



Temperleme Sıcaklıklarının Çikolatanın Duyusal Özelliklerine Etkisi (Effect of Tempering Temperatures on Sensory Properties of Chocolate)

* Ahmet YARIŞ^a , Nuri Anıl MAZLUM^b , Rüveyda BOZ^b , Nurgül SARILIR^b 

^a Mersin University, Faculty of Tourism, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Mersin/Türkiye

^b Mersin University, Institute of Social Sciences, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Mersin/Türkiye

Makale Geçmişi

Gönderim Tarihi: 15.01.2025

Kabul Tarihi: 25.07.2025

Anahtar Kelimeler

Çikolata

Temperleme sıcaklığı

Duyusal kalite

Duyusal değerlendirme

Gastronomy

Öz

Bu çalışma, farklı temperleme sıcaklıklarının çikolatanın duyusal kalite özellikleri üzerindeki etkilerini bilimsel bir yaklaşımla incelemeyi amaçlamaktadır. Temperleme işlemi, çikolatanın polimorfik kakao yağı kristallerinin düzenlenmesi yoluyla ürünün görünüm, doku, tat ve erime profili gibi duyusal parametrelerini doğrudan etkileyen kritik bir aşama olarak kabul edilmektedir. Araştırma sürecinde, aynı marka kuvertür çikolatalar, belirlenen farklı temperleme sıcaklıklarında işlenmiş ve bu numuneler, tat, aroma, doku ve genel beğenilebilirlik kriterleri çerçevesinde duyusal değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Uygulama, 6–10 Ocak 2025 tarihleri arasında, Mersin ilinin merkez ilçelerinde bulunan tanınmış bir pastanenin servis alanında, gönüllü olarak katılan ve duyusal değerlendirme konusunda yarı eğitilmiş 22 panelist ile gerçekleştirilmiştir. Veriler, panelistlerin her bir çikolata numunesi için doldurduğu standartlaştırılmış duyusal analiz formlarından elde edilmiştir. İstatistiksel analizlerde, Friedman ve Wilcoxon işaretli sıralar testleri kullanılarak veriler değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, temperleme sıcaklıklarının çikolatanın duyusal kalite parametreleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara yol açtığını ortaya koymuştur ($p < 0.05$).

Keywords

Chocolate

Tempering temperature

Sensory quality

Sensory evaluation

Gastronomy

Abstract

This study aims to scientifically investigate the effects of different tempering temperatures on the sensory quality attributes of chocolate. The tempering process is considered a critical stage that directly influences the sensory characteristics of the product, such as appearance, texture, taste, and melting profile, by regulating the polymorphic cocoa butter crystals. In this research, the same brand of couverture chocolates was tempered at varying temperatures, and the resulting samples were evaluated based on sensory criteria including taste, aroma, texture, and overall acceptability. The study was conducted between January 6 and 10, 2025, in the service area of a well-known pastry shop located in the central districts of Mersin, with 22 voluntarily participating panelists who were semi-trained in sensory evaluation. Data were collected from standardized sensory analysis forms completed by the panelists for each chocolate sample. Statistical evaluation was performed using the Friedman and Wilcoxon signed-rank tests. The analysis revealed that tempering temperatures led to statistically significant differences in the sensory quality parameters of the chocolate ($p < 0.05$).

Makalenin Türü

Araştırma Makalesi

* Sorumlu Yazar

E-posta: ahmetyaris@yahoo.com (A. Yariş)

DOI: 10.21325/jotags.2025.1675

GİRİŞ

Çikolata üretim sürecinde temperleme işlemi, ürünün fizikokimyasal ve duyuşal niteliklerini doğrudan etkileyen en kritik aşamalardan biri olarak değerlendirilmektedir (Afoakwa vd., 2008). Bu işlem sırasında kakao yağı kristallerinin polimorfik dönüşümlerinin kontrollü biçimde yönetilmesi, çikolatanın raf ömrü, yüzey parlaklığı, kırılma yapısı ve ağızda bıraktığı his gibi temel kalite parametrelerini belirlemektedir (Beckett, 2017). Literatürde, kakao yağının en stabil kristal formu olan β -V formunun 32–34°C aralığında optimum kristal yapıya ulaştığına dikkat çekilmektedir (Lonchampt & Hartel, 2004).

Duyusal değerlendirme, gıda kalitesinin belirlenmesinde hem objektif hem de subjektif ölçütlerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını sağlayan disiplinlerarası bir yöntemdir (Stone et al., 2020). Özellikle çikolata gibi kompleks matrislere sahip ürünlerde, tüketici tercihleri büyük ölçüde ürünün duyuşal profiline bağlı olarak şekillenmektedir. Bu bağlamda, erime karakteristiği, yüzey parlaklığı, çiğnenebilirlik ve ağızda bıraktığı tat gibi tekstürel ve duyuşal özellikler, tüketici memnuniyetini belirleyen temel faktörler arasında yer almaktadır (Engelen et al., 2005).

Bu çalışmanın temel amacı, farklı temperleme sıcaklıklarının (25°C, 32°C ve 49°C) çikolatanın duyuşal özellikleri üzerindeki etkilerini nicel veriler ışığında incelemektir. Araştırmada, standart üretim koşullarında hazırlanmış çikolata numuneleri, uluslararası duyuşal analiz protokollerine uygun biçimde değerlendirilmiştir. Literatürde vurgulanan 32°C sıcaklığında temperleme işlemiyle elde edilen çikolataların, diğer sıcaklık gruplarına kıyasla duyuşal parametreler açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek puanlar alacağı öngörülmektedir. Bu varsayım, β -V kristal formunun 32°C civarında en kararlı yapıya ulaşması ilkesine dayanmaktadır (Sato & Koyana, 2001). Ayrıca çikolata üretimi gerçekleştiren küçük ölçekli işletmeler ve pastane tipi üretim yerleriyle yapılan ön görüşmelerde en sık karşılaşılan sorunlar arasında çiçeklenme (bloom) ve kumlaşma (graining) problemleri yer almakta olup, bu sorunların temperleme derecesiyle doğrudan ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle temperleme işleminin doğru sıcaklık aralığında gerçekleştirilmesi, ürün kalitesinin sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir.

Araştırmada deneysel bir tasarım benimsenmiş olup değişkenler kontrollü koşullar altında değerlendirilmiştir. Tüm çikolata örnekleri aynı üretim partisinden temin edilerek örnekler arası homojenlik sağlanmıştır. Duyusal analiz sürecinde, Meilgaard vd. (1999) tarafından önerilen standart protokoller temel alınmış ve analizler, 9 puanlık hedonik skala kullanılarak yürütülmüştür. Panelist seçimi sürecinde, uluslararası duyuşal analiz standartları esas alınmış ve Tablo 1’de belirtilen kriterleri karşılayan bireylerden oluşan bir değerlendirme paneli oluşturulmuştur.

Bu çalışma, temperleme sıcaklıklarının çikolatanın duyuşal kalitesi üzerindeki etkilerini sistematik ve nicel bir yaklaşımla ortaya koyarak literatüre özgün katkılar sunmaktadır. Elde edilen bulgular, çikolata üretiminde optimal proses koşullarının belirlenmesine olanak sağlamakla birlikte özellikle küçük ölçekli üreticiler için uygulanabilir pratik bilgiler sunmaktadır. Ayrıca, çalışmada kullanılan standart duyuşal analiz yöntemlerinin geçerliliği ve uygulanabilirliğinin ortaya konulması, alandaki analizlerin güvenilirliğini artıracak ve gelecekte yürütülecek ileri düzey araştırmalar için sağlam bir yöntemsel temel oluşturacaktır. Sonuç olarak araştırmanın çıktıları çikolata endüstrisinde kalite kontrol süreçlerinin iyileştirilmesi ve yenilikçi ürün geliştirme stratejilerinin şekillendirilmesi açısından yol gösterici nitelik taşımaktadır.

Kavramsal Arka Plan

Duyusal Özellikler

Duyusal özellikler, tüketicilerin gıda ürünlerini değerlendirme, kabul etme ve tercih etme süreçlerinde belirleyici bir rol oynayan temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu özellikler, bir ürünün görsel nitelikleri (şekil, renk, kıvam), tat, aroma ve dokusal özelliklerini kapsamaktadır. Duyusal analiz, bireylerin duysal algılarını bilimsel yöntemlerle inceleyerek bu özelliklerin ölçülmesini ve değerlendirilmesini sağlayan bir disiplin olarak tanımlanmaktadır (Pala, 2023: 198; Ercik & Çoban, 2024: 301).

Tat, tüketicilerin gıda ürünlerini kabul etmelerinde ve tercih etmelerinde en önemli faktörlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Tat, ürünün damakta bıraktığı genel izlenimi ifade eder ve bu, ürün tercihinde belirleyici bir rol oynar (Barnett, 2009). Aroma ise, gıda ürünlerinin kalitesine dair güçlü ipuçları sunarak tüketici algısını doğrudan etkileyen bir duysal özelliktir. Özellikle aroma, ürünün tazeliği ve doğallığı hakkında önemli bilgiler vererek tüketiciler için dikkat çekici bir kriter haline gelmektedir (Lawless & Heymann, 2010).

Dokusal özellikler, gıdanın fiziksel yapısını ve bu yapının tüketici tarafından hissedilme biçimini ifade eder. Örneğin, çıtır, yumuşak ya da pürüzsüz dokular, tüketicilerin beğenisini ve ürünle ilgili genel kabul edilebilirlik düzeyini artıran nitelikler arasında yer almaktadır (Szczeniak vd., 1963). Dokusal özellikler, özellikle katı ve sıvı gıdaların dokusal profillerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Duyusal analiz, tüketicinin bir gıda maddesi üzerinde duyularını kullanarak gıdanın şekil, renk, kıvam gibi görünüş özellikleri ile lezzet-aroma ve doku gibi duysal özelliklerini analiz eden ve açıklayan bir yöntemdir (Gündüz vd., 2019: s. 35 akt. Ercik vd., 2023: 2623). Duyusal analiz, tüketici tercihlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak ve gıda ürünlerinin kalite standartlarını yükseltmek amacıyla yaygın olarak kullanılan bilimsel bir yöntemdir.

Bu analiz yöntemi, ürünlerin pazardaki kabul edilebilirliğini artırmak ve tüketici beklentilerini karşılamak için önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir.

Çikolata Ürünlerinde Duyusal Analiz Uygulamaları

Çikolata ürünlerinde duysal analizler, tüketici tercihlerini ve ürün kabul edilebilirliğini değerlendirmek amacıyla farklı panelist gruplarıyla yürütülen çalışmalarla önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu analizler, çikolatanın formülasyonunda kullanılan bileşenlerden işleme tekniklerine kadar birçok faktörün duysal algılar üzerindeki etkisini anlamaya yönelik çok boyutlu yaklaşımlar sunmaktadır. Akoa vd. (2020), farklı kakao genotiplerinden üretilmiş üç laboratuvar ölçekli çikolatanın duysal profili ile organik asit içeriklerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Bulgular, kakao genotipinin hem endüstriyel üretim süreçlerinde hem de tüketici tercihinde belirleyici bir unsur olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Aribah vd. (2020) düşük yağlı kakao tozu ile geliştirilen çikolatalı içeceğin panelist kabulünü artırmak amacıyla formülasyona eklenen hidrokolloidlerin etkisini değerlendirmiştir. Hidrokolloidlerin içeceğin hem duysal hem de fizikokimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilediği ve tüketici beğenisini artırdığı saptanmıştır. Aroyeun vd. (2020), kakao çekirdeklerinin çeşitli baharat tozları ile zenginleştirilmesi sonucunda elde edilen çikolataların duysal özelliklerini analiz etmiş ve bu ürünlerin kontrol grubu çikolatalarla benzer kabul düzeylerine sahip olduğunu göstermiştir. Azlan vd. (2020) tarafından yürütülen çalışmada ise “dabai” meyvesi ile geliştirilen kakao barlarının besin içeriği ve duysal özellikleri

değerlendirilmiştir. Araştırma, meyvenin farklı bileşenlerinin duyuşsal algı üzerinde çeşitli etkiler yarattığını vurgulamaktadır.

Kong vd. (2020), sanal gerçeklik (VR) teknolojilerinin çikolata tüketimi bağlamında duyuşsal algılar üzerindeki etkisini incelemiştir. VR ortamlarının doğrudan hedonik değerlendirmeleri anlamlı düzeyde etkilemediği; ancak tüketici etkileşimini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bartkiene vd. (2021), farklı kökenlere sahip bitter çikolataların tüketici duyguları üzerindeki etkisini araştırmış; çikolatanın en çok “mutluluk” duygusunu tetiklediğini tespit etmiştir. Kitani, Putri & Fukusaki (2022), çikolata üretim süreçlerinin bileşen profilleri üzerindeki etkisinin, hammaddenin coğrafi kökeninden daha belirleyici olduğunu ortaya koymuş; böylece üretim tekniklerinin duyuşsal kalite üzerindeki kritik rolüne dikkat çekmişlerdir. Schott vd. (2022) ise çikolata ürünlerinde yer alan etiket bilgileri, özellikle menşee etiketi, ile tat algısı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve farklı ekonomik bölgelerde tüketici algılarında anlamlı değişiklikler olduğunu belirlemiştir. Brown vd. (2023), çikolatalarda yağ içeriği düzeylerinin tat ve doku algısına etkisini değerlendirmiş; artan yağ oranının tatlılık algısını artırırken, acılık ve ağız kuruluğu hissini azalttığını bildirmiştir.

Erünsal vd. (2023), keçiyoynuzu özütü ile zenginleştirilmiş çikolataların duyuşsal, reolojik ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemiş ve %30 keçiyoynuzu içeren ürünlerin ticari üretim için uygun nitelikler taşıdığını ortaya koymuştur. Schouteten vd. (2023) ise mikrodalga ile kavrulmuş kakao çekirdekleriyle üretilen çikolataların, geleneksel yöntemle kavrulmuş ürünlere kıyasla daha belirgin kakao aroması sunduğunu raporlamıştır.

Tüm bu çalışmalar, çikolata ürünlerinin geliştirilmesinde duyuşsal analizlerin kritik bir araç olduğunu ve tüketici odaklı ürün stratejilerinin şekillendirilmesinde büyük önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Ancak literatürde çikolata temperleme sıcaklıklarının duyuşsal kalite üzerindeki etkilerine odaklanan araştırmaların sınırlı olduğu gözlemlenmektedir.

Bu bağlamda, çikolatanın temperleme sürecinde uygulanan sıcaklık değişimlerinin ürünün tat, doku, görünüm ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuşsal özelliklerine etkisini sistematik biçimde ele alan bir çalışmanın yapılması, hem literatüre katkı sağlayacak hem de sanayi uygulamaları açısından değerli bilgiler sunacaktır.

Yöntem

Bu çalışma, çikolatalarda uygulanan farklı temperleme sıcaklıklarının duyuşsal özellikler (özellikle tat algısı ve genel kabul edilebilirlik) üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla deneysel araştırma deseni çerçevesinde yürütülmüştür. Araştırmanın temelini duyuşsal analiz yöntemi oluşturmaktadır ve veriler, daha önce benzer çalışmalara katılmış veya temel düzeyde duyuşsal değerlendirme eğitimi almış yarı yapılandırılmış tüketici paneli aracılığıyla toplanmıştır.

Deneysel uygulamada kullanılan tüm çikolata numuneleri aynı marka ve içerikte olup; gramaj, kalıp şekli ve içerik açısından tamamen standartlaştırılmıştır. Araştırmada yalnızca temperleme sıcaklığı değişken olarak ele alınmış, böylece duyuşsal özelliklerdeki farklılıkların yalnızca sıcaklık değişiminden kaynaklandığı varsayımının geçerliliği korunmuştur. Bu doğrultuda, çikolata üretim süreci kontrollü koşullar altında gerçekleştirilmiş ve sadece sıcaklık değişkeni doğrultusunda farklı numuneler üretilmiştir.

Araştırma da yaşları 20 ile 50 arasında değişen ve gıda ürünlerinin duyuşsal değerlendirilmesine ilişkin yeterli farkındalığa sahip 22 yarı eğitilmiş panelist yer almıştır. Panelistler, Mersin ilinde faaliyet gösteren tanınmış bir

pastanenin servis alanında oluşturulan uygun koşullardaki bir değerlendirme ortamında çikolata numunelerini tatmış ve değerlendirmiştir. Her bir panelist, üç farklı sıcaklıkta temperlenmiş çikolata numunesini “tat,” “doku,” “aroma,” “görsellik” ve “genel kabul edilebilirlik” kriterlerine göre incelemiştir.

Duyusal analiz sürecinde elde edilen verilerin güvenilirliğini ve tarafsızlığını sağlamak amacıyla kör tadım (blind tasting) ve ters kodlama (reverse coding) teknikleri uygulanmıştır.



Fotoğraf 1. Kör tadım ve ters kodlama



Fotoğraf 2. Kör tadım ve ters kodlama

Kör tadım yöntemi, panelistlerin ürün kimliklerine dair herhangi bir bilgiye sahip olmadan yalnızca duysal özelliklere odaklanmalarını sağlamaktadır. Bu sayede, panelistler, ürünlerin marka veya üretici bilgisi olmaksızın yalnızca duysal algılarına dayalı olarak değerlendirme yapmaktadır. Ters kodlama tekniği ise, çikolata örneklerinin rastgele bir şekilde kodlanarak sunulmasını sağlar ve bu yöntem panelistlerin ürünleri önyargısız bir biçimde değerlendirmelerine olanak tanır (Stolzenbach vd., 2013 akt. Ercik, 2024: 1883). Bu iki yöntem, duysal değerlendirmelerin güvenilirliğini artırmakta ve bilimsel geçerliliğini desteklemektedir.

Duyusal veriler, Peryam & Pilgrim (1957) tarafından geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan 9 puanlı hedonik skala ile toplanmıştır. Bu ölçek, panelistlerin ürünlere yönelik beğeni düzeylerini 1 (aşırı kötü) ile 9 (mükemmel) arasında puanlamalarına olanak tanır. Bu yöntem, ürünlerin duysal özelliklerini daha sistematik bir şekilde ölçmeyi ve katılımcıların beğeni düzeylerini nesnel bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Duyusal testler, testlerin en etkili olduğu saat dilimi olan 11:30–13:30 arasında gerçekleştirilmiştir.

Veri toplama süreci, her bir duysal özellik için ayrıntılı açıklamaların yer aldığı anket formları aracılığıyla yürütülmüştür. Panelistlere, çikolatanın farklı temperleme sıcaklıklarının duysal özellikler üzerinde, özellikle tat ve ağızda erime gibi parametrelerde anlamlı bir değişiklik yaratıp yaratmadığı sorusu yöneltilmiştir. Bu temel araştırma sorusu, çalışmanın amacını belirleyen ve her bir panelistin değerlendirmelerini yönlendiren bir sorudur.

Elde edilen veriler, çeşitli istatistiksel analiz teknikleriyle değerlendirilmiştir. Bunlar arasında, üç çikolata numunesi arasındaki genel farklılıkları belirlemek amacıyla Friedman Testi kullanılmıştır. Numuneler arasındaki ikili karşılaştırmalarda ise Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi ile istatistiksel anlamlılık düzeyleri analiz edilmiştir. Ayrıca, panelistlerin yaş ve cinsiyet gibi demografik özellikleri frekans analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu analizler, hem çikolatanın duysal özelliklerini etkileyen faktörleri anlamayı hem de demografik değişkenlerin ürün tercihleri üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamıştır.

Araştırmada, duysal test yöntemi olarak hedonik test benimsenmiştir. Hedonik test, genellikle tüketici bazlı duysal analizlerde ürünlerin beğeni düzeylerini belirlemek için yaygın biçimde kullanılan bir yöntemdir. Çalışmada

kullanılan panel tipi, test şekli, örnek sayısı ve veri analiz yaklaşımı, daha geniş bir anlayış sağlanması için Tablo 1'de ayrıntılı şekilde sunulmuştur.

Tablo 1. Duyusal Analiz Test Şekli ve Panelist Sayısına Göre Analiz Durumu

Test No	Test Şekli	Panel Tipi ve Panelist Sayısı	Örnek Sayısı	Veri Analizi
1	Tek Örnek	Eğitilmemiş: 80+	1	Varyans Analizi
2	İkili-Üçlü	Eğitilmiş: 3-10	3	Binom Dağılışı
3	Üçgen Test	Eğitilmiş: 3-10	3	Binom Dağılışı
4	Puanlama	Eğitilmiş: 3-10	1-18	Varyans Analizi veya Rank Analizi
5	Hedonik	Yarı Eğitilmiş: 8-25 Eğitilmemiş: 80+	1-18	Varyans Analizi veya Rank Analizi

Kaynak: (Altuğ Onoğur, T., & Elmacı, Y. 2019'dan akt. Enes vd., 2022: 253)

Araştırma süreci, 6–10 Ocak 2025 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş ve etik onay, Mersin Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'nun 27.12.2024 tarihli ve 379 sayılı kararı ile alınmıştır. Araştırmanın sonuçlarının, farklı sıcaklıklarda temperlenen çikolataların tat üzerindeki etkilerine ilişkin sektörel uygulamalara ve akademik literatüre katkı sunması beklenmektedir.

Bulgular

Tablo 2'de, araştırmaya katılan bireylerin sosyo-demografik profili detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Toplamda 22 katılımcının cinsiyet, medeni durum, yaş grubu ve eğitim düzeyine göre dağılımı sunulmuştur.

Cinsiyet: Katılımcıların %54,5'i erkek, %45,5'i ise kadınlardan oluşmaktadır. Bu dağılım, araştırma grubunda cinsiyetlerin dengeli bir temsile sahip olduğunu göstermektedir.

Medeni Durum: Katılımcıların %59,1'i evli, %40,9'u ise bekârdır. Evli bireylerin çoğunlukta olması, araştırmada medeni durumun olası etkilerinin değerlendirilmesini sağlayabilir.

Yaş Grupları: Yaş grupları açısından katılımcıların %36,4'ü 21-30 yaş aralığında, %45,5'i 31-40 yaş aralığında ve %18,2'si 41-50 yaş aralığında yer almaktadır. Araştırmada 20 yaş altı ve 51 yaş üstü yaş gruplarında katılımcı bulunmamaktadır. Bu durum, örneklemin ağırlıklı olarak genç ve orta yaş grubundaki bireylerden oluştuğunu göstermektedir.

Eğitim Düzeyi: Katılımcıların eğitim seviyeleri incelendiğinde, %36,4'ünün lisans, %31,8'inin ortaöğretim, %27,3'ünün ön lisans ve %4,5'inin lisansüstü düzeyde eğitim aldığı görülmektedir. İlköğretim düzeyinde eğitim almış katılımcı bulunmamaktadır. Bu durum, katılımcı grubunun genel olarak orta ve üst düzey eğitim düzeyine sahip bireylerden oluştuğunu göstermektedir.

Bu veriler, araştırma sonuçlarının sosyo-demografik faktörler doğrultusunda değerlendirilmesine imkân tanımaktadır. Özellikle, cinsiyet, medeni durum, yaş grubu ve eğitim düzeyinin araştırma bulguları üzerindeki etkilerinin daha kapsamlı şekilde ele alınması, çalışmanın yorumlanmasına ve genellenebilirliğine katkı sağlayacaktır.

Tablo 2. Katılımcıların Sosyo-Demografik Özelliklerine Göre Dağılımı Frekans Analizi Bulguları

Sosyo-Demografik Özellik	n	Yüzde (%)
Cinsiyet		
Kadın	10	45,5
Erkek	12	54,5
Medeni Durum		
Bekâr	9	40,9
Evli	13	59,1
Yaş		
21-30	8	36,4
31-40	10	45,5
41-50	4	18,2
Eğitim		
Ortaöğretim	7	31,8
Ön Lisans	6	27,3
Lisans	8	36,4
Lisansüstü	1	4,5

Tablo 3'te farklı sıcaklıklarda kalıplanan çikolataların duyuşal değerlendirme sonuçları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Bu değerlendirme, tat, görüntü, aroma, doku ve genel kabul edilebilirlik kriterlerine dayanmaktadır ve 22 panelistten (n=22) elde edilen veriler ışığında incelenmiştir.

Değerlendirme sonuçlarına göre, 25°C'de kalıplanan çikolata (39 nolu çikolata) için tat ortalaması 2,59, görüntü ortalaması 2,00 olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklıkta kalıplanan çikolatalar, tat ve görüntü açısından en düşük değerlendirme skorlarını almıştır. Diğer yandan, aroma ve doku kriterlerinde 3,68 ve 3,77 ortalamaları ile kısmen daha yüksek skorlar elde edilmiştir. Genel kabul edilebilirlik değeri de 3,77 olarak orta düzeyde kalmıştır. Bu sonuçlar, 25°C sıcaklığında kalıplanan çikolatanın duyuşal özelliklerinin optimal olmadığını ve tatmin edici bir kalite sunmadığını göstermektedir. Ayrıca, yüksek standart sapma değerleri, panelistlerin değerlendirmeleri arasındaki tutarsızlığı işaret etmektedir.

Buna karşın, 31-32°C'de kalıplanan çikolata (46 nolu çikolata), duyuşal değerlendirme kriterlerinin tamamında en yüksek skorları elde etmiştir. Tat için ortalama skor 7,36, görüntü için 7,63, aroma için 7,45 ve doku için 7,77 olarak belirlenmiştir. Genel kabul edilebilirlik değeri ise 7,90 ile tüm sıcaklık grupları içinde en yüksek değere sahiptir. Bu çikolata grubu, tat, görüntü ve yapı bakımından panelistler tarafından en çok tercih edilen çikolata olarak öne çıkmaktadır. Düşük standart sapma değerleri, değerlendirmeler arasındaki tutarlılığı desteklemekte ve bu sıcaklık aralığında kalıplanan çikolatanın kalite açısından en uygun sonuçları verdiğini göstermektedir.

49°C'de kalıplanan çikolata (70 nolu çikolata), değerlendirme skorları açısından orta düzeyde sonuçlar vermiştir. Tat ve aroma ortalamaları 5,72, görüntü ortalaması 6,04, doku ortalaması ise 5,72 olarak tespit edilmiştir. Genel kabul edilebilirlik değeri 5,90 olup, bu değer çikolatanın duyuşal açıdan sınırlı bir beğeni kazandığını göstermektedir. Yüksek standart sapma değerleri, panelistlerin değerlendirmelerinin geniş bir varyasyon gösterdiğine işaret etmektedir.

Bu sonuçlar çerçevesinde, farklı kalıplama sıcaklıklarının çikolatanın duyuşal kalitesi üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmektedir. Özellikle, 31-32°C sıcaklık aralığında kalıplanan çikolataların en yüksek duyuşal kaliteyi sağladığı belirlenmiştir. Bu bulgu, çikolata üretim süreçlerinde uygun kalıplama sıcaklığının seçilmesinin, son ürünün tat, yapı ve genel kabul edilebilirliği üzerinde kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Tablo 3. Farklı Sıcaklıklarda Kalıplanan Çikolataların Duyusal Değerlendirme Sonuçları (n=22)

Kriterler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
25°C'de Kalıplanan (39) Çikolata				
Tat	2,59	0,95	1	5
Görüntü	2,00	0,92	1	5
Aroma	3,68	1,12	2	6
Doku	3,77	1,19	2	6
Genel Kabul Edilebilirlik	3,77	1,26	2	6
31-32°C'de Kalıplanan (46) Çikolata				
Tat	7,36	0,90	5	9
Görüntü	7,63	0,90	6	9
Aroma	7,45	1,05	5	9
Doku	7,77	0,92	6	9
Genel Kabul Edilebilirlik	7,90	1,01	6	9
49°C'de Kalıplanan (70) Çikolata				
Tat	5,72	0,82	4	7
Görüntü	6,04	1,29	3	8
Aroma	5,72	1,24	3	7
Doku	5,72	1,07	3	8
Genel Kabul Edilebilirlik	5,90	0,86	4	7

Tablo 4'te, farklı ısı derecelerinde kalıplanan çikolatanın tat değerlendirmelerine ilişkin Friedman & Wilcoxon işaretli sıralar testinin sonuçları sunulmaktadır. Bu testler, çikolatanın farklı sıcaklıklarda nasıl değerlendirildiğini ve sıcaklıklar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olup olmadığını belirlemeyi amaçlamaktadır.

Friedman testi sonuçları, üç farklı kalıplama sıcaklığının tat değerlendirmeleri arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Ki-kare = 43,070, $p < ,001$). Bu, 25°C, 32°C ve 49°C'deki tat değerlendirmelerinin birbirinden istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olduğunu ifade eder.

Wilcoxon işaretli sıralar testi, 25°C (Tat_39) ile 32°C (Tat_46) arasındaki karşılaştırmada tat değerlendirmeleri arasında belirgin bir fark olduğunu ortaya koymuştur ($Z = -4,148$, $p = ,000$). Bu bulgu, 32°C'de kalıplanan çikolatanın 25°C'ye göre daha yüksek bir tat puanına sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, 25°C ile 49°C arasındaki karşılaştırmada da benzer şekilde anlamlı farklar gözlemlenmiştir ($Z = -4,215$, $p = ,000$), bu da 49°C'nin 25°C'ye göre daha iyi bir tat değerlendirmesi aldığına işaret etmektedir.

Son olarak, 49°C ile 32°C arasındaki karşılaştırma, 49°C'nin tat değerlendirmelerinin 32°C'ye göre daha düşük olduğunu göstermektedir ($Z = -3,982$, $p = ,000$). Bu fark, 49°C'de kalıplanan çikolatanın tat açısından daha düşük puanlar aldığını belirtmektedir.

Özetle, yapılan istatistiksel analizler, farklı ısı derecelerinde kalıplanan çikolatanın tat değerlendirmeleri arasında anlamlı farklılıklar olduğunu ve tat puanlarının sıcaklıkla birlikte değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 4. Farklı Isı Derecelerinde Kalıplanan Çikolatada Tat Değerlendirmelerine İlişkin Friedman & Wilcoxon Testi Sonuçları

Kalıplama Sıcaklığı / Karşılaştırma	Kod / Sıralama Türü	Sıra Ort. (S.O) / n	Ort. / Ort. Sıra	S.S / Sıra Toplamı	Z	p
Tanımlayıcı İstatistikler						
25°C	39	1,00	2,59	0,95		
32°C	46	2,95	7,36	0,90		
49°C	70	2,05	5,72	0,82		
Friedman Testi: n = 22, Ki-kare = 43,070, sd = 2, $p < ,001$						

Tablo 4. Farklı Isı Derecelerinde Kalıplanan Çikolatada Tat Değerlendirmelerine İlişkin Friedman & Wilcoxon Testi Sonuçları (devamı)

Wilcoxon Karşılaştırmaları						
Tat 46 – Tat 39	Pozitif Sıralar	22	6,50	253,00	-4,148	,000
	Negatif Sıralar	0	-	,00		
	Eşit	0	-	-		
Tat 70 – Tat 39	Pozitif Sıralar	22	11,50	253,00	-4,215	,000
	Negatif Sıralar	0	-	,00		
	Eşit	0	-	-		
Tat 70 – Tat 46	Negatif Sıralar	20	10,50	210,00	-3,982	,000
	Pozitif Sıralar	0	-	,00		
	Eşit	2	-	-		

Tablo 5, farklı ısı derecelerinde kalıplanan çikolatanın görüntü değerlendirmeleriyle ilgili Friedman ve Wilcoxon işaretli sıralar testlerinin sonuçlarını sunmaktadır. Bu testlerin amacı, çikolatanın görüntüsüne yönelik değerlendirmeler arasındaki farkları belirleyerek, sıcaklıkların görsel özellikler üzerindeki etkilerini anlamaktır.

Friedman testi sonuçlarına göre, çikolatanın görüntü değerlendirmeleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (Ki-kare = 37,116, $p < ,001$). Bu, 25°C, 32°C ve 49°C’de kalıplanan çikolataların görüntü değerlendirmelerinin birbirinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı olduğunu göstermektedir.

Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına bakıldığında, 25°C (Görüntü_39) ile 32°C (Görüntü_46) arasındaki karşılaştırmada anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($Z = -4,176$, $p = ,000$). Bu bulgu, 32°C’de kalıplanan çikolatanın görüntüsünün 25°C’ye göre daha yüksek bir değerlendirme aldığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, 25°C ile 49°C arasındaki karşılaştırmada da benzer bir durum söz konusudur; 49°C’de kalıplanan çikolata, 25°C’ye göre daha yüksek bir görüntü değerlendirmesi almıştır ($Z = -4,124$, $p = ,000$).

Öte yandan, 32°C ile 49°C arasındaki karşılaştırmada 32°C’de kalıplanan çikolatanın görüntüsünün 49°C’ye kıyasla daha yüksek bir değerlendirme aldığı gözlemlenmiştir ($Z = -3,223$, $p = ,001$). Bu sonuç, 32°C’deki çikolatanın görsel açıdan daha olumlu bir değerlendirme aldığını göstermektedir.

Sonuç olarak, yapılan istatistiksel analizler, farklı sıcaklıklarda kalıplanan çikolatanın görüntü değerlendirmeleri arasında anlamlı farklar olduğunu ve sıcaklığın çikolatanın görsel özellikleri üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 5. Farklı Isı Derecelerinde Kalıplanan Çikolatada Görüntü Değerlendirmelerine İlişkin Friedman & Wilcoxon Testi Sonuçları

Kalıplama Sıcaklığı / Karşılaştırma	Kod / Sıralama Türü	Sıra Ort. (S.O) / n	Ort. / Ort. Sıra	S.S / Sıra Toplamı	Z	p
Tanımlayıcı İstatistikler						
25°C	39	1,00	2,00	0,92		
32°C	46	2,77	7,63	0,90		
49°C	70	2,23	6,04	1,29		
Friedman Testi Sonuçları: n = 22, Ki-kare = 37,116, sd = 2, $p < ,001$						

Tablo 5. Farklı Isı Derecelerinde Kalıplanan Çikolatada Görüntü Değerlendirmelerine İlişkin Friedman & Wilcoxon Testi Sonuçları (devamı)

Wilcoxon Karşılaştırmaları						
Görüntü 46 – Görüntü 39	Pozitif Sıralar	22	11,50	253,00	-4,17	,000
	Negatif Sıralar	0	-	,00		
	Eşit	0	-	-		
Görüntü 70 – Görüntü 39	Pozitif Sıralar	22	11,50	253,00	-4,12	,000
	Negatif Sıralar	0	-	,00		
	Eşit	0	-	-		
Görüntü 46 – Görüntü 70	Negatif Sıralar	16	11,88	190,00	-3,22	,001
	Pozitif Sıralar	4	0,00	20,00		
	Eşit	2	-	-		

Tablo 6, farklı ısı derecelerinde kalıplanan çikolatanın aroma değerlendirmeleriyle ilgili Friedman & Wilcoxon işaretli sıralar testlerinin sonuçlarını sunmaktadır. Bu analizlerin amacı, sıcaklıkların çikolatanın aroma özellikleri üzerindeki etkilerini inceleyerek, farklı sıcaklıklarda kalıplanan çikolataların aromatik profillerinin nasıl değiştiğini belirlemektir.

Friedman testi sonuçlarına göre, üç farklı sıcaklık derecesinde kalıplanan çikolataların aroma değerlendirmeleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur (Ki-kare = 36,286, $p < ,001$). Bu sonuç, 25°C, 32°C ve 49°C'deki tatların aroma açısından birbirinden farklı olduğunu ve sıcaklık değişimlerinin aroma değerlendirmelerini etkilediğini göstermektedir.

Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, 25°C (Aroma_39) ile 32°C (Aroma_46) arasındaki karşılaştırmada anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymuştur ($Z = -4,141$, $p = ,000$). Bu bulgu, 32°C'de kalıplanan çikolatanın aroma açısından 25°C'ye göre daha yüksek bir değerlendirme aldığını göstermektedir. Benzer şekilde, 25°C ile 49°C arasındaki karşılaştırmada da anlamlı bir fark bulunmuştur ($Z = -3,820$, $p = ,000$), bu da 49°C'deki çikolatanın aroma açısından 25°C'ye göre daha iyi bir değerlendirme aldığına işaret etmektedir.

32°C ile 49°C arasındaki karşılaştırma da anlamlı bir fark ortaya koymaktadır ($Z = -3,513$, $p = ,000$). Bu bulgu, 49°C'de kalıplanan çikolatanın aroma açısından 32°C'ye göre daha düşük bir değerlendirme aldığını göstermektedir.

Sonuç olarak, yapılan istatistiksel analizler, farklı sıcaklık derecelerinde kalıplanan çikolatanın aroma değerlendirmeleri arasında anlamlı farklılıklar olduğunu ve aroma özelliklerinin sıcaklıkla birlikte değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, sıcaklık değişimlerinin çikolatanın aromatik profili üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır.

Tablo 6. Farklı Isı Derecelerinde Kalıplanan Çikolatada Aroma Değerlendirmelerine İlişkin Friedman & Wilcoxon Testi Sonuçları

Kalıplama Sıcaklığı / Karşılaştırma	Kod / Sıralama Türü	Sıra Ort. (S.O) / n	Ort. / Ort. Sıra	S.S / Sıra Toplamı	Z	p
Tanımlayıcı İstatistikler						
25°C	39	1,09	3,68	1,12		
32°C	46	2,86	7,45	1,05		
49°C	70	2,05	5,72	1,24		
Friedman Testi: n= 22, Ki-kare = 36,286, sd = 2, $p < ,001$						

Tablo 6. Farklı Isı Derecelerinde Kalıplanan Çikolatada Aroma Değerlendirmelerine İlişkin Friedman & Wilcoxon Testi Sonuçları (devamı)

Wilcoxon Karşılaştırmaları						
Aroma 46 – Aroma 39	Pozitif Sıralar	22	11,50	253,00	-4,14	,000
	Negatif Sıralar	0	-	,00		
	Eşit	0	-	-		
Aroma 70 – Aroma 39	Pozitif Sıralar	19	10,87	206,50	-3,82	,000
	Negatif Sıralar	1	3,50	3,50		
	Eşit	2	-	-		
Aroma 70 – Aroma 46	Negatif Sıralar	18	11,00	198,00	-3,51	,000
	Pozitif Sıralar	2	6,00	12,00		
	Eşit	2	-	-		

Tablo 7, farklı ısı derecelerinde kalıplanan çikolatanın doku değerlendirmeleriyle ilgili Friedman & Wilcoxon işaretli sıralar testlerinin sonuçlarını sunmaktadır. Bu testlerin amacı, sıcaklıkların çikolatanın doku özellikleri üzerindeki etkilerini inceleyerek, farklı sıcaklık koşullarında kalıplanan çikolataların dokusal özelliklerinin nasıl değiştiğini belirlemektir.

Friedman testi sonuçları, çikolatanın dokusuyla ilgili değerlendirmeler arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Ki-kare = 38,612, $p < ,001$). Bu bulgu, 25°C, 32°C ve 49°C'deki çikolataların doku değerlendirmelerinin istatistiksel olarak farklı olduğunu ve sıcaklık değişimlerinin çikolatanın dokusal özelliklerini etkilediğini ortaya koymaktadır.

Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, 25°C (Doku_39) ile 32°C (Doku_46) arasındaki karşılaştırmada anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($Z = -4,128$, $p = ,000$). Bu bulgu, 32°C'de kalıplanan çikolatanın dokusunun 25°C'ye göre daha yüksek bir değerlendirme aldığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, 25°C ile 49°C arasındaki karşılaştırmada da benzer bir durum gözlemlenmiştir; 49°C'de kalıplanan çikolata, 25°C'ye göre daha iyi bir doku değerlendirmesi almıştır ($Z = -3,595$, $p = ,000$).

32°C ile 49°C arasındaki karşılaştırma da anlamlı bir fark ortaya koymaktadır ($Z = -3,895$, $p = ,000$). Bu bulgu, 49°C'de kalıplanan çikolatanın dokusunun, 32°C'ye göre daha düşük bir değerlendirme aldığını göstermektedir.

Sonuç olarak, yapılan istatistiksel analizler, farklı sıcaklık derecelerinde kalıplanan çikolatanın doku değerlendirmeleri arasında anlamlı farklar olduğunu ve sıcaklık değişimlerinin çikolatanın dokusal özellikleri üzerinde önemli etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çikolatanın dokusunun, üretim sıcaklığına göre nasıl farklılaştığını ve tüketici algısını nasıl etkilediğini vurgulamaktadır.

Tablo 7. Farklı Isı Derecelerinde Kalıplanan Çikolatada Doku Değerlendirmelerine İlişkin Friedman & Wilcoxon Testi Sonuçları

Kalıplama Sıcaklığı / Karşılaştırma	Kod / Sıralama Türü	Sıra Ort. (S.O) / n	Ort. / Ort. Sıra	S.S / Sıra Toplamı	Z	p
Tanımlayıcı İstatistikler						
25°C	39	1,09	3,77	1,19		
32°C	46	2,93	7,77	0,92		
49°C	70	1,98	5,72	1,07		
Friedman Testi: n=22, Ki-kare = 38,612, sd = 2, $p < ,001$						

Tablo 7. Farklı Isı Derecelerinde Kalıplanan Çikolatada Doku Değerlendirmelerine İlişkin Friedman & Wilcoxon Testi Sonuçları (devamı)

Wilcoxon Karşılaştırmaları						
Doku 46 – Doku 39	Pozitif Sıralar	22	11,50	253,00	-4,12	,000
	Negatif Sıralar	0	-	,00		
	Eşit	0	-	-		
Doku 70 – Doku 39	Pozitif Sıralar	19	10,55	200,50	-3,59	,000
	Negatif Sıralar	1	9,50	9,50		
	Eşit	2	-	-		
Doku 70 – Doku 46	Negatif Sıralar	20	11,33	226,00	-3,89	,000
	Pozitif Sıralar	1	4,50	4,50		
	Eşit	1	-	-		

Tablo 8, farklı sıcaklıklarda kalıplanan çikolataların genel kabul edilebilirlik (GKE) değerlendirmelerine ilişkin Friedman & Wilcoxon işaretli sıralar testinin sonuçlarını sunmaktadır. Bu testler, çikolataların farklı sıcaklık derecelerine göre kabul edilebilirlik düzeylerinin nasıl değiştiğini incelemeyi amaçlamaktadır.

Friedman testi sonuçları, genel kabul edilebilirlik değerlendirmeleri arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir (Ki-kare = 39,542, $p < ,001$). Bu bulgu, 25°C, 32°C ve 49°C'deki çikolataların genel kabul edilebilirlik değerlendirmelerinin istatistiksel olarak farklı olduğunu ve sıcaklık değişimlerinin çikolatanın genel kabul edilebilirliğini etkilediğini ortaya koymaktadır.

Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, 25°C (GKE_39) ile 32°C (GKE_46) arasındaki karşılaştırmada anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($Z = -4,134$, $p = ,000$). Bu bulgu, 32°C'de kalıplanan çikolatanın genel kabul edilebilirlik açısından 25°C'ye göre daha yüksek bir değerlendirme aldığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, 25°C ile 49°C arasındaki karşılaştırmada da benzer bir durum gözlemlenmiştir; 49°C'de kalıplanan çikolata, 25°C'ye göre daha yüksek bir genel kabul edilebilirlik değerlendirmesi almıştır ($Z = -3,858$, $p = ,000$).

32°C ile 49°C arasındaki karşılaştırma da anlamlı bir fark ortaya koymaktadır ($Z = -3,842$, $p = ,000$). Bu bulgu, 49°C'de kalıplanan çikolatanın genel kabul edilebilirlik açısından, 32°C'ye göre daha düşük bir değerlendirme aldığını göstermektedir.

Sonuç olarak, yapılan istatistiksel analizler, farklı sıcaklık derecelerinde kalıplanan çikolatanın genel kabul edilebilirlik değerlendirmeleri arasında anlamlı farklar olduğunu ve sıcaklık değişimlerinin çikolatanın kabul edilebilirlik düzeyini etkilediğini ortaya koymaktadır. Çikolatanın üretim sıcaklığının, ürünün kabul edilebilirliğini belirleyen önemli bir faktör olduğu ve sıcaklıkların çikolatanın algılanan kalitesi üzerinde belirleyici bir rol oynadığı vurgulanmaktadır.

Tablo 8. Farklı Sıcaklıklarda Kalıplanan Çikolataların Genel Kabul Edilebilirlik Değerlendirmelerine İlişkin Friedman & Wilcoxon Testi Sonuçları

Kalıplama Sıcaklığı / Karşılaştırma	Kod / Sıralama Türü	Sıra Ort. (S.O) / n	Ort. / Ort. Sıra	S.S / Sıra Toplamı	Z	p
Tanımlayıcı İstatistikler						
25°C	39	1,07	3,77	1,26		
32°C	46	2,91	7,90	1,01		
49°C	70	2,02	5,90	0,86		
Friedman Testi: n = 22, Ki-kare = 39,542, sd = 2, $p < ,001$						

Tablo 8. Farklı Sıcaklıklarda Kalıplanan Çikolataların Genel Kabul Edilebilirlik Değerlendirmelerine İlişkin Friedman & Wilcoxon Testi Sonuçları (devamı)

Wilcoxon Karşılaştırmaları						
GKE 46 – GKE 39	Pozitif Sıralar	22	11,50	253,00	-4,13	,000
	Negatif Sıralar	0	-	,00		
	Eşit	0	-	-		
GKE 70 – GKE 39	Pozitif Sıralar	19	10,00	190,00	-3,85	,000
	Negatif Sıralar	0	-	,00		
	Eşit	3	-	-		
GKE 70 – GKE 46	Negatif Sıralar	19	10,89	207,00	-3,84	,000
	Pozitif Sıralar	1	3,00	3,00		
	Eşit	2	-	-		

Sonuç

Bu çalışma, çikolata üretiminde kritik bir aşama olan temperleme işleminin sıcaklık parametrelerinin ürünün duyu kalite özellikleri üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamıştır. Deneysel bulgular, temperleme sıcaklığının çikolatanın tat, aroma, doku, görsel özellikler ve genel kabul edilebilirlik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar yarattığını ortaya koymuştur ($p < 0.01$). Özellikle 31-32°C sıcaklık aralığında temperlenen çikolata numuneleri, tüm duyu parametrelerde en yüksek puanları alarak panelist değerlendirmelerinde belirgin bir üstünlük sergilemiştir.

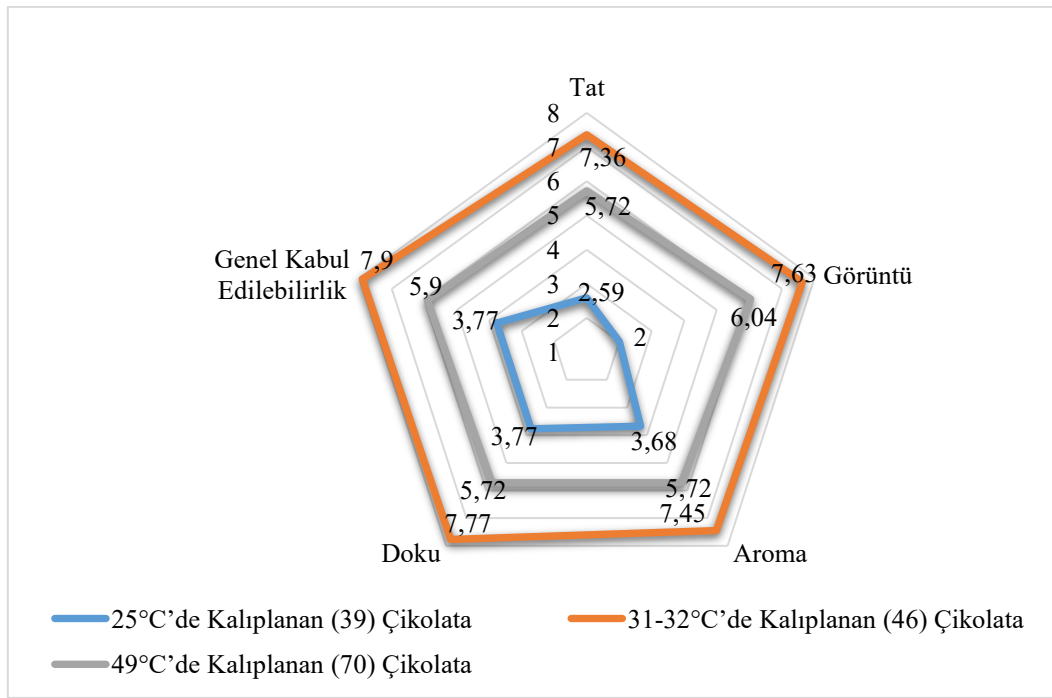
Elde edilen sonuçlar, β -V kristal formunun optimal oluşum sıcaklığı olan 32°C'nin çikolatanın duyu kalitesi üzerindeki belirleyici rolünü doğrulamaktadır. Bu sıcaklık aralığında üretilen numunelerin parlak yüzey yapısı, homojen kristalizasyon ağı ve dengeli erime profili, panelistler tarafından "mükemmel" olarak nitelendirilen bir duyu deneyim sağlamıştır. Buna karşılık, düşük sıcaklıkta (25°C) temperlenen çikolatalarda gözlemlenen β -IV kristal dominasyonu, mat yüzey görünümü ve kumlu doku gibi olumsuz özelliklerle ilişkilendirilmiştir. Yüksek sıcaklık (49°C) uygulamalarında ise termal degradasyon nedeniyle ortaya çıkan yağ ayrışması ve kristal instabilite, ürünün erime davranışını ve ağız hissini olumsuz yönde etkilemiştir.

Çalışmanın metodolojik açıdan önemli bir katkısı, duyu analizlerde kör tadım (blind tasting) ve ters kodlama (reverse coding) tekniklerinin sistematik olarak uygulanmasıdır. Bu yaklaşım, panelist önyargılarını minimize ederek veri güvenilirliğini artırmıştır. Ayrıca, Friedman testi ve Wilcoxon analizleriyle desteklenen istatistiksel bulgular, sıcaklık-değişkenli duyu farklılıklarının bilimsel geçerliliğini güçlendirmiştir.

Ancak, bu araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Birincisi, çalışmada tek bir çikolata markası kullanılmış olması, bulguların farklı kakao içerikli ürünler için genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. İkincisi, panelist grubunun demografik çeşitliliğinin sınırlı olması, kültürel ve bireysel tercih farklılıklarının etkilerini tam olarak yansıtmayabilir. Üçüncüsü, duyu değerlendirmelerin kısa süreli (akut) etkileri ölçmesi, raf ömrü boyunca oluşabilecek duyu değişimleri kapsamamaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma çikolata üretiminde temperleme sıcaklığının duyu kalite üzerindeki kritik rolünü nicel verilerle ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, gıda endüstrisinde proses optimizasyonu ve kalite kontrol protokollerinin geliştirilmesi için pratik çıkarımlar sunmaktadır. Gelecek araştırmalarda, farklı çikolata formülasyonları, temperleme dinamikleri ve uzun vadeli duyu stabilite çalışmalarının yapılması önerilmektedir. Ayrıca, duyu verileri reolojik ölçümlerin korelasyonunu inceleyen multidisipliner çalışmalar, ürün kalitesinin daha bütüncül anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Araştırmanın temel sorusu olan "Farklı temperleme sıcaklıkları, çikolatanın duyuusal özelliklerinde anlamlı değişikliklere yol açar mı?" sorusuna, elde edilen veriler doğrultusunda aşağıdaki şekilde bir cevap verilebilir:



Şekil 1. Farklı Sıcaklıklarda Kalıplanan Çikolataların Duyusal Değerlendirme Sonuçları (n=22)

Araştırma Sorusu Cevapları:

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, temperleme sıcaklıklarının çikolatanın duyuusal niteliklerinde anlamlı farklılıklara yol açtığını göstermektedir. Bu bulgular, çikolatanın parlaklık ve ağızda erime özelliklerinde, sıcaklık farklarına bağlı olarak gözlemlenen değişiklikleri açıkça ortaya koymaktadır.

- **Parlaklık:** Farklı temperleme sıcaklıkları, çikolatanın parlaklık seviyelerinde belirgin farklar yaratmıştır. Yüksek temperleme sıcaklıklarında (örneğin, 49°C) üretilen çikolatalar, kalıptan çıkar çıkmaz parlak bir görünüme sahip olmuş, ancak zamanla (yaklaşık 5-6 saat sonra) matlaşma ve iç kısmında kesilmeler gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, düşük temperleme sıcaklıklarında (örneğin, 25°C) elde edilen çikolatalar daha mat bir yüzey göstermiş ve zamanla iç kısmı kumlaşma eğiliminde olmuştur. 32°C'de temperlenen çikolatalar ise, tüm duyuusal kriterlere uygun olarak parlaklık açısından en ideal sonucu vermiştir. Bu farklar, temperleme sürecindeki sıcaklıkların çikolatanın kristal yapısını nasıl etkilediği ile açıklanabilir.
- **Ağızda Erime:** Temperleme sıcaklıklarının çikolatanın ağızda erime süresi ve düzeyine de etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek temperleme sıcaklıklarında üretilen çikolatalar, ağızda daha hızlı ve homojen bir şekilde erimişken, düşük sıcaklıklarda üretilen çikolatalar daha yavaş ve düzensiz bir şekilde erimiştir. Bu durum, çikolatanın kristal yapısındaki farklılıkların ağızda erime hızını ve düzenini nasıl etkilediğini göstermektedir.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular, temperleme sıcaklıklarının çikolatanın duyuusal özellikleri üzerinde anlamlı değişiklikler yarattığını ve bu değişikliklerin özellikle parlaklık ve ağızda erime gibi önemli özelliklerde belirgin bir şekilde gözlemlendiğini ortaya koymaktadır. Sıcaklık farkları, çikolatanın kristal yapısını doğrudan etkileyerek, duyuusal özelliklerin gelişiminde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Beyan

Makalenin tüm yazarlarının makale sürecine verdikleri katkı eşittir. Yazarların bildirmesi gereken herhangi bir çıkar çatışması yoktur. Araştırma süreci, 6–10 Ocak 2025 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş ve etik onay, Mersin Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu’nun 27.12.2024 tarihli ve 379 sayılı kararı ile alınmıştır.

KAYNAKÇA

- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Vieira, J. (2008). Effects of tempering and fat crystallisation behaviour on microstructure, mechanical properties and appearance in dark chocolate systems. *Journal of Food Engineering*, 89(2), 128-136. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.04.021>
- Akoa, S. P., Boulanger, R., Manga Ndjaga, J., Effa Onomo, P., Lebrun, M., Eyenga, E. F., & Djocgoue, P. F. (2024). Discriminating three lab scale dark chocolate bars from fine Cameroon cocoa hybrids using sensorial evaluation and organic acid content. *Journal of Food Science and Technology*, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s13197-024-05998-y>
- Altuğ, Onoğur, T. & Elmacı, Y. (2019). *Gıdalarda duyuşsal değerlendirme*, Sidas Medya. (4. Basım). İzmir
- 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). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0003435>
- Aroyeun, S. O., Okunade, A. F., Obatoye, A. O., & Olalekna, M. A. (2020). Nutritional profile and organoleptic qualities of milk chocolate incorporated with different spices. *Asian Food Science Journal*, 13(4), 1-8. <https://doi.org/10.9734/AFSJ/2019/v13i430117>
- Azlan, A., Khoo, H. E., Shapie, W. K. W., Abd Kadir, N. A., & Sultana, S. (2020). Nutritional quality and sensory evaluation of dabai-fortified cocoa bar. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1324-1336. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1800031>
- Barnett, J. (2009). *Food Taste and Aroma*. In *Food factors in health promotion and disease prevention*, Academic Press (pp. 15-30).
- Bartkiene, E., Mockus, E., Monstavičiute, E., Klementavičiute, J., Mozuriene, E., Starkute, V., & Klupsaite, D. (2021). The evaluation of dark chocolate-elicited emotions and their relation with physico chemical attributes of chocolate. *Foods*, 10(3), 642. <https://doi.org/10.3390/foods10030642>
- Beckett, S. T. (2019). *The science of chocolate*. Royal Society of Chemistry. Cambridge, UK
- Brown, A. L., Warren, E. R., Ingraham, B. W., Ziegler, G. R., & Hopfer, H. (2023). The effect of fat content on sensory perception and consumer acceptability of 70% cacao dark chocolate made from reconstituted cocoa liquor. *Journal of Sensory Studies*, 38(5), e12864. <https://doi.org/10.1111/joss.12864>

- Enes, K., Yavuz, G., & Ercik, C. (2022). Yöresel yemeklerin standardize edilmesi ve kabul edilebilirliğinin ölçülmesi; Mersin Örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(2), 249-263. <https://doi.org/10.17494/ogusbd.1161347>
- Engelen, L., Van Der Bilt, A., Schipper, M., & Bosman, F. (2005). Oral size perception of particles: effect of size, type, viscosity and method. *Journal of Texture Studies*, 36(4), 373-386. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2005.00022.x>
- Ercik, C. (2024). The impact of using different yeast species in bread production on consumer preferences: a comparative analysis of taste. *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 76-93. <https://doi.org/10.52122/nisantasisbd.1436189>
- Ercik, C., & Çoban, Ö. (2024). The effect of taste perception of locally processed foods on consumer attitudes. *Journal of Multidisciplinary Academic Tourism*, 9(3), 301-315. <https://doi.org/10.31822/jomat.2024-9-3-301>
- Ercik, C., İlhan, İ., & Keskin, S. N. (2023). Tüketici tercihlerinde Renk ve Görselliğin Lezzet ve Genel Kabul Edilebilirlik Üzerindeki Etkisi: El Yapımı Çikolata Örneği (The Impact of Color and Visuals on Taste and General Acceptability in Consumer Preferences: A Handmade Chocolate Example). *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 11(3), 2618-2638. <https://doi.org/10.21325/jotags.2023.1310>
- Erusal, S. C., Basturk, Z. S., Canturkoglu, I., & Ozturk, H. I. (2023). Development of 3D printed dark chocolate sweetened with carob extract. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 34, 100794. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100794>
- Gündüz, S., Özçiçek Dölekoğlu, C. & Say, D. (2019). Kaz Eti Tüketim Tercihleri ve İkame Ürünlerle Duyusal Analiz. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 32-40. <https://doi.org/10.31590/ejosat.565364>.
- Kitani, Y., Putri, S. P., & Fukusaki, E. (2022). Investigation of the effect of processing on the component changes of single-origin chocolate during the bean-to-bar process. *Journal of bioscience and bioengineering*, 134(2), 138-143 <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2022.05.007>
- Kong, Y., Sharma, C., Kanala, M., Thakur, M., Li, L., Xu, D., ... & Torrico, D. D. (2020). Virtual reality and immersive environments on sensory perception of chocolate products: A preliminary study. *Foods*, 9(4), 515. <https://doi.org/10.3390/foods9040515>
- Lawless HT, & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food principles and practises, descriptive analysis*. Gaithersburg: Chapman & Hall/Aspen Publishers, Inc. New York.
- Lonchamp, P., & Hartel, R. W. (2004). Fat bloom in chocolate and compound coatings. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106(4), 241-274. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200400938>
- Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (1999). *Sensory evaluation techniques*. CRC press. New York.
- Pala, K. (2023). Unutulmaya Yüz Tutmuş Yöresel Amasya Yemeklerinin Duyusal Analizle Değerlendirilmesi. *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(3), 197-208. <https://doi.org/10.52835/19maysbd.1356839>
- Pergam, D. R., & Pilgrim, F. J. (1957). Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*.

- Sato, K., & Koyano, T. (2001). *Crystallization properties of cocoa butter*, in *Crystallization processes in fats and lipid systems*, Garti, N., & Sato, K. (Ed.).. CRC Press. New York.
- Schott, L., Britwum, K., & Bernard, J. C. (2022). Can region labeling alter taste impressions and willingness to pay? A field experiment with chocolate bars. *Food Quality and Preference*, 100, 104606. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104606>
- Stolzenbach, S., Bredie, W. L. P., Christensen, R. H. B., & Byrne, D. V. (2013). Impact of product information and repeated exposure on consumer liking, sensory perception and concept associations of local apple juice. *Food Research International*, 52, 91-98. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.018>
- Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2020). *Sensory evaluation practices*. Academic press. London.
- Szczesniak AS, Brandt MA, & Friedman, H. (1963). Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. *Journal of Food Science*. (28): 397-403. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.018>

Effect of Tempering Temperatures on Sensory Properties of Chocolate

Ahmet YARIŞ

Mersin University, Faculty of Tourism, Mersin/Türkiye

Nuri Anıl MAZLUM

Mersin University, Institute of Social Sciences, Mersin/Türkiye

Rüveyda BOZ

Mersin University, Institute of Social Sciences, Mersin/Türkiye

Nurgül SARILIR

Mersin University, Institute of Social Sciences, Mersin/Türkiye

Extended Summary

Introduction: This study investigates the impact of tempering temperatures on the sensory properties of chocolate, a crucial product in the global confectionery market. Chocolate, renowned for its widespread appeal, is a complex product whose sensory attributes—such as taste, texture, aroma, and appearance—are shaped by various production processes. Among these, tempering plays a pivotal role. Tempering refers to the controlled heating and cooling process used to regulate the crystallization of cocoa butter, ultimately enhancing the overall quality of the product. The temperature at which tempering occurs is a critical factor influencing the final sensory characteristics of chocolate, including its texture, visual appeal, snap, melting point, and flavor profile.

This research aims to systematically assess the effect of different tempering temperatures on chocolate's sensory attributes. Sensory parameters, including taste, aroma, texture, appearance, and overall acceptability, were the primary focus of this investigation. The study was conducted in Mersin, Turkey, from November 20 to 24, 2024, with a consumer panel of 22 participants. The panel was carefully selected to represent a diverse range of socio-demographic profiles, including age, gender, and educational background, ensuring a comprehensive evaluation of the samples. Participants evaluated chocolates from the same brand but tempered at different temperatures, assessing each sample based on the aforementioned sensory criteria.

Materials and methods: Three distinct tempering temperatures were used in this study: 25°C (group 39), 32°C (group 46), and 49°C (group 70). After tempering, the chocolates were subjected to a sensory evaluation process, in which the participants rated each sample based on taste, appearance, aroma, texture, and overall acceptability. The data collected from the sensory evaluations were analyzed statistically, employing Friedman and Wilcoxon tests to identify significant differences in tempering conditions.

Findings: The study's results demonstrate that tempering temperatures significantly influence the sensory characteristics of chocolate. Specifically, chocolates at 32°C received the highest ratings across all sensory categories—taste, aroma, texture, appearance, and overall acceptability—compared to those tempered at 25°C and 49°C. Conversely, chocolates tempered at 49°C received lower ratings, particularly about taste, aroma, and texture. These findings suggest that a tempering temperature of 32°C produces chocolate with superior sensory properties

and enhanced consumer acceptability, highlighting the importance of selecting the optimal temperature to achieve the best product quality.

Additionally, the study emphasizes that tempering temperatures not only affect the sensory characteristics of chocolate but also have significant implications for its structural properties. Correct tempering results in the uniform crystallization of cocoa butter, essential for achieving a desirable surface gloss, smooth texture, and a clean snap when the chocolate is broken. These structural attributes contribute to the overall sensory experience, influencing the chocolate's aesthetic appeal and flavor profile. Moreover, the melting behavior of chocolate—an essential feature for both sensory and functional purposes—is significantly influenced by the tempering process.

From a practical perspective, this study's findings provide valuable insights for chocolate manufacturers aiming to optimize their production processes. By carefully controlling the tempering temperature, manufacturers can produce chocolate with superior sensory attributes, improving consumer satisfaction and market appeal. Furthermore, the study offers practical implications for establishing more effective quality control processes in chocolate production. Manufacturers can use the results to refine their production techniques, ensuring that the final product consistently meets high-quality standards.

Conclusion: In conclusion, the tempering process is a critical stage in chocolate production, with the temperature used playing a decisive role in determining the sensory properties of the final product. This study contributes to the growing body of knowledge regarding the impact of tempering temperatures on chocolate production. It provides practical recommendations for producers seeking to improve the quality of their products. By understanding the effects of tempering on sensory quality, chocolate manufacturers can refine their practices to produce chocolates that align with consumer preferences for taste, texture, aroma, and appearance, ultimately enhancing product acceptance and competitiveness in the market.

Ek 1. Etik Kurul İzni



T.C.
MERSİN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal Ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu

Tarih: 09/01/2025 13:47
Sayı: E-52793531-050.04.296/846
SOCYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK
KURULU



2964846

Karar Tarihi	Toplantı Sayısı	Karar Sayısı
27.12.2024	12	379

Lisansüstü Öğrencisi Nuri Anıl MAZLUM'un **Çikolata Temperleme Sıcaklıklarının Duyusal Özelliklere Etkisi: Bir Araştırma İncelemesi** adlı çalışması kurulumuz tarafından incelenmiş ve oy birliğiyle etik yönden uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Neriman
AÇIKALIN
Kurul Başkanı

Prof. Dr. Mustafa ÖNCÜ
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Göknil Nur
KOÇAK
Kurul Üyesi

Prof. Dr. İlhan EGE
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Lütfi ÜREDİ
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Habibe Tuğba
EROL KORKMAZ
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Cengiz Mesut
TOSUN
Kurul Üyesi

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: 1FB3C631-D1CA-4CC0-82CD-529BF0F239C0

Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/merisuni-ebys>



1 / 1