh, K., Pourmoradian S.(2014).Resistant starch in food industry: A changing outlook for consumer and producer. *Starch/Stärke*. 66, 102–114
- Hough, G., Sánchez, R., Barbieri, T., & Martínez, E. (1997). Sensory optimization of a powdered chocolate milk formula. *Food quality and preference*, 8(3), 213-221.
- Janjarasskul, T., Tananuwong, K., Phupoksakul, T., & Thaiphanit, S. (2020). Fast dissolving, hermetically sealable, edible whey protein isolate-based films for instant food and/or dry ingredient pouches. *LWT*, 134, 110102.
- Jayeola, C. O., & Akinwale, T. O. (2002). Utilization of kolanut and cocoa in beverage production. *Nutrition & Food Science*, 32(1), 21-23.
- Kokubun, S., Ratcliffe, I., & Williams, P. A. (2015). The emulsification properties of octenyl-and dodecenylnsuccinylated inulins. *Food Hydrocolloids*, 50, 145-149.
- Küçüköner, E., & Doğan, İ. S. (1999). Gıda sanayinde kullanılan bazı yağ ikameleri ve özellikleri. *Dünya Gıda*, 41, 47-50.
- Liao, W., Li, W., Liu, S., Tang, D., Chen, Y., Wang, Y., ... & Huang, J. (2022). Potential prebiotic effects of nonabsorptive components of Keemun and Dianhong black tea: an in vitro study. *Food Science and Human Wellness*, 11(3), 648-659.
- Luo, D., Li, Y., Xu, B., Ren, G., Li, P., Li, X., ... & Liu, J. (2017). Effects of inulin with different degree of polymerization on gelatinization and retrogradation of wheat starch. *Food chemistry*, 229, 35-43.
- Mayakkannan, R. (2018). Impact of Buying Behaviour of Consumers towards Instant Food Products in Chennai District. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 119(12), 16279-16286.
- Mazo Rivas, J. C., Dietze, M., Zahn, S., Schneider, Y., & Rohm, H. (2018). Diversity of sensory profiles and physicochemical characteristics of commercial hot chocolate drinks from cocoa powders and block chocolates. *European Food Research and Technology*, 244(8), 1407-1414.
- Ostrowska-Ligęza, E., & Lenart, A. (2015). Influence of water activity on the compressibility and mechanical properties of cocoa products. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 1054-1060.
- Peredo, A. G., Beristain, C. I., Pascual, L. A., Azuara, E., & Jimenez, M. (2016). The effect of prebiotics on the viability of encapsulated probiotic bacteria. *LWT*, 73, 191-196.
- Quek, S. Y., Chok, N. K., & Swedlund, P. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 46(5), 386-392.

- Ramírez-Sucre, M. O., & Vélez-Ruiz, J. F. (2011). The physicochemical and rheological properties of a milk drink flavoured with cajeta, a Mexican caramel jam. *International journal of dairy technology*, 64(2), 294-304.
- Rastall, R. A., & Gibson, G. R. (2015). Recent developments in prebiotics to selectively impact beneficial microbes and promote intestinal health. *Current Opinion in Biotechnology*, 32, 42-46.
- Ricci, G., Borgo, F., Ferrario, C., & Fortina, M. (2011). Cocoa powder as delivery medium for probiotic Lactobacillus strains. *Advances in Microbiology*, 1(1), 1-6.
- Sarabandi, K., Jafari, S. M., Mahoonak, A. S., & Mohammadi, A. (2019). Application of gum Arabic and maltodextrin for encapsulation of eggplant peel extract as a natural antioxidant and color source. *International journal of biological macromolecules*, 140, 59-68.
- Scher, T. (2020). An investigation of thickened hot chocolate recipes: trialing multiple factors to determine a mildly thick consistency mixture within the IDDSI framework.
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H. R., ... & Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate polymers*, 147, 444-454.
- Siemons, I., Veser, J., Boom, R. M., Schutyser, M. A. I., & van der Sman, R. G. M. (2022). Rheological behaviour of concentrated maltodextrins describes skin formation and morphology development during droplet drying. *Food Hydrocolloids*, 126, 107442.
- Stępień, A., Witczak, M., & Witczak, T. (2020). Moisture sorption characteristics of food powders containing freeze dried avocado, maltodextrin and inulin. *International journal of biological macromolecules*, 149, 256-261.
- Tiefenbacher, K. F., & Tiefenbacher, K. F. (2017). Technology of Main Ingredients Sweeteners and Lipids. *Wafer and Waffle*, 123-225.
- Vissotto, F. Z., Jorge, L. C., Makita, G. T., Rodrigues, M. I., & Menegalli, F. C. (2010). Influence of the process parameters and sugar granulometry on cocoa beverage powder steam agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 97(3), 283-291.
- Warren, F., & Harris, S. (2018). Starch: the best and worst of nutrients. *The Biochemist*, 40(4), 26-29.
- Wu, M., Giel, K. E., Skunde, M., Schag, K., Rudofsky, G., de Zwaan, M., ... & Friederich, H. C. (2013). Inhibitory control and decision making under risk in bulimia nervosa and binge-eating disorder. *International Journal of Eating Disorders*, 46(7), 721-728.
- Yanes, M., Durán, L., & Costell, E. (2002). Effect of hydrocolloid type and concentration on flow behaviour and sensory properties of milk beverages model systems. *Food hydrocolloids*, 16(6), 605-611.
- Zong, X., Zhang, X., Bi, K., Zhou, Y., Zhang, M., Qi, J., ... & Fu, M. (2021). Novel emulsion film based on gelatin/polydextrose/camellia oil incorporated with *Lactobacillus pentosus*: Physical, structural, and antibacterial properties. *Food Hydrocolloids*, 121, 107063.