

## Kombucha Çayı İlaveli Ekşi Mayalı Ekmeğin Kabul Edilebilirlik Durumu (Evaluation of The Acceptability of Sourdough Bread Enriched With Kombucha Tea)

\* Ali ŞAHİN<sup>a</sup> , Fulya SARPER<sup>b</sup> 

<sup>a</sup> Akdeniz University, Manavgat Faculty of Tourism, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Antalya/Türkiye

<sup>b</sup> Ankara Hacı Bayram Veli University, Faculty of Tourism, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Ankara/Türkiye

### Makale Geçmişi

Gönderim Tarihi: 11.06.2025

Kabul Tarihi: 16.11.2025

### Anahtar Kelimeler

Fonksiyonel özellik gösteren gıda  
Ekşi mayalı ekmeğin kabul edilebilirliği  
Kombucha çayı

### Öz

Ekşi mayalı ekmeğin; içerdiği vitamin, mineral, organik asit ve enzimler sayesinde sindirimi kolay, besleyici ve koruyucu özellikte fonksiyonel özellik gösteren bir gıdadır. Bu çalışmada, ekşi mayalı ekmekte su yerine kombucha çayı kullanılarak yeni bir ürün geliştirilmiş ve kabul edilebilirliği değerlendirilmiştir. İlk olarak ekşi mayalı ekmeğin reçetesi geliştirilerek çalışmanın kontrol grubu oluşturulmuş, kombucha çayı ilave edilerek yapılan ekşi mayalı ekmeğin hazırlanarak duyu analizi yapılmıştır. Gastronomi ve Mutfak Sanatları alanında eğitim görmüş 12 panelist tarafından yapılan değerlendirme sonucunda her iki ekmeğin görünüş, tat, koku, yapı, renk ve genel beğeni durumları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, bu parametreler açısından SPSS 26 programı ile analiz edilmiştir. Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına göre, ekmeğin renk parametresinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiş ( $P < 0.05$ ) ve bu farklılığın kombucha çayı ilaveli ekmeğin lehine olduğu ortaya konmuştur. Buna karşılık, diğer duyu parametrelerinde hem t-testine hem de Mann-Whitney U testine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ).

### Keywords

Functional food  
Sourdough bread  
Kombucha tea

### Abstract

Sourdough bread is considered a functional product due to its naturally occurring vitamins, minerals, organic acids, and enzymes, which contribute to improved digestibility and overall nutritional value. In this study, a novel sourdough bread formulation was developed by substituting kombucha tea for water in the dough recipe, and its sensory acceptability was evaluated. A standard sourdough bread was prepared as the control sample, after which a kombucha-enriched sourdough bread was produced and subjected to sensory analysis. Both samples were evaluated by 12 trained panelists with expertise in Gastronomy and Culinary Arts, considering appearance, taste, odor, texture, color, and overall acceptability. The sensory data were statistically analyzed using SPSS 26. According to the results of the independent samples t-test, a statistically significant difference was determined only in the internal color parameter among the bread samples ( $P < 0.05$ ), and this difference was in favor of the bread with kombucha tea added. In contrast, no statistically significant difference was found between the groups for the other sensory parameters, according to both the t-test and the Mann-Whitney U test ( $P > 0.05$ ).

### Makalenin Türü

Araştırma Makalesi

\* Sorumlu Yazar

E-posta: alisahin@akdeniz.edu.tr (A. Şahin)

DOI: 10.21325/jotags.2025.1732

## GİRİŞ

İnsanların, çok eski çağlardan beri ekmeği tanımakta olduğu ve ekmek üretimi yaptığı bilinmektedir. İlk elde edilen bulgulara göre ekmek yapımının; buğdayın ezilmesi, su ile karıştırılması ve kızgın taşlarda haşlanarak pişirilmesi ile başladığı saptanmıştır. Zaman içerisinde gelişme gösteren ekmek yapımı ve teknikleri, günümüzde ileri teknolojiler kullanılarak yapılmaktadır (Kabak, 2013).

Antik dönemler incelendiğinde ekmek üretiminde insanların ilk olarak bitkileri hasat etmeyi öğrendikleri, bu bitkilerden tohumlar elde ettikleri, elde ettikleri tohumları öğütürerek su ile karıştırıp hamurlar elde etmeyi öğrendikleri tespit edilmiştir. Mayalı ekmeğin, ilk olarak Milattan Önce 4000 (M.Ö. 4000) yılında Mısır'da üretildiği ortaya konmuştur. Ekmek ve fırıncılık ürünlerinin, zaman içerisinde değişip gelişerek günümüze kadar ulaştığı görülmektedir (Hammes vd., 2005).

Ekmek üretim yöntemleri incelendiğinde, geleneksel olarak yapılmakta olan ekşi mayalı hamur yöntemi ve endüstriyel yöntem olmak üzere iki farklı yöntemin uygulandığı karşımıza çıkmaktadır. Farklı teknolojik yöntemlerin kullanılarak çeşitli türlerde ekmeklerin üretiminin de günümüzde mümkün olduğu bilinmektedir. Ekmek üretiminde fermantasyon işleminin ve kullanılan maya çeşidinin ekmeğin kalite standartları açısından önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak ekşi mayalı hamur yönteminin, geçmiş dönemlerden beri kullanılan önemli bir ekmek yapım tekniği olduğu düşünülmektedir (Meroth vd., 2003).

Ekşi mayalı ekmeğin, içeriğindeki besinler itibarıyla fonksiyonel bir gıda olduğu bilinmektedir. Bir gıdanın fonksiyonel gıda olarak görülebilmesi için bazı özellikleri taşıması gerekmektedir. Temel besin işlevini yerine getirmesinin yanı sıra insan sağlığı açısından faydalı ve hastalıkları önleyici etkiye sahip olması gereken gıdalar olarak belirlenmiştir (Cingöz vd., 2013). Ekşi mayalı ekmek; bileşiminde bulunan çeşitli vitaminler, mineraller, organik asitler ve enzimler nedeniyle sindirimi kolay, besleyici ve birçok hastalığa karşı koruyucu ve tedavi edici özellik gösteren fonksiyonel bir gıdadır. Bu çalışmada ise, ekşi mayalı ekmek reçetesindeki su yerine aynı miktarda kombucha çayı kullanılarak, fonksiyonel özellikler taşıyan iki ürünün (ekşi maya ve kombucha) birleştirilmesi hedeflenmiştir. Böylece elde edilen yeni ürünün hem besin değerinin hem de sağlık üzerine potansiyel olumlu etkilerinin artırılması, ayrıca tüketici açısından duysal kabul edilebilirliğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Fonksiyonel gıdalar, artan tüketici bilinci ve talebiyle birlikte hızla büyüyen bir pazar potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yenilikçi bir ekmek formülasyonu ortaya koymaktır.

## Kavramsal Çerçeve

### Ekmek Kavramı

Ekmeğin, temel bileşen olarak buğday unu, su, tuz ve mayanın belirli oranlarda karıştırılması, yoğurulması, yapım tekniğine uygun bir biçimde işlenmesi ve elde edilen hamurun belirli bir süre fermantasyon işlemine bırakılması sonrasında pişirilmesi süreciyle meydana gelen temel bir gıda maddesi olduğu bilinmektedir (İpek, 2017).

Türk Gıda Kodeksi'nde ise ekmek; "Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği'ne (Tebliğ No: 2012/2) göre ekmek; "buğday ununa; su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) gerektiğinde şeker, enzimler, enzim kaynağı olarak malt unu, vital gluten ve izin verilen katkı maddeleri ilave edilip bu karışımın tekniğine uygun olarak yoğurulması,

şekillendirilmesi, fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan ürünü” olarak tanımlanmıştır (Türk Gıda Kodeksi, 2012).

TS 5000 Ekmek Standardı’nda ise ekmeğe; “elenmiş buğday ununa (TS 4500), su (TS 266), tuz (TS 933) ve maya (TS 3522) katılması ile hazırlanan kütle, tekniğine uygun bir şekilde işlenip fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile hazırlanan bir mamuldür” şeklinde tanımlanmıştır (Türk Standardı TS 5000, 2010).

### **Ekmek Üretimindeki Temel Unsurlar**

Ekmek yapımında kalitenin sağlanabilmesi için belirli özelliklere sahip olan un, tuz, su ve maya kullanılmalıdır. Bu etmenlerin, ekmeğin yapımı için hazırlanan hamurda kalite ve miktar açısından yeterli olması gerekmektedir (İpek, 2017).

**Un:** Ekmek için kullanılacak olan unun protein miktarının yaklaşık olarak %11 civarında olması beklenmektedir. Ekmeklik unların, oda sıcaklığında 3-4 hafta dinlendirilmesi veya un olgunlaştırıcı bir takım katkı maddelerinin eklenmesi gerekmektedir. Böylelikle, ekmeğin üretiminde kalite standartları sağlanmaktadır (Dowell vd., 2008).

**Su:** Suyun, genellikle hazırlanan toplam hamur kütlelerinin %40’ını oluşturduğu gözlemlenmektedir. Suyun, bileşiminin ve miktarının ekmeğin kalite ve standartlarını doğrudan etkilediği bilinmektedir. Su, ekmeğin yapımındaki en önemli bileşenlerin başında gelmektedir. Su, maya gelişiminde doğrudan etkili olmaktadır ve maya gelişimi için ortamda yeterli miktarda ve özellikte su bulunmalıdır (Naumenko vd., 2017).

Ekmek üretiminde kullanılacak olan suyun, çok sert ve bazik yapıda olmaması gerekmektedir. Ekmek yapımında, orta sertlikteki sular tercih edilmelidir. Orta sertlikteki sular daha kolay işlenebilmekte ve daha kaliteli ekmeğin üretiminde önemli bir rol oynamaktadır (Özkaya, 2019).

**Tuz:** Ekmek üretiminde kullanılmakta olan tuzun, genellikle rafine edilmiş ince sofraya tuzu olduğu saptanmıştır. Rafine edilmiş ince sofraya tuzunun, eriyebilirliğinin daha yüksek olduğu ve hamur özelliklerini düzenlemede daha etkin olduğu bilinmektedir (Miller ve Jeong, 2014).

Hamur yapımında önemli bir faktör olan ozmotik basıncın, esas olarak tuz ve şeker oranına bağlı olduğu bilinmektedir. Buna bağlı olarak, hazırlanan hamura %2 oranında tuz eklenmesinin, fermantasyon hızına olumlu olarak etki ettiği gözlemlenmiştir. Hamur yapımında kullanılan tuzun, hamurun daha kolay işlenebilmesine olanak sağladığı bilinmektedir. Ayrıca tuzun, gluteni güçlendirerek ekmeğin yumuşamasını önlediği ve mayanın çalışmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir. Tuzun hamurdaki diğer görevleri ise; istenmeyen asidik tadı engellemesi, güzel ve düzgün bir iç yapı sağlama, ekmeğin raf ömrünü uzatması lezzet vermesi olarak sıralanabilir (Hui vd., 2004).

**Maya:** Ekmek üretiminde fermantasyon hızını etkileyen etmenlerin başında kullanılan maya miktarı gelmektedir. Üretimde kullanılan mayanın, %3 oranında kullanılan maya ile istenilen özellikte sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir. Fazla miktarlarda maya ilave edilmesi durumunda ise nişastanın hızlı bir şekilde tüketildiği ve istenilen niteliklerde hamurların elde edilemediği tespit edilmiştir (Badem, 2021).

### **Ekşi Mayalı Ekmek**

Ekşi maya yönteminin, ülkemizde geçmişten bugüne sıklıkla uygulanmakta olan bir yöntem olduğu bilinmektedir. Geçmiş dönemlerde, ekşi maya yöntemi ile üretime başlarken unun içerisine beyaz peynir, yoğurt gibi içerisinde

laktik asit bakterileri bulunan maddelerin katılması ile bir miktar hamur hazırlanmış ve bu hamurun ılık bir yerde bekletilerek ekşimesi beklenmiştir. Bir diğer yöntemde ise az miktarda un ile hazırlanan hamur kanaviçe torbaya konulmuş ve uygun bir ortama asılarak ekşimeye bırakılmıştır. Hamurun hazırlanan torbanın gözeneklerinden kabarmaya başladığı gözlemlendiğinde ise hamurun hazır olduğu kabul edilmiştir ve hazırlanan hamur, esas hamur için aşılama aracı olarak kullanılmıştır. Daha sonraki üretimlerde ise, önceki üretimlerden ayrılan bir miktar hamur ile işlem devam ettirilmiştir (Akgün, 2007).

Ekmek üretiminde ekşi maya yöntemi kullanılmasının temeli; normal özellik gösteren kültür mayalarının yanı sıra ortamdaki havadan ve kullanılan hamur unsurlarından elde edilen yabancı mayaların, sitrik asit ve laktik asit bakterilerinin faaliyet gösterdiği bir miktar hamuru, daha sonraki hamurda maya olarak kullanmak olarak açıklanabilmektedir (İpek, 2017). Ekşi maya kullanımının, buğday ve çavdar gibi çeşitli ekmeklerde doku, aroma, lezzet, besin değeri ve raf ömrü gibi çeşitli niteliklerini olumlu yönde etkilediği bilinmektedir (Moroni vd., 2009).

Ekşi mayanın, ekmeğin raf ömrüne, tadına, yapısına ve besleyicilik özelliklerine sağladığı olumlu özelliklerden dolayı günümüzde popülerlik kazandığı görülmektedir (De Vuyst ve Neysens, 2005). Ekşi maya yöntemi kullanılarak üretilen ekmeklerin, ekşi mayanın doğal bir katkı maddesi olmasının yanında ekmeğin kalitesine ve lezzetine katmış olduğu özelliklerden dolayı tüketiciler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Ekşi maya, ekmeğe sağladığı tat ve aroma özelliklerinin yanı sıra ekmeğin bayatlamasını da geciktirmektedir (Messens ve De Vuyst, 2002). Ekşi maya yöntemi kullanılarak kalite, lezzet ve raf ömrü açısından daha nitelikli ekmekler üretilmesinin mümkün olduğu görülmektedir (Stolz, 2003).

### **Fonksiyonel Bir Gıda Olarak Ekşi Mayalı Ekmek**

Fonksiyonel gıda kavramının ilk olarak Japonya’da fizyolojik sistemlerin iyileştirilmesi, zenginleştirilmesi ve duyuşal tatmin ile beslenme arasındaki ilişkiyi açıklamak üzerine yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıktığı bilinmektedir. İnsan sağlığı açısından faydalı fizyolojik değerlere sahip özel bileşenlerin eklenmesi ile ortaya çıkan, güçlendirilmiş gıdaları tanımlamak için kullanılmaktadır (Hardy, 2000; Karaduman, 2011). Türk Gıda Kanunu’na göre fonksiyonel gıdalar, “besleyici etkilerinin yanı sıra bir ya da daha fazla etkili bileşene bağlı olarak sağlığı koruyucu, düzeltici ve/veya hastalık riskini azaltıcı etkiye sahip olup, bu etkileri bilimsel ve klinik olarak ispatlanmış gıdalar” olarak tanımlanmaktadır (Açu, 2014).

Ekşi mayalı ekmek, ekmek çeşitleri arasında ideal bir besin kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda ekşi mayalı ekmek tüketimiyle birlikte nişastanın sindirilmesinin geciktiği ve aynı zamanda kan şekeri seviyesinin ise düzenlendiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda, ekşi mayalı ekmeklerin, ekşi maya kullanılmadan üretilmiş olan diğer ekmek çeşitlerine göre glisemik indeks düzeyinin daha düşük olduğu söylenebilmektedir. Ekşi mayalı ekmeklerin içeriğindeki mineral miktarının da diğer ekmeklere oranla daha fazla olduğu bilinmektedir (Picozzi vd., 2016).

Ayrıca ekşi mayanın, probiyotik özellikler taşıdığı bilinmektedir. Ekşi mayada bulunan probiyotik özelliğin, ekmeğe katmış olduğu özellikler şu şekilde sıralanmaktadır (Şahin, 2012):

- Zararlı patojenlerin çoğalmasını engeller.
- Ekmek hamurunun daha elastik olmasını ve daha uzun süre taze kalmasını sağlar.

- Ekmek içinde yaygın olarak oluşabilen bir hastalık olan rope üreten bacillus ve küflere karşı antimikrobiyal özellik gösterir.
- Ekmeklerin yapısını ve lezzetini iyileştirici özellikler taşır, lifçe zenginleştirir, düşük glisemik indeksli olmasına olanak tanıyarak nişastanın daha yavaş bir biçimde metabolize olmasını sağlar.

Ekşi mayalı ekmek tüketimine dair yapılan bir çalışmada, çölyak hastası bireylerin beslenmesinde gluten içeren ekmeklere ve ayrıca ekşi mayalı ekmeklere yer verilmiştir. Çalışma sonucunda çölyak hastalarının, gluten içeren ekmekleri tüketmesiyle birlikte hastalık belirtilerinde artışlar gözlemlendiği ve ayrıca ince bağırsakta klinik semptomlar olduğu ortaya konmuştur. Ekşi mayalı ekmek tüketiminin ise herhangi bir klinik semptomu açmadığı tespit edilmiştir (Greco vd., 2011; Lopenon ve Ganzle, 2018; Menezes vd., 2018).

### **Kombucha Çayı**

Kombucha çayı, dünya çapında tüketilen hafif tatlı, hafif asitli, ferahlatıcı ve düşük oranda karbondioksit içeriğine sahip bir içecektir. Kombucha çayı, çay yapraklarından elde edilen infüzyona (bitkilerin yaprak, çiçek gibi yumuşak dokulu organları demlenerek hazırlanması, ağız kapalı bir çaydanlığa taze kaynatılmış içme suyu konarak 5 ila 20 dakika arasında bekletilmesi işlemi), bakteri ve mayaların simbiyotik birlikteliğinden oluşan çay mantarı ilave edilerek gerçekleştirilen fermantasyon ile elde edilmektedir (Chen ve Liu, 2000; Kapp ve Sumner, 2019). Çin kökenli olan çay, 2000 yıldan fazla zamandır Asya’da geleneksel olarak tüketilmektedir. Bununla birlikte Rusya, Almanya ve Kuzey Avrupa ülkelerinde de sevilerek içilmektedir (Akarca ve Tomar, 2018).

Kombucha dünyada binlerce yıldır sağlığa yararları ile bilinmesinden ötürü sevilerek tüketilen geleneksel bir fermente içecektir. Özellikle son yıllarda fermente gıda ve içeceklerin fonksiyonel yararlarının ortaya çıkması ve bu tür ürünlerin toplumlar tarafından genel kabul görmesi nedeniyle endüstriyel pazarda bu içerikli ürünlerin üretimi hız kazanmıştır. Kombuchanın insan sağlığı açısından önemine dair yapılan çalışmalarda sindirimi hızlandırdığı, mikrobiyal enfeksiyonları önlediği, stres ve kansere karşı koruyucu olduğu, hemeroid, profilaktik ve terapötik faydalar sağladığı ortaya konmuştur. Diğer taraftan toksinlerin vücuttan atılmasında, kanın temizlenmesinde ve kolesterol seviyesinde olumlu etkiler gösterdiği tespit edilmiştir Genel olarak kombucha ile ilgili ürünlerin aromalı meyve suyu veya değişik bitkisel çay kombinasyonları üretimleri yaygın iken gıdalarda kullanımı pek yaygın değildir (Malbaša vd., 2011).

### **Yöntem**

Bu çalışma, fonksiyonel özellikleri artırılmış yenilikçi bir ekmek formülasyonu geliştirmeyi ve elde edilen ürünün duyuşal açıdan kabul edilebilirliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, ekmek kavramı, ekmek üretimindeki temel unsurlar, ekşi mayalı ekmek, ekşi mayalı ekmeğin fonksiyonel özellikleri ve kombucha ile ilgili literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ekşi mayalı ekmek üretimi için gerekli olan ekşi maya hazırlanmış; bu süreçte, yüksek tutarlılık ve tekrarlanabilirlik sunması nedeniyle Forkish (2016)’in ekşi maya yapım aşamaları takip edilmiştir:

1. Gün: 38 santigrat derece (°C)’deki 100 mililitre (ml) su ve 100 gram oda sıcaklığında tam buğday unu karıştırılır. Birkaç saat karışım ağız açık bir şekilde bırakılır ve daha sonra kapatılarak oda sıcaklığında muhafaza edilir.

Karışımın ağzı açık bir şekilde bekletilmesinin sebebi ortamdaki maya kültürlerinin karışıma etki etmesinin istenmesidir.

2. Gün (Akşam): Mayayı yaptıktan 24 ila 36 saat sonrasında ilk besleme yapılır. 38°C’deki 100 ml su ve 100 gram oda sıcaklığında tam buğday unu eklenir ve elle karıştırılır. Maya oda sıcaklığında muhafaza edilir.

3. Gün (Akşam): 48 saat geçtikten sonra maya kültürümüz canlılık belirtileri gösterir (baloncuklu yapı). Karışımın yarısı kullanılmamak üzere ayrılır. Karışımın kalan yarısına 38°C’deki 100 ml su ve 100 gram oda sıcaklığında tam buğday unu eklenir, karıştırılır. Maya oda sıcaklığında muhafaza edilir.

4. Gün (Akşam): Karışımın %75’i kullanılmamak üzere ayrılır. Kalan karışıma 32°C’deki 100 ml su ve 100 gram oda sıcaklığında tam buğday unu eklenir, karıştırılır. Maya oda sıcaklığında muhafaza edilir.

5. Gün (Akşam): Boş kabın ağırlığı referans alınarak kaptaki sadece 50 gram karışım kalacak şekilde, geri kalan kısmı kullanılmamak üzere ayrılır. Karışıma 29°C’deki 150 ml su, oda sıcaklığında 75 gram tam buğday unu ve 75 gram beyaz un eklenir, karıştırılır. Maya oda sıcaklığında muhafaza edilir.

6. Gün (Akşam): 6. günde maya neredeyse kullanıma hazır haldedir. Tekrardan içerisinde 50 gram karışım kalacak şekilde, geri kalan kısmı kullanılmamak üzere ayrılır. 29°C’deki 100 ml su ve 100 gram oda sıcaklığında beyaz un eklenir, karıştırılır. Maya oda sıcaklığında muhafaza edilir.

7. Gün (Sabah): 7. günün sonrasında maya, ekme yapımına uygun hale gelmektedir. Maya kültürü kabarık ve baloncuklu bir yapıya sahip olmaktadır. Maya, laktik asit ve alkol aromalarını barındırmaktadır. 7. günün sonrasında maya, buzdolabında muhafaza edilmelidir.

Ekşi maya hazır olduktan sonra ürün geliştirme planıyla birlikte ekşi mayalı ekme reçetesi geliştirilmiştir. Geliştirilen ekşi mayalı ekme, çalışmanın kontrol grubunu oluşturmaktadır ve Örnek 2 olarak adlandırılmıştır. Geliştirilen ekşi mayalı ekme reçetesindeki su yerine aynı miktarda kombucha çayı kullanılarak fonksiyonel özellikler taşıyan iki ürünün birleştirilmesi ve yeni bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır. Kombucha çayı ilave edilerek yapılmış ekşi mayalı ekme ise Örnek 1 olarak adlandırılmıştır. Geliştirilen ekme reçetelerinin üretimi, Unica Sourdough Pizza’nın endüstriyel mutfağında gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz uygulamaları, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Turizm Fakültesi bünyesinde yer alan Duyusal Analiz Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir. Panel öncesinde, katılımcı panelistlere duyusal analizden önceki son bir saat içerisinde sigara ve kahve tüketmemeleri yönünde bilgilendirme yapılmıştır. Tat ve koku duyularının en hassas olduğu zaman dilimi olması nedeniyle panel uygulaması sabah saat 10.00’da başlatılmıştır. Değerlendirme sürecinde panelistlerin birbirlerinden etkilenmelerini önlemek amacıyla bireysel duyusal analiz kabinleri kullanılmış; her iki ekme örneği, daha önce kullanılmamış, kokusuz ve tek kullanımlık kaplarda, tüm katılımcılara aynı anda ve eşit porsiyonlar hâlinde sunulmuştur. Uygulama ortamı; ışık, koku ve diğer çevresel etkenlerden arındırılarak duyusal analiz için optimum koşullar sağlanmıştır.

Araştırmada verilerin toplanması için gerekli olan etik izin, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Etik Komisyonu’ndan 12.06.2024 tarihinde, E-11054618-302.08.01-273568 sayı numarasıyla alınmıştır. Kontrol grubunu oluşturan standart ekşi mayalı ekme ve kombucha çayı ilave edilerek yapılan ekşi mayalı ekmeğin duyusal analizi yapılmıştır. Her iki ekmeğin de aralarındaki farklılıklar panelistlere açıklanmadan görünüş, tat, koku, yapı, renk ve genel beğeni durumları incelenmiş ve elde edilen sonuçlar ortaya konmuştur. Çalışmada kullanılan duyusal

analiz değerlendirme formu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları alanında öğrenim gören 12 panelist tarafından uygulanmıştır. Formun hazırlanmasında, Seda Dursun (2006) tarafından geliştirilen ‘‘Ekmek Değerlendirme Ölçeği’’ temel alınmıştır. Panelistlerin seçiminde, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan amaçlı örnekleme tekniği kullanılmıştır (Holloway ve Wheeler, 1996). Bu yöntem doğrultusunda, duyuşal değerlendirme konusunda deneyim sahibi, ekmek üretim süreçlerine ilişkin bilgi ve uygulama becerisi bulunan bireyler tercih edilmiştir. Bu özellikleri sayesinde panelistler, ürünlerin duyuşal niteliklerini bilinçli, tutarlı ve teknik açıdan değerlendirme yetkinliğine sahiptir. Literatürde de belirtildiği üzere, eğitimli panelistlerle gerçekleştirilen analizlerde daha az sayıda katılımcı ile güvenilir ve geçerli sonuçlar elde edilebilmektedir (Lawless ve Heymann, 1998; Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011). Bu bağlamda çalışmada tercih edilen panelist profili ve örnekleme yöntemi, uygulamanın bilimsel geçerliliğini ve yöntemsel uygunluğunu desteklemektedir. Panelistlere duyuşal analizden önce ürünün karakteristik özellikleri hakkında bilgi veren ‘‘Panelistler İçin Ekmek Numuneleri Değerlendirme Rehberi’’ verilmiştir. Üretilen ekmeklerin değerlendirilmesi için 5’li skala aralığında (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) puanlama hazırlanmıştır. Elde edilen duyuşal analiz sonuçları SPSS 26 programında istatistiksel analizlere dönüştürülmüş ve verilerin frekans tablosu, tanımlayıcı istatistik tablosu, karşılaştırmalar için t testi ve Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

Bir veri setinde yer alan bir değişkene ilişkin gözlemler, kayıp veri içerenler ve içermeyenler olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Bu iki grup arasında, incelenen diğer değişkenlerin değerleri açısından anlamlı bir farkın olup olmadığı, iki ortalama arasındaki farkın anlamlılığını test eden t testi ile değerlendirilebilir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda anlamlı bir farkın tespit edilmesi, kayıp verilerin rastgele olmayan bir sürece dayandığını gösterebilir (Liu ve Wang, 2021).

## Bulgular

### Kombucha Çayı Yapımı

**Tablo 1.** Kombucha Çayı Reçetesi

Kombucha Çayı		
Malzemeler	Miktar	Ölçü Birimi
Su	6	Litre
Şeker	270	Gram
Yeşil Çay	30	Gram
Starter	50	Mililitre
Kombucha Mantarı	1	Adet

**Hazırlanışı:** Kaynamış suya çay yapraklarının eklenmesi ile birlikte 5-10 dakikalık bir demleme işlemi uygulanır. Çay demlendikten sonra süzülerek yapraklarından arındırılır ve şeker ilavesi gerçekleştirilir. Demlenen ve şeker ilavesi yapılan çayın oda sıcaklığına gelmesi beklenir. Uygun ısıya gelen karışıma (20°C-22°C) kombucha mantarı ilave edilerek fermantasyon işlemi gerçekleştirilir. Elde edilen karışıma daha önceki fermantasyonlardan bir miktar kombucha starter olarak eklenerek pH’nın düşmesi ve istenmeyen mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesi sağlanır. Fermantasyon süresi boyunca sıcaklığın 20°C ile 30°C arasında olmasına dikkat edilmelidir. Ortalama 10 ila 14 gün süren fermantasyon işlemi sonucunda kombucha mantarı sıvı kısımdan ayrılır ve daha sonra tekrar kullanılabilmesi için şekerli çay karışımında saklanır. Elde edilen içecek filtrelendir ve kapaklı şişelerde 4°C’de muhafaza edilir.



**Fotoğraf 1.** Fermantasyona Bırakılmış Yeşil ve Siyah Çaydan Yapılmış Kombucha Çayı Örneği (Çalışmada siyah çay ile yapılmış kombucha çayı kullanılmıştır.)

## Ekşi Mayalı Ekmek Yapımı

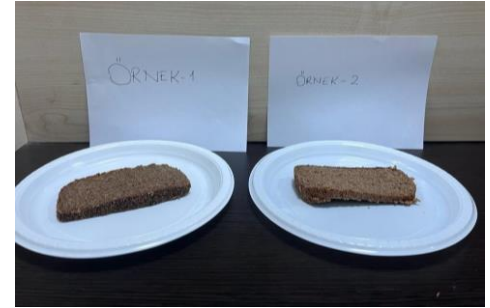
**Tablo 2.** Ekşi Mayalı Ekmek Reçetesi

Ekşi Mayalı Ekmek		
Malzemeler	Miktar	Ölçü Birimi
Kepekli Un	400	Gram
Ekmeklik Beyaz Un	100	Gram
Su	500	Gram
Tuz	15	Gram
Ekşi Maya	100	Gram

**Hazırlanışı:** Unlar ve su kıvam alıncaya kadar tezgâh üstü mikserde karıştırılır. Ardından ekşi maya hamura eklenerek 5 dakika daha karıştırılır. Tuz ilavesi yapıldıktan sonra hamur homojen bir kıvam alıncaya kadar yoğurulmaya devam edilir. Özleşmiş hamur, oda sıcaklığında üzeri streçlenerek 30 dakika bekletilir. 30 dakikada bir hamura katlama işlemi uygulanır. Hamur 3. kez katlandıktan sonra ekme kalıbına uygun bir şekil verilerek kalıba alınır. Oda sıcaklığında (20-22 °C) mayalandırma işlemi gerçekleştirilir. Mayalanan hamur 220 °C’de 20 dakika, 200 °C’de 20 dakika ve 180 °C’de 20 dakika olmak üzere toplam 60 dakika pişirilir.



**Fotoğraf 2.** Ekşi Mayalı Ekmeğin Bütün Haldeki Formu



**Fotoğraf 3.** Örnek 1. Kombucha Çayı İlave Ederek Yapılmış Ekmeğin İç Dolgu Formu, Örnek 2. Standart Ekşi Mayalı Ekmeğin İç Dolgu Formu Örneği

## Kombucha Çayı İlaveli Ekşi Mayalı Ekmek Yapımı

**Tablo 3.** Kombucha Çayı İlaveli Ekşi Mayalı Ekmek Reçetesi

Kombucha Çayı İlaveli Ekşi Mayalı Ekmek		
Malzemeler	Miktar	Ölçü Birimi
Kepekli Un	400	Gram
Ekmeklik Beyaz Un	100	Gram
Kombucha Çayı	500	Gram
Tuz	15	Gram
Ekşi Maya	100	Gram

**Hazırlanışı:** Unlar ve kombucha çayı kıvam alıncaya kadar tezgâh üstü mikserde karıştırılır. Ardından ekşi maya hamura eklenerek 5 dakika daha karıştırılır. Tuz ilavesi yapıldıktan sonra hamur homojen bir kıvam alıncaya kadar yoğurulmaya devam edilir. Özleşmiş hamur, oda sıcaklığında üzeri streçlenerek bekletilir. 30 dakikada bir hamura katlama işlemi uygulanır. Hamur 3. kez katlandıktan sonra ekme kalıbına uygun bir şekil verilerek kalıba alınır. Oda sıcaklığında mayalandırma işlemi gerçekleştirilir. Mayalanan hamur 220 °C’de 20 dakika, 200 °C’de 20 dakika ve 180 °C’de 20 dakika olmak üzere toplam 60 dakika pişirilir.



**Fotoğraf 4.** Ekşi Mayalı ve Kombucha Çayı İlave Edilerek Yapılmış Ekşi Mayalı Ekmeğin Bütün Haldeki Formları

Tablo 3’te yer alan reçete incelendiğinde, bu çalışmada kombucha çayının ekşi maya hazırlığında kullanılmasının temel gerekçesinin fermentasyon sürecine farklı bir mikrobiyal ve kimyasal yapı kazandırmak olduğu görülmektedir. Kombucha çayı, siyah veya yeşil çayın tatlandırılması ve ardından maya–bakteri simbiyotik kültürü (SCOBY) ile fermente edilmesi sonucu oluşan, organik asitler ve uçucu bileşikler bakımından zengin bir içecektir. Fermentasyon sonunda oluşan asetik asit, glukonik asit, laktik asit ve etanol gibi bileşiklerin hamurun pH’ını düşürerek maya aktivitesini, gaz üretim sürecini ve hamur gelişimini etkileyebildiği literatürde belirtilmektedir (Jayabalan vd., 2014; Marsh vd., 2014; De Vuyst ve Neysens, 2005). Bu nedenle reçetede kombucha çayının kullanımı, ekme üretiminde

alternatif bir fermentasyon kaynağı olarak değerlendirilmiş ve geleneksel ekşi maya sürecine kıyasla potansiyel duyuşal farklılıkların araştırılması amacıyla tercih edilmiştir.

### Duyusal Analiz

**Tablo 4.** Örnek 1'e ait duyuşal analiz sonuçlarının ortalama değerleri

Katılımcı	Şekil Simetrisi	Kabuk Rengi	İç Rengi	Gözenek	Tekstür	Koku	Çiğneme	Tat	Genel Kabul
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	3	3	4	4	5	5	5	4	4
3	4	5	5	3	3	5	4	5	4
4	5	5	5	4	3	4	4	4	3
5	4	5	5	4	5	5	5	5	5
6	4	5	5	3	3	5	4	4	4
7	4	3	5	4	5	5	3	4	4
8	3	5	5	5	5	4	5	5	5
9	4	5	5	4	4	4	4	4	3
10	4	5	5	3	5	5	4	5	4
11	5	5	4	3	3	4	4	4	4
12	5	5	5	5	4	4	5	5	5
Ortalama	4.16	4.66	4.83	3.91	4.16	4.58	4.33	4.50	4.16

Katılımcıların Örnek 1'e ait duyuşal analiz değerlerine bakıldığında şekil simetrisine ait ortalama değer 4.16; kabuk rengine ait ortalama değer 4.66; iç rengine ait ortalama değer 4.83; gözeneğe ait ortalama değer 3.91; tekstüre ait ortalama değer 4.16; kokuya ait ortalama değer 4.58; çiğnemeye ait ortalama değer 4.33; tada ait ortalama değer 4.50 ve genel kabule ait ortalama değer ise 4.16 olarak hesaplanmıştır. Tüm değerlendirmeler sonucunda Örnek 1 olarak sunulan kombucha çayı ilave edilmiş ekşi mayalı ekmeğe verilen puanlar incelendiğinde en yüksek değeri ekmeğin iç renginin aldığı ve sırasıyla kabuk rengi, koku, tat, çiğneme, genel kabul-şekil simetrisi-tekstür, gözenek değişkenlerinin izlediği sonucuna ulaşılmıştır.

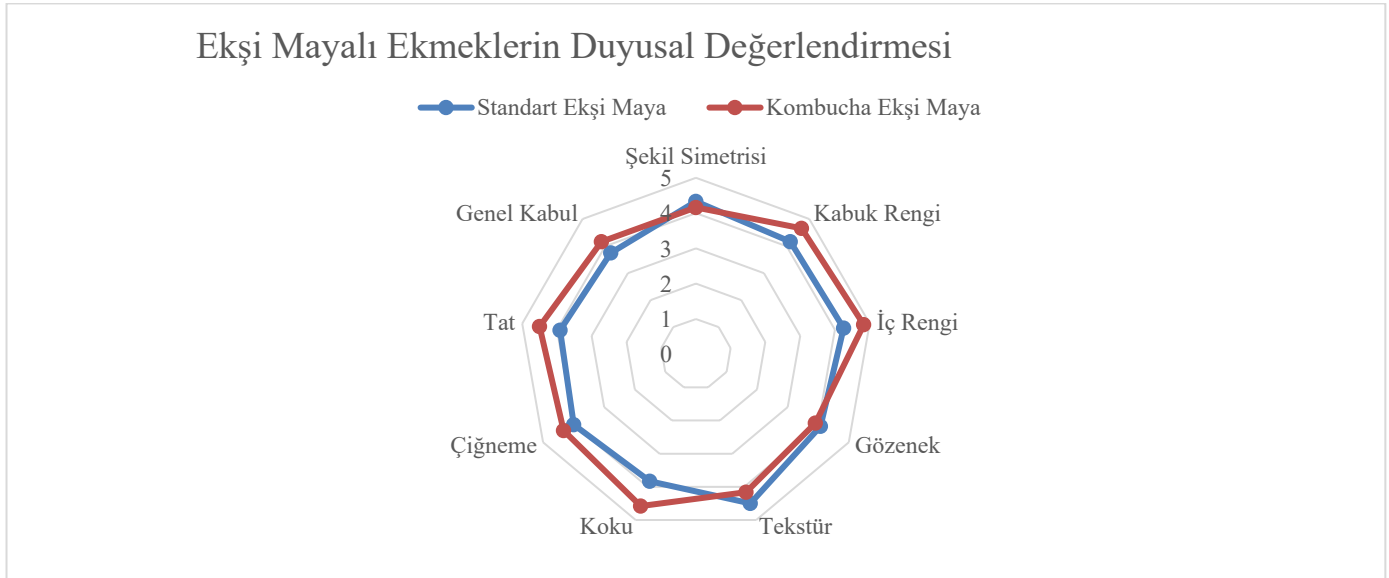
**Tablo 5.** Örnek 2'ye ait duyuşal analiz sonuçlarının ortalama değerleri

Katılımcı	Şekil Simetrisi	Kabuk Rengi	İç Rengi	Gözenek	Tekstür	Koku	Çiğneme	Tat	Genel Kabul
1	4	4	4	4	5	5	5	5	5
2	3	3	2	4	4	5	4	5	4
3	4	5	5	4	3	5	4	5	4
4	5	4	5	4	5	2	3	4	2
5	5	5	5	5	4	5	3	4	5
6	5	4	4	5	4	3	3	3	3
7	5	5	5	5	5	4	4	3	3
8	3	5	5	4	5	4	5	4	4
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	4	4	5	3	5	1	5	1	3
11	5	4	4	3	5	5	4	5	4
12	5	3	3	4	5	3	4	4	4
Ortalama	4.33	4.16	4.25	4.08	4.5	3.83	4.00	3.91	3.75

Tablo 5'te bulunan katılımcıların örnek 2'ye ait duyuşal analiz değerlerine bakıldığında şekil simetrisine ait ortalama değer 4.33; kabuk rengine ait ortalama değer 4.16; iç rengine ait ortalama değer 4.25; gözeneğe ait ortalama değer 4,08; tekstüre ait ortalama değer 4.50; kokuya ait ortalama değer 3.83; çiğnemeye ait ortalama değer 4.00; tada ait ortalama değer 3.91 ve genel kabule ait ortalama değer ise 3.75 olarak hesaplanmıştır. Tüm değerlendirmeler sonucunda Örnek 2 olarak sunulan standart ekşi mayalı ekmeğe verilen puanlar incelendiğinde en yüksek değeri

tekstürün aldığı ve sırasıyla şekil simetrisi, iç rengi, kabuk rengi, gözenek, çiğneme, tat, koku ve genel kabul değişkenlerinin izlediği sonucuna ulaşılmıştır.

**Şekil 1.** Her iki ekmeğe ait duyu analizi sonuçlarının örümcek ağı diyagramı



Şekil 1’de iki farklı ekmeğin duyu analizi sonuçlarının örümcek ağı diyagramı ile karşılaştırılması sonucunda, standart ekşi maya ve kombucha çayı ilaveli ekşi maya ekmeklerinin genel olarak benzer bir duyu analizi profiline sahip olduğu, ancak bazı özelliklerde belirgin farklılıkların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Kombucha çayı ilave edilerek hazırlanan ekşi mayalı ekmeğin özellikle koku, tat, çiğneme ve kabuk rengi gibi niteliklerde standart ekşi mayaya göre daha yüksek puanlar aldığı; buna karşılık şekil simetrisi, genel kabul ve gözenek yapısı açısından iki örnek arasında oldukça yakın değerlerin olduğu dikkati çekmektedir. Tekstür ve iç renk özelliklerinde ise her iki grubun da birbirine yakın bir performans sergilediği söylenebilir. Bu bulgular, kombucha çayı ilaveli ekşi mayanın bazı duyu parametreleri olumlu yönde etkileyebileceğini, ancak genel görünüm ile yapı özelliklerinde standart maya ile benzer sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

**Tablo 6.** Katılımcıların örnek 1’e ilişkin görüşleri

N=12	Çok İyi		İyi		Orta		Zayıf		Çok Zayıf	
	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Şekil Simetrisi	4	33.3	6	50.0	2	16.7	0	0.0	0	0.0
Kabuk Rengi	10	83.3	0	0.0	2	16.7	0	0.0	0	0.0
İç Rengi	10	83.3	2	16.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Gözenek	3	25.0	5	41.7	4	33.3	0	0.0	0	0.0
Tekstür	6	50.0	2	16.7	4	33.3	0	0.0	0	0.0
Koku	7	58.3	5	41.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Çiğneme	5	41.7	6	50.0	1	8.3	0	0.0	0	0.0
Tat	6	50.0	6	50.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Genel Kabul	4	33.3	6	50.0	2	16.7	0	0.0	0	0.0

Katılımcıların Örnek 1 olarak sunulan kombucha çayı ilave edilerek yapılmış ekşi mayalı ekmeğe ilişkin görüşlerine bakıldığında; %50.0’sinin şekil simetrisini iyi bulduğunu, %83.0’ünün kabuk rengini çok iyi bulduğunu, %83.0’ünün iç renginin çok iyi bulduğunu, %41.0’inin gözenegini iyi bulduğunu, %50.0’sinin tekstürünü çok iyi bulduğunu, %58.3’ünün kokusunu çok iyi bulduğunu, %50.0’sinin çiğnemesini iyi bulduğunu, %50.0’sinin tadım çok iyi ve iyi olduğunu, %50.0’sinin genel kabul olarak iyi bulduğunu belirtmiştir.

**Tablo 7.** Katılımcıların örnek 2'ye ilişkin görüşleri

N=12	Çok İyi		İyi		Orta		Zayıf		Çok Zayıf	
	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Şekil Simetrisi	6	50.0	4	33.3	2	16.7	0	0.0	0	0.0
Kabuk Rengi	4	33.3	6	50.0	2	16.7	0	0.0	0	0.0
İç Rengi	6	50.0	4	33.3	1	8.3	1	8.3	0	0.0
Gözenek	3	25.0	7	58.3	2	16.7	0	0.0	0	0.0
Tekstür	7	58.3	4	33.3	1	8.3	0	0.0	0	0.0
Koku	5	41.7	3	25.0	2	16.7	1	8.3	1	8.3
Çiğneme	3	25.0	6	50.0	3	25.0	0	0.0	0	0.0
Tat	4	33.3	5	41.7	2	16.7	0	0.0	1	8.3
Genel Kabul	3	25.0	5	41.7	4	33.3	0	0.0	0	0.0

Katılımcıların Örnek 2 olarak sunulan standart ekşi mayalı ekmeğe ilişkin görüşlerine bakıldığında; %50.0'sinin şekil simetrisini iyi bulduğunu, %50.0'sinin kabuk rengini iyi bulduğunu, %50.0'sinin iç renginin çok iyi bulduğunu, %58.3'ünün gözenegini iyi bulduğunu, %58.3'ünün tekstürünü çok iyi bulduğunu, %41.7'sinin kokusunu çok iyi bulduğunu, %50.0'sinin çiğnemesini iyi bulduğunu, %41.7'sinin tadını iyi olduğunu, %41.7'sinin genel kabul olarak iyi bulduğunu belirtmiştir.

**Tablo 8.** Katılımcıların iki örnek türüne ait duyusal farklılıkları

Örnek	N	Min	Maks	Ortalama	SS	
Örnek 1	Şekil Simetrisi	12	3	5	4.16	,71774
	Kabuk Rengi	12	3	5	4.66	,77850
	İç Rengi	12	4	5	4.83	,38925
	Gözenek	12	3	5	3.91	,79296
	Tekstür	12	3	5	4.16	,93744
	Koku	12	4	5	4.58	,51493
	Çiğneme	12	3	5	4.33	,65134
	Tat	12	4	5	4.50	,52223
	Genel Kabul	12	3	5	4.16	,71774
Örnek 2	Şekil Simetrisi	12	3	5	4.33	,77850
	Kabuk Rengi	12	3	5	4.16	,71744
	İç Rengi	12	2	5	4.25	,96531
	Gözenek	12	3	5	4.08	,66856
	Tekstür	12	3	5	4.50	,67420
	Koku	12	1	5	3.83	1,33712
	Çiğneme	12	3	5	4.00	,73855
	Tat	12	1	5	3.91	1,16450
	Genel Kabul	12	3	5	3.91	,79296

Katılımcıların örneklere dair verdiği cevaplar arası farklılık incelendiğinde; şekil simetrisi, gözenek ve tekstür açısından Örnek 2 olarak sunulan standart ekşi mayalı ekmeğin daha çok beğenildiği; diğer parametrelerde ise Örnek 1 olarak sunulan kombucha çayı ilave edilerek yapılmış ekşi mayalı ekmeğin daha çok beğenildiği sonucuna ulaşılmıştır. Dünyada yaygın olarak tüketilen bir içecek konumunda olan kombucha çayı, hafif tatlı, ferahlatıcı, düşük oranda karbondioksit içeren ve hafif asidik karakterde bir içecektir. Söz konusu özellikleri ile bilinen kombucha çayının ekşi mayalı ekmeğin kabuk rengi, iç rengi, koku, çiğneme, tat ve genel kabul özelliklerine olumlu etkiler yapmış olduğu ortaya konmuştur (Chu ve Chen, 2006).

**Tablo 9.** Şekil simetrisi için örneklerin istatistiksel analiz kıyaslanması

	Örnekler	N	Ortalama	S	t	sd	p
Şekil Simetrisi	Örnek 1	12	4.1667	,71774	-1,000	11	,339
	Örnek 2	12	4.3333	,77850			

Tablo 9 incelendiğinde, katılımcıların tadım sonuçlarına göre ekmeklerin şekil simetrisi değerlendirmelerinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmektedir ( $P > 0.05$ ). Bu durum, kombucha çayı ilave edilen ekşi mayalı ekmeğin standart ekşi mayalı ekmeğin dış görünüşüne ilişkin form ve bütünlük algısının panelistler tarafından benzer şekilde değerlendirildiğini ve kombucha çayının eklenmesinin şekil simetrisi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını tespit edilmiştir.

**Tablo 10.** Kabuk rengi için örneklerin istatistiksel analiz kıyaslanması

	Örnekler	N	Ortalama	S	t	sd	p
Kabuk Rengi	Örnek 1	12	4.6667	,77850	1,732	11	,111
	Örnek 2	12	4.1667	,71774			

Tablo 10 incelendiğinde, katılımcıların tadım sonuçlarına göre ekmeklerin kabuk rengine ilişkin değerlendirmelerinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). Bu bulgu, kombucha çayı ilavesinin ekmeğin yüzeyinin renk oluşumunda farklı bir etki yaratmadığını, panelistlerin her iki ekmeğin kızarma derecesi, homojenlik ve görsel çekicilik açısından benzer bir algıya sahip olduklarını ortaya koymaktadır.

**Tablo 11.** İç rengi için örneklerin istatistiksel analiz kıyaslanması

	Örnekler	N	Ortalama	S	t	sd	p
İç Rengi	Örnek 1	12	4.8333	,38925	2,548	11	,027
	Örnek 2	12	4.2500	,96531			

Tablo 11 incelendiğinde, katılımcıların tadım sonuçlarına göre ekmeklerin iç rengine ilişkin değerlendirmeler karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunduğu belirlenmiştir ( $P < 0.05$ ). Bu farkın Örnek 1 lehine olması, kombucha çayı ilave edilerek hazırlanan ekşi mayalı ekmeğin iç renginin panelistler tarafından daha olumlu değerlendirildiğini göstermektedir. Elde edilen bulgu, kombuchanın fermantasyon sürecine katkı sağlayarak ekmeğin iç dokusunda daha homojen, canlı ve tüketici açısından daha çekici bir renk oluşumuna yol açabileceğini düşündürmektedir.

**Tablo 12.** Gözenek için örneklerin istatistiksel analiz kıyaslanması

	Örnekler	N	Ortalama	S	t	sd	p
Gözenek	Örnek 1	12	3.9167	,79296	-,616	11	,551
	Örnek 2	12	4.0833	,66856			

Tablo 12 incelendiğinde katılımcıların tadım sonuçlarına göre ekmeklerin gözenek yapısına ilişkin değerlendirmeler incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür ( $P > 0.05$ ). Bu sonuç ile birlikte kombucha kullanımının ekmeğin iç yapısındaki gözenek büyüklüğü, dağılımı ve homojenliği üzerinde belirgin bir etki yaratmadığı belirlenmiştir.

**Tablo 13.** Tekstür için örneklerin istatistiksel analiz kıyaslanması

	Örnekler	N	Ortalama	S	t	sd	p
Tekstür	Örnek 1	12	4.1667	,93744	-1,173	11	,266
	Örnek 2	12	4.5000	,67420			

Tablo 13 incelendiğinde katılımcıların tadım sonuçlarına göre ekmeklerin tekstür özelliklerine ilişkin değerlendirmeler karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir.

( $P > 0.05$ ). Bu durum sonucunda, kombucha kullanımının ekmeğin iç yapısındaki yumuşaklık, çiğnenebilirlik, esneklik ve genel doku bütünlüğü üzerinde belirgin bir etki yaratmadığı tespit edilmiştir.

**Tablo 14.** Koku için örneklerin istatistiksel analiz kıyaslanması

	Örnekler	N	Ortalama	S	t	sd	p
Koku	Örnek 1	12	4.5833	,51493	1.915	11	,082
	Örnek 2	12	3.8333	1.33712			

Tablo 14 incelendiğinde katılımcıların tadım sonuçlarına göre ekmeklerin koku özelliklerine ilişkin değerlendirmeler incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ( $P > 0.05$ ). Bu bulgu, kombucha kullanımının ekmekte oluşan aroma profili üzerinde belirgin bir değişim yaratmadığını, panelistlerin her iki ürünü de benzer yoğunluk, ferahlık ve ekşi maya karakteri açısından algıladıklarını belirtmektedir.

**Tablo 15.** Çiğneme için örneklerin istatistiksel analiz kıyaslanması

	Örnekler	N	Ortalama	S	t	sd	p
Çiğneme	Örnek 1	12	4.3333	,65134	1.301	11	,220
	Örnek 2	12	4,0000	,73855			

Tablo 15 incelendiğinde katılımcıların tadım sonuçlarına göre ekmeklerin çiğnenebilirlik özelliğine ilişkin değerlendirmeler karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir ( $P > 0.05$ ). Bu sonuç ile birlikte kombucha kullanımının ekmekte çiğneme sırasında hissedilen direnç, esneklik ve ağızda dağılma hissi üzerinde kayda değer bir etkisi bulunmadığı tespit edilmiştir.

**Tablo 16.** Tat için örneklerin istatistiksel analiz kıyaslanması

	Örnekler	N	Ortalama	S	t	sd	p
Tat	Örnek 1	12	4.5000	,52223	1.541	11	,152
	Örnek 2	12	3.9167	1.16450			

Tablo 16 incelendiğinde katılımcıların tadım sonuçlarına göre ekmeklerin tat özelliklerine ilişkin değerlendirmeler incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür ( $P > 0.05$ ). Bu bulgu, kombucha kullanımının ekmekte algılanan lezzet profili üzerinde belirgin bir etki oluşturmadığını, panelistlerin her iki ürünü de ekşimsi tat yoğunluğu, aromatik dengesi ve genel lezzet bütünlüğü açısından benzer şekilde değerlendirdiklerini belirtmektedir.

**Tablo 17.** Genel kabul için örneklerin istatistiksel analiz kıyaslanması

	Örnekler	N	Ortalama	S	t	sd	p
Genel Kabul	Örnek 1	12	4.1667	,71774	1.393	11	,191
	Örnek 2	12	3.9167	,79296			

Tablo 17 incelendiğinde katılımcıların tadım sonuçlarına göre ekmeklerin genel kabulüne ilişkin değerlendirmeler incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür ( $P > 0.05$ ). Bununla birlikte, duyu analizi bulguları kombucha çayı ilave edilerek hazırlanan ekşi mayalı ekmeğin ortalama puanlarının daha yüksek olduğunu, dolayısıyla panelistler tarafından genel olarak daha çok beğenildiğini göstermektedir. Özellikle iç renk parametresinin 4.83 gibi dikkat çekici bir ortalama puan alması, bu ürünün görsel açıdan

tüketicilerde güçlü bir olumlu izlenim yarattığını ve ürünün kabul edilebilirliğinde iç rengin belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

**Tablo 18.** Duyusal parametrelere ilişkin Mann–Whitney U Testi sonuçları

Özellik	U	Z	p (2-tailed)	Exact p
Şekil simetrisi	62.000	-0.625	.532	.590
Kabuk rengi	42.000	-1.958	.050	.089
Genel kabul	53.000	-1.189	.235	.291
Tat	51.000	-1.329	.184	.242
Çiğneme	54.000	-1.137	.255	.319
Koku	50.000	-1.387	.165	.219
İç rengi	46.000	-1.808	.071	.143
Tekstür	59.000	-0.830	.407	.478
Gözenek	63.000	-0.565	.572	.630

Tablo 18’de iki ekmek grubunun duyusal özellikler açısından karşılaştırılmasına yönelik Mann–Whitney U testi sonuçları yer almaktadır. Tüm duyusal parametrelerde  $P > 0.05$  bulunmuş olup, bu durum gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bu sonuçlar, kombucha çayı ilaveli ekşi mayalı ekmek ve standart ekşi mayalı ekmeğin genel duyusal özelliklerinin panelistler tarafından benzer şekilde değerlendirildiğini göstermektedir. Her ne kadar kombucha çayı ilaveli ekşi mayalı ekmeğin bazı özelliklerde ortalama olarak daha yüksek puanlar almış olması mümkün olsa da bu farklar istatistiksel olarak doğrulanmamıştır.

## Sonuç ve Öneriler

Günümüzde tüketicilerin gıda seçiminde yalnızca lezzet ve doyuruculuk değil, aynı zamanda ürünün sağlığa olan etkilerini de gözettiği bilinmektedir. Bu bağlamda fonksiyonel gıdalar, hem besleyici değerleri hem de sağlık üzerindeki koruyucu etkileriyle öne çıkmaktadır (Parveen, 2025). Özellikle geleneksel üretim yöntemlerinden biri olan ekşi mayalı ekmek, içerdiği doğal enzimler, organik asitler ve probiyotik özellikli mikroorganizmalar sayesinde sindirim sistemine olan olumlu etkileriyle fonksiyonel bir ürün olarak kabul görmektedir.

Bu çalışmada, fonksiyonel özellik gösteren ekşi mayalı ekmek üretiminde kullanılan su yerine aynı miktarda kombucha çayı ilave edilerek hem ekmeğin fonksiyonel özelliklerinin artırılması hem de alternatif bir ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kombucha, simbiyotik bakteri ve maya kültürlerinden oluşan fermente bir içecek olarak antioksidan kapasitesi, prebiyotik etkisi ve biyolojik olarak aktif bileşenleriyle dikkat çekmektedir (Villarreal-Soto vd., 2018). Bu yönüyle kombucha çayı, fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanıma uygundur.

Yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçlarına göre, ekmek örnekleri arasında yalnızca iç renk parametresinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiş ( $P < 0.05$ ) ve bu farklılığın kombucha çayı ilaveli ekmek lehine olduğu ortaya konmuştur. Buna karşılık, diğer duyusal parametrelerde hem t-testine hem de Mann–Whitney U testine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ). Bu durum, kombucha çayının ekmeğin iç rengine ve tat profiline olumlu katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Chen ve arkadaşları (2025) tarafından yapılan bir çalışmada, kombucha çayı ile zenginleştirilmiş ekmeğin tüketici beğenisini artırdığı, fonksiyonel özelliklerini iyileştirdiği, raf ömrünü uzattığı ve antioksidan aktivitesini yükselttiği belirlenmiş; bu bağlamda ürünün sağlıklı, yenilikçi ve işlevsel bir ekmek alternatifi olarak değerlendirilebileceği ifade edilmiştir.

Çalışmada kombucha çayının ekmek üretiminde kullanımı, duyusal açıdan herhangi bir olumsuz etki oluşturmamış; tersine, bazı parametrelerde olumlu yönde farklılık yaratmıştır. Bu da kombucha çayının, ekşi mayalı

ekmek üretiminde kullanılabilir alternatif sıvı bileşenlerden biri olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, elde edilen kombucha çayının ev tipi demleme yöntemiyle hazırlanmış olması, endüstriyel üretim süreçlerinde elde edilen kombuchaların da benzer etkiler gösterip göstermediğinin ayrı olarak araştırılmasını gerekli kılmaktadır.

Çalışmanın sonucunda kombucha çayı ilavesiyle elde edilen ekşi mayalı ekmeğin duyuşal açıdan kabul edilebilir bir ürün olduğu ortaya konmuştur. Literatürde kombuchanın gıdalarda taşıyıcı matris olarak kullanılmasına yönelik eğilimin arttığı görülmekte olup, örneğın süt ürünleri, meyve suları (Göksu ve Bölek, 2025) ve unlu mamuller (Tanveer vd., 2025) gibi ürünlerde kombuchanın kullanımı üzerine çalışmalar artmaktadır. Ancak bu alanda yapılan araştırmalar halen sınırlıdır ve daha fazla veri ihtiyacı bulunmaktadır.

Sonuç olarak, kombucha çayı ilaveli ekşi mayalı ekmeğın hem tüketici talebine cevap verebilecek hem de restoranlar ve fırın işletmeleri için menü çeşitliliğı sağlayabilecek potansiyele sahip olduğu düşünölmektedir. Fonksiyonel gıdalara olan talebin giderek arttığı günümüzde (Chhabra, 2025), benzer formölasyonlarla yeni ürünlerin geliştirilmesi, hem fonksiyonellik hem de inovasyon açısından önemli katkılar sunacaktır. Gelecek çalışmalarda, kombucha ilavesinin ürünün besin bileşimi, mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkileri daha ayrıntılı şekilde araştırılmalıdır.

Bu çalışma, literatürde yer alan kombucha ile zenginleştirilmiş gıda ürünleri üzerine yapılan araştırmalarla benzer biçimde kombuchanın fonksiyonel katkı sağlayıcı etkilerini ortaya koymakla birlikte, özgün olarak kombucha çayının doğrudan sıvı fazda kullanıldığı ekşi mayalı ekmeğin üretimine odaklanmasıyla ayrışmaktadır. Çoğu çalışma kombuchanın ekstrakt ya da kurutulmuş formunu kullanırken, bu çalışmada ev tipi fermente kombucha çayı doğrudan kullanılmış ve bu uygulamanın duyuşal kalite üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca duyuşal analizlerin parametre bazlı istatistiksel karşılaştırmayla detaylandırılması, çalışmanın güçlü yönlerinden biridir. Bu yönüyle çalışma, fonksiyonel gıda alanında kombuchanın kullanımını geleneksel ekmeğin üretimiyle harmanlayarak, hem akademik literatüre katkı sağlayan hem de ticarileşme potansiyeli taşıyan yenilikçi bir ürün geliştirme yaklaşımı ortaya koymaktadır.

### **Sınırlılıklar**

Bu çalışma, kombucha çayı ilavesiyle fonksiyonel özellikleri artırılmış bir ekşi mayalı ekmeğin formölasyonu geliştirerek, elde edilen ürünün duyuşal açıdan kabul edilebilirliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ancak çalışmanın kapsamı ve yöntemi doğrultusunda bazı sınırlılıklar mevcuttur.

Öncelikle, duyuşal analizler sınırlı sayıda bireyden oluşan bir panelle gerçekleştirilmiş olup, katılımcıların demografik çeşitliliğı sınırlı kalmıştır. Bu durum, elde edilen bulguların daha geniş tüketici gruplarına genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Bunun yanı sıra, çalışmada yalnızca tek bir kombucha çayı türü ve sabit oran kullanılmış farklı kombucha türleri, fermentasyon süreleri veya kullanım düzeylerinin ürün üzerindeki etkileri araştırılmamıştır.

Fonksiyonel gıda yaklaşımıyla geliştirilen ürünün antioksidan kapasitesi, mikrobiyal içeriğı, raf ömrü, pH değışimleri ve besin bileşimi gibi kimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri çalışmada analiz edilmemiştir. Dolayısıyla kombucha ilavesinin ekmeğın sağık üzerinde potansiyel etkilerine dair değerlendirmeler yalnızca literatür bulgularına dayandırılmıştır. Ayrıca ürünün duyuşal özelliklerinin depolama sürecindeki değışimine ilişkin herhangi bir izleme yapılmamış, raf stabilitesi değerlendirilmemiştir.

Son olarak, ürünün pazar potansiyeli, tüketici tercihleri, fiyatlandırma stratejileri ve pazarlanabilirliğine ilişkin herhangi bir ekonomik analiz ya da pazar araştırması gerçekleştirilmemiştir. Bu yönüyle çalışma, daha çok ürün geliştirmeye ve ilk aşama duyuşal değerlendirmeye odaklıdır.

Gelecek çalışmalarda daha geniş örneklem gruplarıyla, farklı kombucha varyasyonlarını içeren formülasyonlar kullanılarak, kapsamlı kimyasal, mikrobiyolojik ve ekonomik analizlerin dahil edildiği çok yönlü araştırmalar yapılması önerilmektedir.

## Beyan

Makalenin tüm yazarlarının makale sürecine verdikleri katkı eşittir. Yazarların bildirmesi gereken herhangi bir çıkar çatışması yoktur. Araştırmada verilerin toplanması için gerekli olan etik izin, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan 12.06.2024 tarihinde, E-11054618-302.08.01-273568 sayı numarasıyla alınmıştır.

## KAYNAKÇA

- Açu, M. (2014). *Fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş dondurma üretimi*. (Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye).
- Akarca, G. ve Tomar, O. (2018). Antimicrobial and antioxidative properties of kombucha teas produced with black and green tea. *European Journal of Science and Technology*. 14: 96-101.
- Akgün, F. B. (2007). *Ekşi hamur tozu eldesi ve ekmek üretiminde kullanılabilme olanakları*. (Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Altuğ Onoğur, T. ve Elmacı, Y. (2011). *Gıdalarda duyuşal değerlendirme*. İzmir: Sidaş Medya.
- Badem, A. (2021). Ekmek ve unlu mamuller. Geçgin, E. ve Baltacı M, (Ed.), *Temel mutfak teknikleri ve yönetimi* (ss. 265–285). Ankara: Detay Yayıncılık.
- Chen, C. ve Liu, B. Y. (2000). Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. *Journal of applied microbiology*, 89(5), ss. 834-839. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.01188.x>
- Chen, F. I., Yang, Y. J., Khoirunnida, F. L., Tanzil, L., Agustino, S. V. ve Lu, Y. C. (2025). Functional bread development using kombucha-enriched sourdough: Effects on antioxidant activity, shelf life, and consumer acceptance. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 42, 101344. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101344>
- Chhabra, N., Shiriskar, J. ve Srinivasan, G. (2025). Current and Future Market of the Dietary Supplements and Nutraceuticals in the Global Economy. Mukherjee, B. (Ed.) *Dietary Supplements and Nutraceuticals*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-96-8622-3\\_29](https://doi.org/10.1007/978-981-96-8622-3_29).
- Chu, S.C. ve Chen, C. (2006). Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha. *Food Chemistry*, 98(3), ss. 502–507. doi:10.1016/j.foodchem.2005.03.045.

- Cingöz, A., Dayısoylu, K.S. ve Gezinç, Y. (2013). Fonksiyonel gıda mı, fonksiyonel bileşen mi? Gıdalarda fonksiyonellik. *Gıda*. 39(1), ss. 57–62.
- De Vuyst, L. ve Neysens, P. (2005). The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1–3), 43–56. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.012>
- Dowell, F. E., Maghirang, E. B., Pierce, R. O., Lookhart, G. L., Bean, S. R., Xie, F. ve Chung, O. K. (2008). Relationship of bread quality to kernel, flour, and dough properties. *Cereal Chemistry*, 85(1):82–91. doi:10.1094/CCHEM-85-1-0082.
- Dursun, S. (2006). *Ekmek zenginleştirmede protein kaynağı olarak balık etinin kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı).
- Forkish, K. (2016). *The elements of pizza*. California: Ten Speed Press. ISBN: 978-1607748380.
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Archetti, G. ve Rizzello, C. G. (2019). Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 302:103–113. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.018.
- Göksu, F. ve Bölek, S. (2025). Development of a functional kombucha using almond whey from plant-based cheese production. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 42, 101322. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101322>
- Greco, L., Gobbetti, M., Auricchio, R., Di Mase, R., Landolfo, F., Paparo, F. ve Terrone, G. (2011). Safety for patients with celiac disease of baked goods made of wheat flour hydrolyzed during food processing. *Clinical Gastroenterology Hepatology*. 9(1):24–29. doi:10.1016/j.cgh.2010.09.025.
- Hammes, W. P., Brandt, M. J., Francis, K. L., Rosenheim, J., Seitter, M. F.H. ve Vogelmann, S. A. (2005). Microbial ecology of cereal fermentations. *Trends in Food Science & Technology*, 16(1–3), 4–11. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.010>
- Hardy, G. (2000). Nutraceuticals and functional foods: Introduction and meaning. *Nutrition*, 16(7–8), 688–689. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00332-4](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00332-4).
- Hui, Y. H., Meunier-Goddik, L., Josephsen, J., Nip, W. K. ve Stanfield, P. S. (Ed.). (2004). *Handbook of food and beverage fermentation technology* (Vol. 134). CRC press.
- İpek, Ö. Y. (2017). *Türkiye’deki değişik yörelerden sağlanan ekşi hamurdan izole edilen ekme mayalarının teknolojik özellikleri*. (Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı).
- Jayabalan, R., Malbasa, RV., Loncar, ES., Vitas, JS. ve Sathishkumar, M. (2014). A review on Kombucha tea-microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13: ss. 538- 550.
- Kabak, T. (2014). Trabzon-Akçaabat'taki geleneksel fırıncılık ve ekme yapım teknikleri üzerine halkbilimsel bir inceleme. Dünden Bugüne Akçaabat Sempozyumu (ss. 587-597). Akçaabat Belediyesi Kültür Yayınları.

- Kapp, J.M. ve Sumner, W. (2019). Kombucha: A systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of Epidemiology*, 30:66–70. doi:10.1016/j.annepidem.2018.11.001.
- Karaçil, M.Ş. ve Acar Tek, N. (2013). Dünyada üretilen fermente ürünler: Tarihsel süreç ve sağlık ile ilişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2):163–173.
- Karaduman, Y. (2011). Fonksiyonel gıdalar. 1. Uluslararası Katılımlı Ali Numan Kırac Tarım Kongresi ve Fuarı (Cilt 2, ss. 1061-1065). Eskişehir, Türkiye.
- Lawless, H. T. ve Heymann, H. (1998). Sensory Evaluation of Food Principles and Practices. *Descriptive Analysis*, 341-378.
- Liu, Q. ve Wang, L. (2021). t-Test and ANOVA for data with ceiling and/or floor effects. *Behavior Research Methods*, 53(1), 264-277.
- Loponen, J. ve Gänzle, M.G. (2018). Use of sourdough in low FODMAP baking. *Foods*, 7(7), 96. <https://doi.org/10.3390/foods7070096ScienceDirect+2MDPI+2MDPI+2>
- Lynch, K.M., Coffey, A. ve Arendt, E.K. (2018). Exopolysaccharide producing lactic acid bacteria: Their techno-functional role and potential application in gluten-free bread products. *Food Research International*, 110, 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.012SCIRP+1PubMed+1>
- Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S. ve Čanadanović-Brunet, J. M. (2011). Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chemistry*, 127(4), ss. 1727–1731. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.048>.
- Mantzourani, I., Plessas, S., Odatzidou, M., Alexopoulos, A., Galanis, A., Bezirtzoglou, E. ve Bekatorou, A. (2019). Effect of a novel *Lactobacillus paracasei* starter on sourdough bread quality. *Food Chemistry*, 271, 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.183>
- Marsh, A. J., O'Sullivan, O., Hill, C., Ross, R. P., ve Cotter, P. D. (2014). Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple Kombucha samples. *Food Microbiology*, 38, ss.171–178. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.09.003>
- Menezes, L.A.A., Minervini, F., Filannino, P., Sardaro, M.L.S., Gatti, M. ve De Dea Lindner, J. (2018). Effects of sourdough on FODMAPs in bread and potential outcomes on irritable bowel syndrome patients and healthy subjects. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1972. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01972ResearchGate+1PubMed+1>
- Meroth, C. B., Walter, J., Hertel, C., Brandt, M. J. ve Hammes, W. P. (2003). Monitoring the Bacterial Population Dynamics in Sourdough Fermentation Processes by Using PCR-Denaturing Gradient Gel Electrophoresis. *Appl Environ Microbiol*, 69. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.1.475-482.2003>.
- Messens, W. ve De Vuyst, L. (2002). Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs—a review. *International journal of food microbiology*, 72(1-2), 31-43.
- Miller, R.A. ve Jeong, J. (2014). Sodium reduction in bread using low-sodium sea salt. *Cereal Chemistry*, 91(1), 41–44. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-05-13-0089-RWiley Online Library+1PMC+1>

- Moroni, A. V., Dal Bello, F. ve Arendt, E. K. (2009). Sourdough in gluten-free bread-making: an ancient technology to solve a novel issue?. *Food microbiology*, 26(7), 676-684.
- Naumenko, N., Paymulina, A. ve Khudyakov, A.R.V. (2017). Effects of various raw ingredients on bread quality. *Agronomy Research*, 15, 969–976.
- Özden, A. (2013). Probiyotik. *Güncel Gastroenteroloji*, 17(1), 22–38.
- Özkaya, B. (2019). Ekmek. E. Anlı ve P. Şanlıbaba (ed.), *Fermente gıdalar: Mikrobiyoloji, Teknoloji, sağlık*. Ankara: Nobel Yayıncılık. Türkiye. ISBN: 978-605-7846-35-8.
- Parveen, B., Rajinikanth, V. ve Narayanan, M. (2025). Natural plant antioxidants for food preservation and emerging trends in nutraceutical applications. *Discov Appl Sci* 7, 845. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07464-6>.
- Picozzi, C., Mariotti, M., Cappa, C., Tedesco, B., Vigentini, I., Foschino, R. ve Lucisano, M. (2016). Development of a type I gluten-free sourdough. *Letters in Applied Microbiology*, 62(2), 119–125. <https://doi.org/10.1111/lam.12525>.
- Stolz, P. (2003). Biological fundamentals of yeast and Lactobacilli fermentation in bread dough. *Handbook of dough fermentations*, ss. 25-46. CRC Press.
- Şahin, E. (2012). *Gerçek Ekmek*. Hayykitap Yayıncılık, Yedinci Baskı, İstanbul.
- Tanveer, J., Banerjee, D., Dey, B., Sahu, D., Sivaraman, J., Jarzebski, M., Flores, F., Kim, D., Kim, H., Balasubramanian, P. ve Pal, K. (2025). Selected materials techniques for evaluation of attributes of sourdough bread with Kombucha SCOBY. *Reviews on Advanced Materials Science*, 64(1), 20250133. <https://doi.org/10.1515/rams-2025-0133>.
- Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği (TGK). Resmi Gazete, 04.01.201228163, Tebliğ No:2012/2, Ankara, 2012. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/01/20120104-6.htm>. Erişim Tarihi: 20.06.2024
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE). (2010). *Ekmek standardı (TS 5000)*. Ankara: TSE Yayınları.
- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P. ve Taillandier, P. (2018). Understanding kombucha tea fermentation: A review. *Journal of Food Science*, 83(3), 580–588. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>

## **Evaluation of The Acceptability of Sourdough Bread Enriched With Kombucha Tea**

**Ali ŞAHİN**

Akdeniz University, Manavgat Faculty of Tourism, Antalya/Türkiye

**Fulya SARPER**

Ankara Hacı Bayram Veli University, Faculty of Tourism, Ankara/Türkiye

### **Extended Summary**

This study aims to develop a new bread formulation with enhanced functional properties by replacing the water used in sourdough bread production with kombucha tea, and to evaluate the sensory acceptability of this product. Sourdough bread has been regarded since ancient times as a nutritious, easily digestible, and functional food due to its traditional production methods and natural fermentation process. Kombucha tea, on the other hand, is a traditional beverage formed by the fermentation of a tea infusion by a symbiotic culture of yeast and bacteria, possessing mild acidic, refreshing, antimicrobial, and antioxidant properties. The shared characteristic of fermentation and the functional health benefits they can provide formed the primary basis for this study. The research investigated whether a more functional bread could be produced, and how its sensory acceptance would be affected, by using kombucha tea instead of water to enhance both the natural microbial composition of the sourdough and the organic acids and volatile compounds present in kombucha. As part of the study, a seven-day sourdough starter preparation process was first carried out, based on the Forkish (2016) method. During this process, a starter culture was created by feeding whole wheat flour and water at various temperatures and quantities. Once the starter was ready, a standard sourdough bread recipe was developed, and this product formed the control group for the study. In the second example, the water used in the control group recipe was completely replaced with kombucha tea, resulting in two different products. All other variables were kept the same during the production stages, with only the liquid phase altered to make the effect on the product's sensory properties observable. The ingredients, fermentation times, baking temperatures, and techniques used were the same for both samples. The production processes were carried out in an industrial kitchen, while the sensory analysis was conducted in a specialized sensory analysis laboratory at the university. Twelve panelists trained in Gastronomy and Culinary Arts participated in the sensory analysis process. The panelists' training enhanced both their familiarity with the bread-making processes and their competence in sensory evaluation. Panelists were instructed not to consume coffee or cigarettes in the last hour before the evaluation, and the panel was conducted in the morning when the sense of taste is at its peak. Both bread samples were presented to the panelists simultaneously, in equal amounts, and in odorless, disposable containers. Panelists evaluated the products on a 5-point Likert scale for appearance, taste, aroma, crumb color, crust color, crumb structure, chewiness, texture, and overall acceptanc . The evaluation form used was developed based on the "Bread Evaluation Scale" found in the literature. When examining the study's findings, it is evident that the sourdough bread with added kombucha tea received high average scores across many sensory parameters. For example, the average scores for the kombucha-added bread were 4.83 for crumb color, 4.66 for crust color, 4.58 for aroma, and 4.50 for taste. In the standard sourdough bread, the highest average values were for texture (4.50), shape symmetry (4.33), and crumb color (4.25). These data indicate that the addition of kombucha creates a positive change, especially in characteristics such as crumb color, crust color, taste, and aroma. This can be explained by the organic acids, volatile compounds,

and color pigments formed during the fermentation process in kombucha tea, which provide a different chemical environment for the dough's structure. Indeed, photographs of the samples showed that the bread with kombucha had a more vibrant and homogeneous crumb color. Upon examining the statistical analysis results, the independent samples t-test showed that the difference between the two samples was significant only for the internal color parameter ( $p=0.027$ ). This value indicates that the internal color of the bread to which kombucha tea was added was rated statistically significantly higher by the panelists. On the other hand, for all other sensory parameters such as shape symmetry, crust color, aroma, chewiness, texture, taste, and overall acceptability,  $p > 0.05$  was found, indicating that there was no significant difference between the two groups. Non-parametric analyses using the Mann–Whitney U test also revealed no statistically significant differences in any parameter. This finding confirms that using kombucha tea in the bread formulation does not have an adverse effect on the basic sensory characteristics. However, the fact that the average scores for the kombucha-added bread were higher in many categories indicates that the panelists perceived the product more favorably. In particular, the higher average scores for parameters such as aroma, taste, chewiness, and crust color in the kombucha sample suggest that kombucha contributes a fermented taste and aroma to the bread. The overall acceptance rating, with the kombucha bread receiving a 4.16 average score compared to 3.75 for the standard bread, also indicates that the new product was preferred. However, this difference did not reach a statistically significant level. In the overall evaluation of the study, it was found that using kombucha tea in place of water in sourdough bread production is sensory-acceptable, and that it even positively enhanced the product in some parameters. The distinct difference in the interior color revealed the effect of kombucha tea on the dough's structure and color formation, while the improvement observed in the aromatic profile indicated that the fermented character of the kombucha was transferred to the bread. The fact that the kombucha tea used was home-fermented also indicates that the effects of different kombucha types and fermentation durations on the product should be tested in the future. Furthermore, the study was limited to sensory analysis, and chemical, microbiological, and shelf-life analyses were not conducted. Therefore, investigating the effects of kombucha addition on the bread's nutritional composition and shelf stability is left for future research. In conclusion, it is evident that sourdough bread with added kombucha tea is sensory-accepted, provides positive contributions to visual and aromatic properties, and can be considered an innovative product in line with the functional food trend. The study's findings suggest that kombucha tea can be used as an alternative liquid ingredient in bread production and that the product has high consumer potential.

Ek 1. Etik Kurul İzni



T.C.  
ANKARA HACI BAYRAM VELİ ÜNİVERSİTESİ  
Etik Komisyonu



Sayı : E-11054618-302.08.01-273568  
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

**Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fulya SARPER**  
**Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölüm Başkanlığı - Öğretim Üyesi**

Araştırmacı Ali ŞAHİN'in "**Kombucha Çayı İlaveli Ekşi Mayalı Ekmeğin Kabul Edilebilirlik Durumu**" başlıklı araştırma öneriniz Komisyonumuzun 12.06.2024 tarih ve 06 sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş; karara ilişkin katılım listesi ve onaylanan çalışmalar ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.  
Araştırma Kod No:2024/271

**Prof. Dr. Kürşat GÖKTÜRK**  
**Komisyon Başkanı**

Ek:

- 1- Katılımcı Listesi
- 2- Onaylı Çalışma

**Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Belge Doğrulama Kodu :BSAAK4V6C9 Pin Kodu :50182 Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5574&eD=BSVAK4VAZ9&eS=273568>  
Adres:Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Yücepete Mahallesi 85. Cadde No 8 06570 Çankaya /  
Ankara Bilgi için: Saliha GEMALMAZ  
Telefon:+90 (312) 231 73 60 Unvanı: Genel Evrak Sorumlusu  
Kep Adresi:hacibayramveli@hs01.kep.tr 