

Çekirge Unu Katkılı Kahvenin Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi (Determination of Sensory Properties of Coffee with Grasshopper Flour Additive)

* Mustafa YILMAZ ^a , Merve ONUR ^b , Aybüke Elif CEYHUN SEZGİN ^c 

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

^b Kayseri University, Faculty of Applied Sciences, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Kayseri/Türkiye

^c Ankara Hacı Bayram Veli University, Faculty of Tourism, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Ankara/Türkiye

Makale Geçmişi

Gönderim Tarihi: 04.08.2025

Kabul Tarihi: 11.01.2026

Anahtar Kelimeler

Çekirge unu

Kahve

Fonksiyonel ürün

Alternatif protein

Duyusal analiz

Keywords

Grasshopper meal

Coffee

Functional product

Alternative protein

Sensory analysis

Makalenin Türü

Araştırma Makalesi

Öz

Bu çalışmanın amacı, yüksek protein içeriği ve sürdürülebilir üretim potansiyeline sahip yenilebilir bir böcek olan çekirge (*Locusta migratoria*) unu ile zenginleştirilmiş Americano kahvenin duyu özelliklerini ve tüketici algısını belirlemektir. Bu kapsamda, farklı konsantrasyonlarda (1, 1,5, 2 ve 3 g) çekirge unu 7 g espresso bazına eklenmiş ve elde edilen örnekler eğitilmiş duyu panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler Excel ve SPSS 21.0 paket programları kullanılarak analiz edilmiştir. Katkılı kahvelerde optimum çekirge unu konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla Duncan testi uygulanmış; ideal oran olarak belirlenen 2 g çekirge unu katkı kahve ile katkısız kontrol örneği arasındaki duyu farklılıkların istatistiksel anlamlılığı Mann Whitney U testi ile incelenmiştir. Çalışma bulguları, tekstür, yumuşaklık/sertlik, kahve aroması ve yemek kültürüne uygunluk boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların bulunduğunu göstermektedir. Çekirge unu ile zenginleştirilen kahvenin (2 g katkı), ağız hissi ve yumuşaklık parametreleri bakımından daha yüksek değerlendirme aldığı; buna karşılık katkısız kontrol örneğinin sertlik ve homojenlik özellikleri açısından daha yüksek puanlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Abstract

This study investigates the sensory properties and consumer perception of Americano coffee enriched with locust (*Locusta migratoria*) flour, an edible insect known for its high protein content and low fat. Different concentrations of locust flour (1, 1.5, 2, and 3 g) were mixed with 7 g of espresso and evaluated by trained sensory panelists. Data were analyzed using Excel and SPSS 21.0 software. The optimal concentration of the enriched coffees was determined using the Duncan test, while the statistical significance of sensory differences between the selected optimal formulation (2 g locust flour) and the control sample (without flour) was assessed using the Mann-Whitney U test. The study findings indicate statistically significant differences in texture, softness/hardness, coffee aroma, and suitability for food culture. Coffee enriched with grasshopper flour (2 g added) received higher ratings in terms of mouthfeel and softness parameters; in contrast, the unadulterated control sample received higher scores in terms of hardness and homogeneity characteristics.

* Sorumlu Yazar

E-posta: mustafa.yilmaz@karabuk.edu.tr (M. Yılmaz)

DOI: 10.63556/jotags.2026.1797

GİRİŞ

Toplumlara ait beslenme alışkanlıkları dini inançlar, coğrafya, iklim ve kültürün etkisiyle şekillenmektedir. Beslenme alışkanlıkları toplumdan topluma farklılaşmakta ayrıca zaman içerisinde değişmektedir. İnsan hayatını idame ettirebilmesi için en temel ihtiyaçlardan biridir. İnsanların gıdaya erişiminden sonra hayatını sağlıklı bir şekilde idame ettirebilmesi için güvenilir gıdaya ve sağlıklı beslenmeye ihtiyacı vardır. Dolayısıyla bireylerin tüm besin öğelerini dengeli ve yeterli düzeyde alması sağlanmalıdır (Johns & Eyzaguirre, 2006). Sağlıklı beslenme açısından önemli besin öğelerinden olan protein vücutta hücrelerin yapı taşı olup hücre yenilenmesinde etkilidir ve eksikliği hafife alınamayacak kadar önem arz etmektedir. Vücuda yetersiz düzeyde protein alımı özellikle bağışıklık sistemi fonksiyonlarının azalmasına neden olmaktadır. Yetişkinler için önerilen günlük protein alımı kilogram başına 0,8 gram'dır. Ancak vücutta proteinin yarayışlılığı yaşla birlikte azalmaktadır; örneğin, bu oran genç yetişkinlerde %30 iken 70 yaşına gelindiğinde %20 veya daha az düzeye düşebilmektedir. Bu durum yaşlı bireylerin gençlere kıyasla vücut ağırlıkları başına daha fazla protein alımına ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Hayvansal kaynaklı proteinler sadece yüksek biyolojik değere sahip olmakla kalmayıp aynı zamanda demir, B12 vitamini, folik asit, biotin ve diğer temel besin öğeleri için önemli bir kaynak oluşturmaktadır (Westerterp-Plantenga, 2003). Ancak dünya nüfusunun hızla artması gıdaya olan talebi de arttırmakta ayrıca kaynakların yanlış ve aşırı kullanımı insanların sağlıklı beslenmeye ve yeterli düzeyde gıdaya erişimini zorlaştırmaktadır (Kayışoğlu & Türksoy, 2023). FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)'nun 2017 yılında yayınladığı Tarım ve Gıda Geleceği Eğilimler ve Zorluklar (Agriculture and Food Future Trends and Challenges) adlı raporda 2050 yılına gelindiğinde nüfus artışına paralel olarak hayvansal kaynaklı protein tüketiminin yaklaşık iki katına çıkmasının öngörüldüğü ifade edilmektedir (Aksoy & El, 2021). Bu öngörü, mevcut hayvansal protein kaynaklarının artan talebi karşılamada yetersiz kalabileceğine işaret etmekte ve yenilikçi ikame protein kaynaklarının olası bir çözüm olarak gündeme gelmesine neden olmaktadır. Besin öğeleri açısından zengin olmalarının yanı sıra çevresel etkilerinin görece düşük olması, bu alternatif protein kaynaklarını sürdürülebilirlik bağlamında önemli ve değerli kılmaktadır (Gökırmaklı & Bayram, 2018). Bu konuya ilişkin olarak FAO yayınladığı raporda protein içerikli gıda kaynaklarının artırılması için böcek çiftliklerinin kurulmasını önermiştir. Böceklerin protein açısından zengin olması, hızlı üreyebilmesi, diğer canlılara kıyasla daha düşük beslenme maliyetleri ve sera etkisi oluşturan gazları daha az salması gibi avantajları vurgulanmıştır (FAO, 2013).

Günümüzde gıda ve hayvan yemi için değerli bir protein kaynağı olarak öne çıkan böceklerin kullanımı gastronomi alanında yeni trendler arasında yer almaktadır. Yenilebilir böcek yetiştiriciliği, yeni bir pazar alanı olarak ekonomik faydalar sunma potansiyeline sahiptir. Ancak böceklerin protein kaynağı olarak önemli bir alternatif olsa da tek başına yeterli olamayacağı, bu nedenle doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımının göz ardı edilmemesi gerektiği vurgulanmalıdır (Tekiner, Darama, Özatilla & Yetim, 2022). Bu çalışma, çekirge unu gibi alternatif protein kaynaklarının kahve formülasyonlarında kullanımının duyuşal özellikler ve tüketici algısı üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamakta; entomofaji temelli ürünlerin kültürel kabulü ve gastronomik inovasyon bağlamında değerlendirilmesine yönelik literatürdeki sınırlı çalışmalara özgün bir katkı sunmaktadır.

Literatür

Hollanda'daki Wageningen Üniversitesi'ndeki araştırmacılar dünya genelinde insan diyetinde 1.900 böcek türünün olduğunu ve en çok tüketilen böceklerin; Coleoptera (böcekler), Lepidoptera (kelebekler ve güveler,

çoğunlukla tırtıllar), Hymenoptera (arılar, eşekarısı ve karıncalar), Orthoptera (çekirge, çekirge ve cırcır böcekleri) ve Hemiptera (cicadas, yaprak fıstıkları, planthoppers) olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle Güneydoğu Asya, Okyanus, Güney Afrika, Amerika ve Güney Amerika'nın kuzeyinde sıklıkla tüketildiği gözlenmektedir (Van Huis vd., 2013 aktaran Mankan, 2017).

Entomofaji, böceklerin insan beslenmesindeki rolünü inceleyen bir disiplin olarak toplama, pazarlama, tüketim dinamikleri ve organoleptik özellikler açısından önemli bir çeşitlilik sergilemektedir. Latin Amerika coğrafyasında özellikle Brezilya, Kolombiya, Venezuela, Ekvador, Peru ve Meksika gibi ülkeler sosyokültürel kökenleri, biyolojik çeşitlilikleri ve etnik grupların gastronomik gelenekleri nedeniyle entomofajik uygulamaların yoğun olarak gözlemlendiği bölgeler olarak öne çıkmaktadır. Böceklerin yüksek besin değeri ve düşük çevresel ayak izi, onları sürdürülebilir gıda sistemleri için stratejik bir kaynak haline getirmektedir. Bu bağlamda, entomofajinin küresel beslenme yetersizliği ve gıda güvencesizliği sorunlarının azaltılmasında alternatif bir çözüm olarak değerlendirilmesi gerektiği öne sürülmektedir (Costa-Neto, 2015).

Yenilebilir böcekler arasında yaygın kullanılan türlerden biri olan çekirge (*Locusta migratoria*) yüksek protein içeriği, sürdürülebilir üretim süreçleri ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanım potansiyeli nedeniyle gıda endüstrisinde giderek ilgi görmektedir. FAO gibi uluslararası kuruluşlar, çekirge gibi yenilebilir böceklerin artan dünya nüfusunun protein ihtiyacını karşılamada ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamada önemli bir alternatif olduğunu vurgulamaktadır (FAO, 2013). Çekirge yüksek protein içeriğinin yanı sıra düşük yağ oranı ile öne çıkmaktadır. Kırmızı ete kıyasla 20 kat fazla B12 vitamini ve 5 kat fazla magnezyum içeren çekirge süte kıyasla daha fazla kalsiyum içermektedir. Ayrıca yararlı probiyotikler ve elzem amino asitler açısından da zengindir (Ramos Elorduy & Menzel, 1998; Paul vd., 2016; Karaman & Bozok, 2019). Çekirgenin B vitamini içeriği gelişimi boyunca sabit kalırken A, C, D ve E vitaminleri gelişim sürecinde artış gösterdiği ifade edilmektedir (Zamudio-Flores, Hernández-González & García-Cano, 2019).

Dünya genelinde yirmi yedi ülkede yenilebilir böceklerin kullanımına yönelik yasal düzenlemeler bulunmakta ve bu alanda bir pazar oluşmaktadır. Avrupalı tüketiciler bütün halde böcek tüketiminden kaçınarak daha çok öğütülmüş veya işlenmiş formlarını tercih etmektedir. Böceklere karşı gıda neofobisini azaltmak için araştırmacılar, böcekleri bilinen tatlara gizlemeyi veya diğer gıdalarla harmanlamayı önermektedir (Simeone & Scarpatto, 2022). Bu harmanlamaya örnek olarak; Güneş vd. (2025) aşırı şeker tüketiminin oluşturduğu sağlık risklerine alternatif olarak, sürdürülebilir bir protein kaynağı olan böcek ununun (çekirge unu; %0-14) çikolata ganajına ekleyerek ürün geliştirmişlerdir. Panelistler de görsel farklılıkları algılayarak kontrol ürünlerini tercih etmiştir. Ancak çekirge unlu çikolataların penetrasyon direnci (sertlik düzeyi) kontrol grubuna göre artmış; erkek panelistlerin bu ürünü daha çok beğendiği saptanmıştır (Güneş, Yılmaz, Özcan & Sormaz, 2025). Özcan ve Yılmaz (2024) un haline getirilmiş çekirgeleri kurabiyeye ekleyerek ürünün besin değeri, duyuşal özellikleri (tat, koku, görünüm, doku) ve tüketici kabulü üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Duyusal analiz sonuçları, çekirge unu ile zenginleştirilmiş kurabiyelerin tat, koku ve görünüm açısından olumlu karşılandığını göstermiştir (Özcan & Yılmaz, 2024). Bu denemeler kahve gibi kültürel ve sosyal bağlamda derin anlamlar taşıyan ürünlerde uygulanabilirliği fikrini ortaya çıkarmıştır. Zira kahve, ticari bir ürün olmanın ötesinde evrensel bir sembol haline gelen çok yönlü yapısı sayesinde farklı tat profillerine ve sürdürülebilir bileşenlere kolayca uyum sağlayabilen bir üründür. Çok uluslu mutfak kültürlerinde merkezi bir konum elde eden bu ürün, organoleptik esnekliği sayesinde çeşitli gastronomik kombinasyonlara uyum

sağlayabilmekte ve geniş tüketici kitlelerine ulaşabilmektedir (Clarence Smith & Topik, 2003). Kültürlerarası karşılaştırmalı çalışmalar, farklı coğrafyalardaki tüketim pratiklerinin kahvenin çok kültürlü karakterini nasıl şekillendirdiğini ortaya koyarken (Tucker, 2017), aynı zamanda tarihsel süreçteki evriminin küresel gıda sistemindeki vazgeçilmez rolünü de belgelemektedir (Fischer, 2021). Dünyada yaygın olarak tüketilen bu içeceğin hayvansal protein kaynaklarından olan çekirge unu ile birleşmesi, tüketici tarafından kabul edilebilirliğinin sağlanması ile günlük protein ihtiyacının karşılanmasına katkı sunması bakımından önem arz etmektedir.

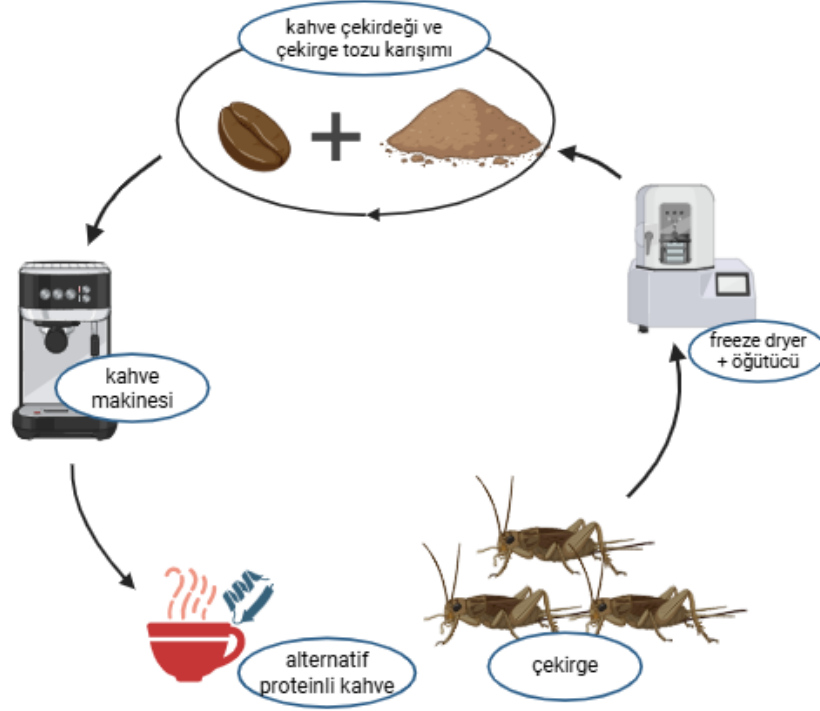
Kahvenin en sade ve saf formlarından biri olan espressonun su ilavesiyle seyreltilmesiyle hazırlanan ve dünya genelinde sıklıkla tüketilen bir kahve türü olan Americano, espresso baz alınarak hazırlanmakta ve ilave içeriğine göre farklı isimlerle anılmaktadır. Lezzeti ve dokusuyla klasik kahve tadına oldukça yakın olan Americanonun hazırlanma sürecine espressonun demlenmesiyle başlanmaktadır. Klasik espresso fincanı için yaklaşık 7-9 g, büyük boy espresso için ise 15-18 g kahve kullanmak yeterli olmaktadır (Chessa, 2025).

Kahve, dünyada en yaygın tüketilen içeceklerden biri olup, farklı bileşenlerle zenginleştirilmeye ve fonksiyonel özellikler kazandırılmaya elverişli bir gıda matrisi olarak değerlendirilmektedir. Sahip olduğu kompleks aroma profili ve tüketim çeşitliliği sayesinde kahve, fonksiyonel bileşenlerin duyuşal açıdan tolere edilebilir biçimde entegre edilebildiği ürünler arasında yer almaktadır (Clifford & Willson, 2015; Fischer, 2021). Bu çalışmada, kahvenin besinsel değerini artırmak, sürdürülebilir protein kaynaklarını değerlendirmek, yenilikçi gıda ürünleri geliştirmek ve gastronomik açıdan yeni bir tat profili oluşturmak amacıyla çekirge unu katkılı kahve üretimi gerçekleştirilmiştir. Çekirge unu, yüksek kaliteli protein içeriği, esansiyel amino asit profili, B12 vitamini ile demir, çinko ve magnezyum gibi mineraller açısından zengin olması nedeniyle fonksiyonel gıda bileşeni olarak dikkat çekmektedir (Rumpold & Schlüter, 2013; Paul vd., 2016). Bu besin öğelerini içeren çekirge ununun kahve ile birleştirilmesi, içeceğin fonksiyonel özelliklerini güçlendirerek daha besleyici bir içecek matrisi oluşturma potansiyeline sahiptir. Öte yandan, geleneksel hayvansal protein kaynaklarının yüksek su tüketimi, sera gazı salımı ve karbon ayak izi oluşturması, alternatif protein kaynaklarının sürdürülebilir gıda sistemleri bağlamında önemini artırmaktadır. Yenilebilir böcekler, düşük kaynak kullanımı, yüksek yem dönüşüm oranı ve çevresel etkilerinin görece sınırlı olması nedeniyle çevre dostu protein kaynakları arasında gösterilmektedir (Van Huis vd., 2013; Caparros Megido vd., 2016). Bu bağlamda çekirge, alternatif hayvansal protein kaynakları arasında öne çıkmaktadır. Bu çalışma, sürdürülebilir protein kaynaklarının günlük tüketim alışkanlıkları içerisinde önemli bir yere sahip olan kahve gibi yaygın bir içecek aracılığıyla nasıl entegre edilebileceğini ortaya koyarak, çevresel etkilerin azaltılması ve fonksiyonel gıda ürünlerinin geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır (Demirci & Yetim, 2021; Tekiner, Darama, Özatila & Yetim, 2022).

Yöntem

Araştırma kapsamında deneysel yöntem kullanılmıştır. Deney, araştırmacının belirlediği yapay ortamlar aracılığıyla araştırma konusuna dair verilerin kontrollü bir şekilde elde edilmesini sağlayan bir yöntemdir (Ural & Kılıç, 2021). Deneysel araştırmanın temel özelliklerinden birisi gerçekleştirilen deneyin açık ve anlaşılır bir biçimde rapor edilmesi suretiyle deneyin başka araştırmacılar tarafından da benzer sonuçlara ulaşılma durumunun test edilebilir olmasıdır (Şahin & Çıkrıkçı, 2018). Bu çalışmada; Americano kahveye farklı miktarlardaki çekirge unun ilavesi sonucu elde edilen kahvenin tüketici tarafından duyuşal açıdan değerlendirmeye tabi tutularak genel beğeni

durumu değerlendirilmiştir. Çalışmanın konu ve amacı doğrultusunda oluşturulan araştırma desenine Şekil 1’de yer verilmiştir.



Şekil 1. Çekirge Tozlu Fonksiyonel Kahve Üretimi

(Görsel yazarlar tarafından hazırlanmıştır)

Bu çalışmada, dış çevre ile teması bulunmayan ve kontrollü koşullarda özel yemlerle çiftlik ortamında yetiştirilen büyük boy *Locusta migratoria* (göçmen çekirge) bireyleri kullanılmıştır. *Locusta migratoria*, Asya, Afrika, Avrupa ve Avustralya gibi geniş bir coğrafyada yayılım gösteren ve protein içeriği bakımından zengin olması nedeniyle yenilebilir böcekler arasında sürdürülebilir gıda sistemleri açısından öne çıkan bir türdür (Dossey, Morales-Ramos & Rojas, 2016). Çalışmada kullanılan çekirgeler, Antalya merkezli bir üretici firmadan temin edilmiştir. Kahve üretiminde, orta kavrulmuş Arabica kahve çekirdekleri kullanılmıştır. Çekirdekler, espresso demlemeye uygun olacak şekilde öğütülmüş ve tüm demleme işlemleri standartlaştırılmış koşullar altında gerçekleştirilmiştir.

Çekirge Ununun Elde Edilmesi

Çekirgeler, sterilizasyon işlemleri öncesinde sindirim sistemlerinin tamamen boşaltılması amacıyla iki gün süreyle aç bırakılmıştır. Muhafaza, taşıma ve kullanım kolaylığı sağlamak; aynı zamanda besin değerlerini, renk ve yapısal özelliklerini koruyarak mikrobiyal yükü azaltmak amacıyla çekirgelere liyofilizasyon (dondurarak kurutma) işlemi uygulanmıştır (Ergün, 2015). Ergün (2015) tarafından yapılan işlemler bu çalışma için tekrar edilmiştir. Bu kapsamda çekirgeler, -40°C 'de 48 saat süreyle dondurulmuş; ardından 0.01 mbar basınç altında, sıcaklığın kademeli olarak maksimum 40°C 'ye yükseltildiği liyofilizasyon sürecine tabi tutulmuştur. Kurutma işlemi tamamlanan örnekler, laboratuvar tipi öğütücülerde öğütülerek un formuna getirilmiştir. Bu yöntemle ortalama 20–23 adet çekirgeden yaklaşık 10 g çekirge unu elde edilmiştir. Liyofilizasyon işlemi için kullanılan freeze dryer cihazı, ticari

bir marka veya model numarasına sahip olmayıp, üretici firma tarafından endüstriyel liyofilizasyon prensiplerine uygun şekilde özel olarak tasarlanmıştır.

Kahve Hazırlama

Espresso hazırlanmasında, orta kavrulmuş Arabica kahve çekirdekleri burr grinder tipi öğütücüde 250–500 mikron aralığında öğütülmüştür. Öğütülen kahve, 58 mm çapındaki portafiltreye yerleştirilmiş ve 15–20 kg basınç uygulanarak sıkıştırılmıştır. Demleme işlemi, 9 bar basınç uygulayan espresso makinesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Su sıcaklığı 90–96°C aralığında tutulmuş; her demlemede 25–30 saniyelik ekstraksiyon süresiyle 25–30 ml espresso elde edilmiştir. Her demleme işleminde, 7 g kahve üzerine sırasıyla 1 g, 1,5 g, 2 g ve 3 g çekirge unu eklenerek %12,5, %17,6, %22,2 ve %30 oranlarında çekirge unu içeren örnekler hazırlanmıştır. Katkısız espresso örneği kontrol grubu olarak kullanılmıştır.

Duyusal Analiz ve Panelist Özellikleri

Duyusal analiz çalışmasına, düzenli kahve tüketim alışkanlığı bulunan, 20–45 yaş aralığında ve gönüllülük esasına göre belirlenen toplam 20 panelist dahil edilmiştir. Panelistler, daha önce gıda veya içecek ürünlerine yönelik duyusal değerlendirme çalışmalarına katılım tecrübesi bulunan ve temel duyusal analiz kavramlarına aşina bireylerden seçilmiştir. Çalışma öncesinde panelistlere değerlendirme kriterleri (görünüm, koku, doku, lezzet ve genel beğeni), puanlama ölçeği ve uygulama prosedürü hakkında kısa bir bilgilendirme yapılmıştır. Bu kapsamda panelistler, literatürde tanımlandığı üzere yarı eğitilmiş (semi-trained) panelist grubu olarak değerlendirilmiştir (Stone & Sidel, 2004). Duyusal değerlendirme, sessiz, kokusuz, nötr renklerle düzenlenmiş ve dış çevresel etkilerden arındırılmış bir laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme parametreleri Urgancı (2022) çalışmasından yararlanılarak belirlenmiş; örnekler panelistlere rastgele kodlanarak sunulmuştur. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için Karabük Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 15/11/2024 tarihli ve 2024/09 (11,12) nolu toplantısında E-377542 sıra sayılı kararı ile izin alınmıştır.

Veri Analizi

Elde edilen verilerin analizinde SPSS 21.0 İstatistik Programı ve Microsoft Excel yazılımları kullanılmıştır. Çekirge unu konsantrasyonlarının ideal seviyesinin belirlenmesi amacıyla Duncan homojenlik grupları uygulanmıştır. Analiz sonuçlarında (Tablo 1) ideal konsantrasyon olarak belirlenen 2 g çekirge unu katkılı kahve ile katkısız kontrol örneği arasındaki duyusal farklılıkların istatistiksel anlamlılığı (Tablo 2), nonparametrik analiz yöntemlerinden Mann Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sonuçları grafikler aracılığıyla görselleştirilmiştir.

Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde çekirge unu katkılı kahvenin duyusal analiz yöntemi ile değerlendirilme sonuçlarına yer verilmiştir.

Arabica kahvesinin her bir porsiyonunda 7 g granül kullanılmıştır. Bu veriden yola çıkarak ideal miktarı bulmak için çekirge unu 1 g, 1,5 g, 2 g ve 3 g eklenerek yapılan kahveler, panelistlere sunulmuş ve duyusal analiz gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizde kontrol ürünü olarak Arabica kahve çeşidinden espresso kahve kullanılmıştır.

Geliştirilmek istenen çekirge unu kullanılarak hazırlanan kahvelerin verileri katkısız kahve sonuçları ile kıyaslanmıştır.

Tablo 1. Çekirge Unu Konsantrasyonu Duncan Testi Sonuçları

Çekirge unu Miktar (g)	Duyusal Parametreler					
	Renk \bar{x}	Tat \bar{x}	Koku \bar{x}	Lezzet \bar{x}	Kıvam \bar{x}	Genel Beğeni \bar{x}
1 g	4,1 ^a ±0,99	3,6 ^b ±0,69	4,5 ^b ±0,51	3,7 ^{ab} ±0,67	4,9 ^b ±0,31	4,3 ^b ±0,3148
1,5 g	4,5 ^{ab} ±0,52	4,3 ^c ±0,48	4,8 ^b ±0,31	4,2 ^{bc} ±0,42	4,9 ^b ±0,31	4,9 ^c ±0,31
2 g	4,9 ^b ±0,31	4,8 ^d ±0,42	4,8 ^b ±0,31	4,5 ^c ±0,70	4,9 ^b ±0,31	4,9 ^c ±0,31
3 g	4,1 ^a ±0,73	3,1 ^a ±0,31	4,4 ^a ±0,51	3,4 ^a ±0,84	4,2 ^a ±0,63	3,4 ^a ±0,69

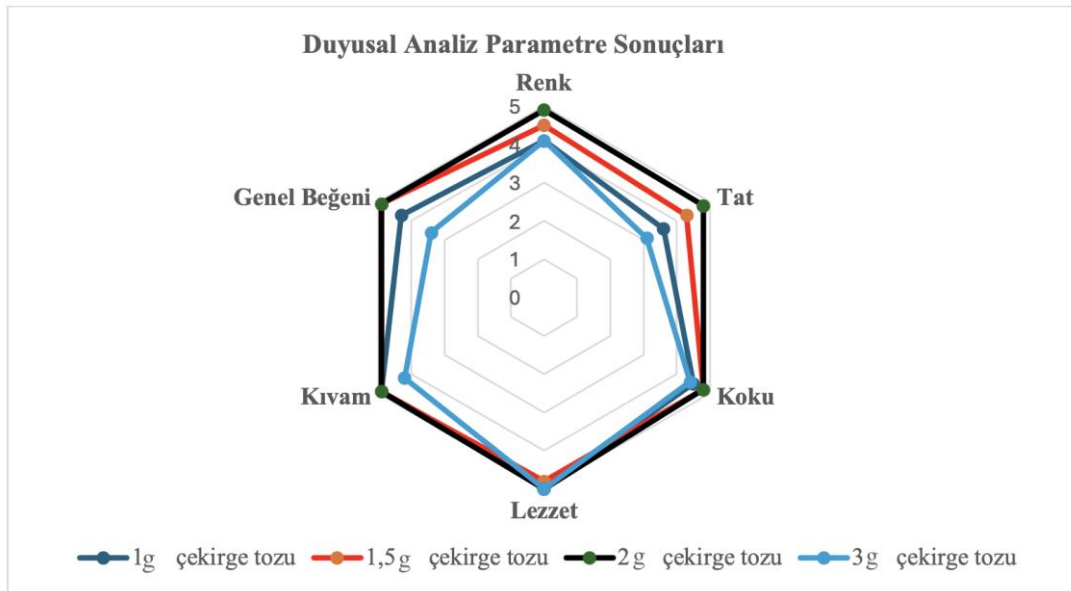
a-b-c-d Aynı sütundaki farklı harfler grup farklılığını göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre çekirdek unu konsantrasyonunun duyusal parametreler üzerindeki etkisi farklılık göstermektedir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Renk parametresi incelendiğinde, 1,5 g ve 2 g çekirdek unu ilavesinin daha yüksek puanlar aldığı, özellikle 2 g uygulamasının diğer konsantrasyonlardan anlamlı düzeyde ayrıldığı görülmektedir. Tat parametresinde en yüksek puan 2 g çekirdek unu ilavesinde elde edilirken, 3 g uygulaması en düşük puanı almış ve diğer gruplardan anlamlı şekilde farklılık göstermiştir.

Koku parametresi açısından değerlendirildiğinde, tüm uygulamaların neredeyse hepsinin aynı harf grubunda yer aldığı ve değerlerin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısı ile çekirdek unu miktarının koku üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı söylenebilir. Lezzet parametresinde ise 2 g çekirdek unu ilavesinin en yüksek puanı aldığı, 3 g uygulamasının ise en düşük lezzet puanına sahip olduğu ve diğer gruplardan anlamlı şekilde ayrıldığı belirlenmiştir. Kıvam parametresinde neredeyse tüm konsantrasyonların aynı grupta yer alması, çekirdek unu miktarının ürünün kıvam algısı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığını söylemek mümkündür.

Genel beğeni değerlendirildiğinde, 1,5 g ve 2 g çekirdek unu ilavelerinin en yüksek puanları aldığı, 3 g uygulamasının ise en düşük genel beğeniye sahip olduğu ve diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, Duncan testi sonuçları çekirdek unu konsantrasyonunun özellikle tat, lezzet ve genel beğeni üzerinde belirleyici olduğunu, orta düzeyde çekirdek unu ilavesinin (özellikle 2 g) duyusal açıdan en uygun konsantrasyon olduğunu, yüksek düzeyde ilavenin (3 g) ise duyusal kabulü olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Analiz sonuçlarına göre çekirge unu ilaveli kahvenin genel beğeni kriterinde en iyi sonuç 1,5 g ve 2 g olarak belirlenmiştir. Tablo 1'de görüldüğü üzere 5 üzerinden yapılan puanlamada 2 g çekirge unlu kahve en yüksek skoru almıştır. Genel olarak tercih edilen miktarlar çekirge unlu kahvede sırasına göre 1,5 g, 1 g ve 3 g olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Çekirge Unu Katkılı Kahvenin Duyusal Analiz Skoru Grafiği

Duyusal değerlendirme için freeze dryer tekniği ile kurutularak öğütülen çekirgelerden elde edilen granüllerden 1- 1,5- 2 ve 3 gramlık kahveler hazırlanarak panele sunulmuştur. Farklı konsantrasyon miktarına sahip çekirge unu katkı kahve için uygulanan tüketici beğeni testi sonuçları Şekil 2’de yer almaktadır. Tüketiciler çekirge unu katkı kahveyi 5 çok iyi, 1 çok kötü olarak değerlendirmişlerdir. Duyusal analiz ve tüketici genel beğeni testi sonuçlarına göre panelistlerden 4,9 puan ile 1,5 g ve 2 g katkı çekirge unlu kahveyi daha iyi buldukları tespit edilmiştir. Renk parametresi açısından 4,9 puan ile 2 g çekirge unu katkı kahvenin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Tat profilinde ise yine 4,8 puan ile 2 g çekirge unu katkı kahvenin en iyi skor aldığı görülmüştür. Koku açısından en fazla skoru sırasıyla 1,5 g ve 2 g çekirge unu katkı kahve 4,8 puan, 1 g çekirge unu katkı kahve 4,5 puan, 3 g çekirge unu katkı kahve ise 4,4 puan almıştır. Koku skalasında tüm konsantrasyonların birbirine yakın puanlar aldığı belirlenmiştir. Kıvam açısından ise 4,2 puan ile en kötü skoru 3 g çekirge unu katkı kahvenin aldığı tespit edilmiştir.

Çekirge unu gibi alternatif protein kaynaklarının diğer gıdalar ile entegre olması bu kaynaklara yönelim açısından önemli bir perspektif sunmaktadır. Çekirge unu katkı kahvenin genel olarak beğenilmesi, mevcut literatürde alternatif protein kaynağı olarak böceklerin gıda ürünleri içindeki potansiyelini arttırdığını gösteren birçok çalışmayla paralellik göstermektedir (Indriana vd., 2019; Osimani vd., 2018; González vd., 2017; Megido vd., 2016; Oliveira vd., 2017; Roncolini vd., 2019).

Sonuç olarak duyusal analiz puanlarına bakıldığında tat, koku, renk, kıvam ve genel beğeni bakımından en kötü skoru 3 g katkı kahve alırken renk, tat ve genel beğeni açısından en iyi skoru 2 g katkı kahvenin aldığı tespit edilmiştir. Genel olarak tercih edilen çekirge unu miktarı sırasına göre; 2 g, 1,5 g, 1 g ve 3 g olarak belirlenmiştir. Analizde en uygun bulunan 2 g çekirge unu katkı kahve ile katkısız kahvenin duyusal analiz bulguları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Duyusal Analiz Bulguları

Duyusal Analiz Kalite Kriterleri	Çekirge unu katkılı (2 g)	Katkısız	Sig.(p)
Görünüm			
İlk izlenim	3,5	3,5	,774
Renk	3,8	3,6	,356
Pişmişlik Seviyesi	3,9	4,2	,748
Koku	3,4	3,6	,751
Doku			
İç yapının homojenliği	3,5	3,7	,784
Tekstür /Ağız hissi	4,3	2,7	,001**
Yumuşaklık	3,9	1,6	,001**
Sertlik	2,2	4,3	,000**
Lezzet			
Kahve Aroması	1,9	4,4	,000**
Yanık/Dumansı	3,1	2,9	,585
Meyvemsi/Çiçeksi	2,7	2,4	,509
Acılık tadına uygunluk	3,4	3,6	,906
Çekicilik	3,0	2,9	,847
Yemek kültürüne uygunluk	2,3	3,8	,009*
Genel İzlenim/Beğeni	3,4	3,3	,907

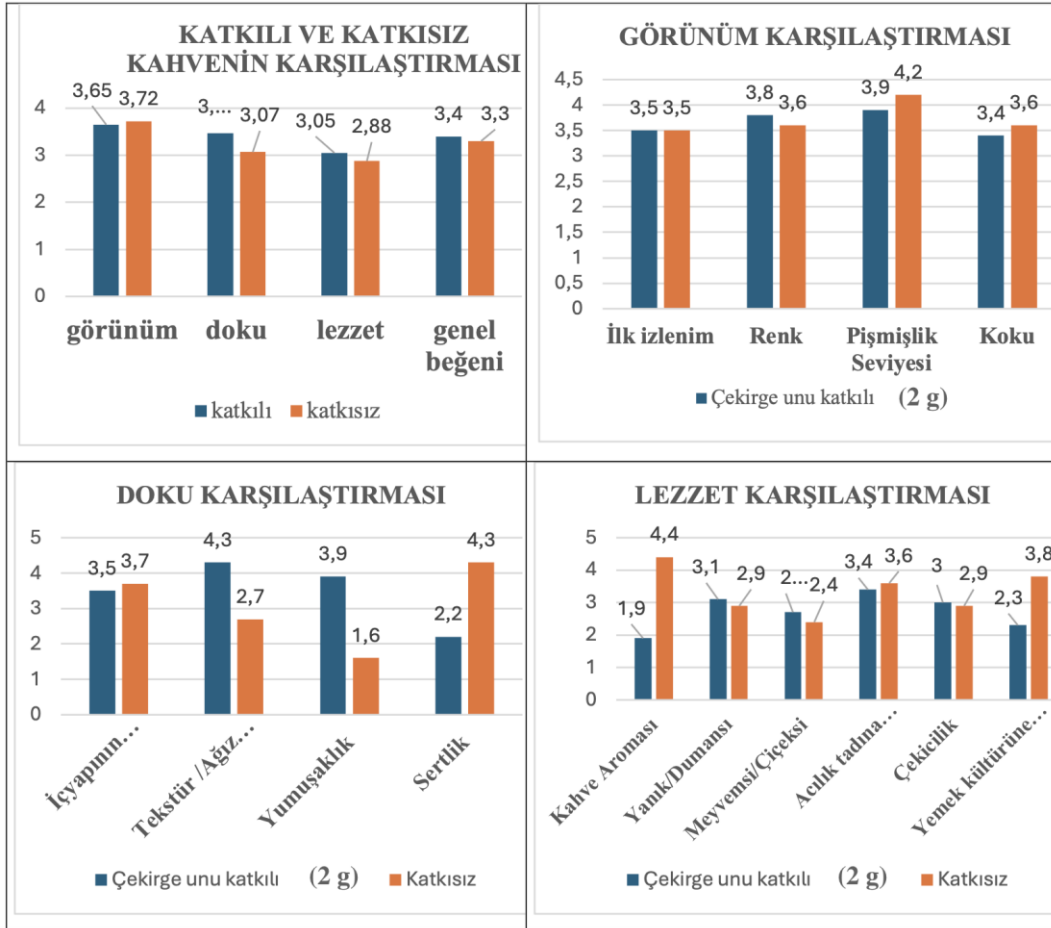
p değerinin anlamlılık derecesi: $p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$

Panelistlerin duyusal değerlendirmelerinde çekirge unu katkılı kahve için kıyaslama yapması için kontrol örnek olarak Espresso kahvesi kullanılmıştır. Duyusal analizlerde 5 üzerinden yapılan puanlamada çekirgenin kurutulup öğütülerek hazırlanan unundan elde edilen kahvede duyusal analiz değerlendirmeleri nonparametrik analiz yöntemlerinden “Mann Whitney U Analizi” analizi kullanılarak tespit edilmiştir. Tablo 1’de ideal çekirge unu konsantrasyonu için miktar 2 g olarak belirlenmiştir. Geliştirilmek istenen 2 g çekirge unu kullanılarak üretilen kahvenin verileri Espresso kahvesi sonuçları ile kıyaslanmıştır. Bu sonuçlara göre; ilk izlenim 3,5 - renk 3,8 - pişmişlik seviyesi 3,9 - koku 3,4 – iç yapının homojenliği 3,5 - tekstür 4,3 - yumuşaklık 3,9 - sertlik 2,2 - kahve aroması 4,4 - yanık/dumansı 3,1 - meyvemsi/çiçeksi 2,7 - acılık 3,4 - çekicilik 3,0 - yemek kültürüne uygunluk 2,3- genel izlenim/beğeni ise 3,4 almıştır. Farklılık testi sonuçlarına bakıldığında tekstür /ağız hissi ($p < 0,01$), yumuşaklık ($p < 0,01$), sertlik ($p < 0,01$), kahve aroması ($p < 0,01$), ve yemek kültürüne uygunluk ($p < 0,05$) skorlarında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın bulguları çekirge unu kullanılarak hazırlanan kahvenin duyusal özellikleri açısından belirli farklar oluşturduğunu ortaya koymuştur. Literatürde, yenilebilir böceklerin un formunda kullanımıyla elde edilen ürünlerin duyusal analiz skorlarında değişikliklerin gözlenmesi, protein içeriği, tekstür ve aromanın farklılaşmasıyla ilişkilendirilmiştir (Mancini vd., 2022; Caparros Megido vd., 2016). Bu çalışmada, çekirge unu ilavesinin kahve aroması (4,4) ve tekstür (4,3) skorlarına olumlu katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, böcek bazlı ürünlerin çeşitli gıdalarda aromatik zenginliği ve ağız hissi açısından olumlu etkiler oluşturabileceğini vurgulayan önceki çalışmalarla tutarlıdır (Rumpold & Schlüter, 2013). Genel izlenim/beğeni skoru (3,4) ise orta düzeyde olup, bu durum tüketici algısında böcek bazlı ürünlere karşı bir çekingenlik olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, kahve aroması ve tekstür gibi olumlu özelliklerin, doğru tanıtım ve pazarlama stratejileriyle tüketici kabulünü artırabileceği öngörülmektedir. Bu bağlamda, böcek bazlı gıdaların duyusal özelliklerini iyileştirmek ve kültürel bariyerleri aşmak adına yapılacak araştırmalar bu alana önemli katkılar sağlayabilir. Ayrıca panelistler çekirge ununun Americano kahvesine eklenmesinin kahvenin acı tadını hafiflettiği ve kahveye otsu ve baharatımsı hoş bir aroma kazandırdığını

ifade etmişlerdir. Bu durum, kahveyi yoğun olarak tüketen bireyler tarafından hafif bir tat olarak algılanmış ve olumsuz bir özellik olarak değerlendirilmiştir. Ancak kahveyi yoğun tüketmeyen bireyler arasında kabul ve beğeni oranının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Literatürde yenilikçi içeriklerin tüketici algısını farklı düzeylerde etkileyebileceği belirtilmiştir (Caparros Megido vd., 2016; Verbeke, 2015).

Elde edilen verilere ait grafiklerden (Şekil 3); görünüm ana başlığı altında bulunan kriterler değerlendirildiğinde çekirge unu katkılı kahvenin rengi daha çok tercih edilirken ilk izlenim ise benzer skoru almıştır. Pişmişlik seviyesi ve koku açısından katkısız kahvenin daha çok tercih edildiği belirlenmiştir. Doku ana başlığı altında bulunan tekstür ve yumuşaklıkta çekirge unu katkılı kahvenin daha fazla puan aldığı, sertlik ve iç yapı homojenliğinde ise katkısız kahvenin daha fazla puan aldığı tespit edilmiştir. Lezzet ana başlığında ise çekirge unu katkılı kahveden daha az kahve aroması geldiği ve yemek kültürüne daha az uyum sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca tekstür/ağız hissi, yumuşaklık, sertlik ve kahve aroması skorlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p<0.01$) bulunması, çekirge unu katkısının kahve üzerindeki fiziksel ve duyuşsal etkilerini vurgulamaktadır. Literatürde, böcek unu kullanımının ürünün ağız hissini değiştirdiği, daha yoğun bir tekstür ve farklı bir yumuşaklık sağladığı belirtilmektedir (Tan vd., 2020). Bu durum, çekirge ununun protein yapısının kahvenin ağız hissi ve dokusu üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir.



Şekil 3. Katkılı ve Katkısız Kahvenin Karşılaştırmalı Duyusal Analiz Skorları

Katkılı ve katkısız kahveler karşılaştırıldığında panelistlerin çekirge unu katkılı kahveyi daha çekici buldukları, meyvemsi/çiçeksi tadı daha fazla algıladıkları belirlenmiştir. Bunun yanı sıra acılık tadını katkısız kahvede daha çok algıladıkları vurgulanmıştır.

Tablo 3. Katkısız ve Çekirge Unlu Kahvenin Fark Analizi

Duyusal Analiz Boyutları	İçerik	N	Ortalama	Standart sapma	Sig. (p)
Görünüm	Katkılı	20	3,6500	1,00830	,515
	Katkısız	20	3,7250	,69172	
Doku	Katkılı	20	3,4750	,71151	0,061
	Katkısız	20	3,0750	,48663	
Lezzet	Katkılı	20	3,0571	,98100	,518
	Katkısız	20	2,8857	,90301	
Genel Beğeni	Katkılı	20	3,4000	1,34990	,907
	Katkısız	20	3,3000	1,25167	

p değerinin anlamlılık derecesi: $p < 0,05$

Son olarak görünüm açısından katkısız kahve tercih edilirken, doku, lezzet ve genel izlenim/beğeni kriterlerinde çekirge unu katkılı kahve daha fazla tercih edilmiştir. Yapılan duyusal analiz sonucunda çekirgeden elde edilen un kullanılarak hazırlanan kahve, katkısız espresso kahvesinden daha başarılı sonuç almış ve beğenilmiştir. Aynı zamanda katkılı ve katkısız örnekler arasında en belirgin fark doku boyutunda görülmektedir, ancak bu fark istatistiksel olarak çok güçlü değildir. Diğer boyutlarda ise anlamlı farklılıklar oluşmamıştır. Genel olarak, çekirge unu katkılı örneklerin görünüm hariç diğer boyutlarda daha yüksek puanlar aldığı söylenebilir.

Sonuç

Çekirge unu ilaveli Americano kahvesi üzerine yapılan bu çalışma, alternatif protein kaynaklarının çeşitli gıdalara entegrasyonunun hem duyusal hem de tüketici algısı açısından önemli etkileri olabileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmada 2 g çekirge unu eklenerek hazırlanan kahvenin tekstür, yumuşaklık ve genel beğeni açısından olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Özellikle tekstür/ağız hissi ($p < 0.01$), yumuşaklık ($p < 0.01$), sertlik ($p < 0.01$), kahve aroması ($p < 0.01$) ve yemek kültürüne uygunluk ($p < 0.05$) gibi parametrelerde belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, yemek kültürüne uygunluk parametresinde düşük skor tüketici alışkanlıkları ve psikolojik bariyerlerin etkisini göstermektedir. Çekirge ununun Americano kahvesine eklenmesi, kahvenin acı tadını hafifleterek hoş bir aroma kazandırması bu ürünün yenilikçi ve fonksiyonel bir içerik olarak potansiyelini vurgulamaktadır. Bu durum kahve tüketim alışkanlığı az olan bireyler arasında daha yüksek kabul ve beğeni oranı ile olumlu bir özellik olarak öne çıkabileceği düşünülmektedir. Ancak sonuçlar tüketici tercihinin yönüne yönelik ürün formülasyonlarının optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir. Çekirge unu gibi alternatif proteinlerin gıda endüstrisinde daha geniş kabul görmesi için duyusal özelliklerin iyileştirilmesi ve tüketici farkındalığının artırılması gerekmektedir. Bu doğrultuda konuya ilişkin yapılacak ileri çalışmalar, bu tür ürünlerin geliştirilmesi ve pazarlanması için değerli katkılar sağlayacaktır.

Pratik Çıkarımlar

Pratik açıdan bu çalışmanın bulguları, çekirge unu katkılı kahve üretiminin gıda endüstrisinde uygulanabilirliğini desteklemektedir. Çalışma, çekirge ununun americano kahvesine eklenmesiyle elde edilen ürünlerin duyusal özelliklerinin optimize edilmesine yönelik stratejiler geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Özellikle çok tercih edilen üçüncü dalga kahve zincirleri veya fonksiyonel içecek üreticileri, americano kahve bazlı ürünlerinde “yüksek proteinli” veya “fonksiyonel” kahve çeşitleri geliştirerek sağlık odaklı tüketici segmentine yönelik yeni ürünler pazara sunabilir. Ek olarak, hazır içecek üreticileri çekirge ununu çözünür kahve karışımlarına belirlenen optimum miktarlarda ekleyerek protein içeriği artırılmış instant americano ürünleri geliştirebilir. Benzer şekilde, kafe

işletmeleri için tek porsiyonluk çekirge unu katkılı kahve karışımları veya kapsül kahve sistemleri, tüketiciye doğrudan sunulabilecek pratik uygulamalar arasında yer alabilir. Sporculara veya yoğun tempoda çalışan bireylere yönelik fonksiyonel kahve içecekleri, “yüksek protein”, “düşük karbon ayak izi” veya “sürdürülebilir içerik” vurgularıyla da pazarlanabilir.

Teorik Çıkarımlar

Bu çalışma, alternatif protein kaynaklarının çeşitli gıdalara entegrasyonuna dair literatürde önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Çekirge unu gibi böcek bazlı hayvansal kaynaklı proteinlerin, duyuşal özellikler üzerindeki etkileri üzerine yapılan bu araştırma, mevcut literatürde sınırlı olan bilgiler sunmakta ve bu tür protein kaynaklarının potansiyelini vurgulamaktadır. Bu kapsamda çalışma, böcek bazlı hayvansal proteinlerin duyuşal kabul edilebilirliği konusuna teorik ve ampirik düzeyde katkı sağlamaktadır.

Duyuşal analizler aracılığıyla elde edilen bulgular, böcek bazlı proteinlerin uygun konsantrasyonlarda kullanılması durumunda lezzet ve doku gibi temel duyuşal boyutlarda tüketici beğenisini artırabildiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, literatürde sıklıkla vurgulanan “böcek bazlı gıdalara yönelik duyuşal direnç” varsayımını sorgulamakta ve bu direncin, kullanılan protein kaynağından ziyade formülasyon ve ürün tasarımıyla ilişkili olabileceğine işaret etmektedir. Dolayısıyla çalışma, alternatif proteinlerin kabulünü açıklamada yalnızca kültürel veya psikolojik faktörlere odaklanan yaklaşımlara karşı, ürün odaklı ve duyuşal temelli bir bakış açısı önermektedir.

Ayrıca bu araştırma, duyuşal analiz bulgularına dayanarak böcek bazlı gıdaların tüketici tercihleri üzerindeki etkisini açıklamaya yönelik yeni hipotezlerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlar, alternatif proteinlerin kabul edilebilirliğinin protein kaynağının türünden ziyade, kullanılan miktar ve ürünün yapısıyla ilişkili olabileceğini göstermekte ve bu durum gelecekteki araştırmalar için test edilebilir kuramsal çıkarımlar sunmaktadır.

Sınırlılıklar ve Gelecek Çalışmalar için Öneriler

Çekirge unu kullanarak geliştirilen kahvenin duyuşal özelliklerinin belirli yönlerinin olumlu olduğunu, ancak toplumların yemek kültürlerine uygunluk gibi konularda geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu tür araştırmalar, gıda inovasyonu ve alternatif protein kaynaklarının değerlendirilmesi açısından önemli katkılar sağlayabilir. Aynı zamanda çalışmanın bulguları, alternatif protein kaynaklarının çeşitli gıdalarda kullanılabilirliği ve tüketici tercihleri açısından önemli ipuçları sağlamaktadır. Konuyla ilgili yapılacak araştırmalar için çekirge unu kullanımının farklı oranları ve yöntemleri ile etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde incelenmesi önerilmektedir.

- Çekirge unu kullanımını optimize etmek için farklı oranların ve işleme yöntemlerinin araştırılması önerilmektedir. Bu durum hem doku hem de lezzet açısından daha iyi sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayabilir.
- Duyusal analizlerin yanı sıra geniş bir tüketici kitlesi ile tat testleri gerçekleştirilmesi sonucu çekirge unu katkılı kahvenin piyasaya arz potansiyeli değerlendirilebilir.
- Doku ve aroma geliştirme tekniklerinin uygulanmasıyla çekirge unu katkılı kahvenin görünüm ve lezzet açısından daha iyi hale getirilmesi sağlanabilir.
- Lezzet odaklı besin tüketimi tercih eden bireylerin ilgisini çekebilmek için yenilebilir böceklerin çeşitli atıştırma malzemeleri, kurabiye ve makarna gibi ürünlerde kullanımı, böcek tüketimine mesafeli olan kesimleri bu yeni protein kaynağına yönlendirmede etkili bir yöntem olabilir.

- Ayrıca çekirge unu gibi alternatif protein kaynaklarının gıdalara ilavesi hakkında tüketicilerde farkındalık oluşturmak için eğitim programları ve pazarlama stratejileri geliştirilmelidir. Bu öneriler, protein miktarı yüksek bir hayvansal gıda olan çekirge unu katkılı gıdaların geliştirilmesi ve kabul görmesi için önemli adımlar sağlayabilir.

Beyan

Makalenin tüm yazarlarının makale sürecine verdikleri katkı eşittir. Yazarların bildirmesi gereken herhangi bir çıkar çatışması yoktur. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için Karabük Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 15/11/2024 tarihli ve 2024/09 (11,12) nolu toplantısında E-377542 sıra sayılı kararı ile izin alınmıştır.

KAYNAKÇA

- Aksoy, A. B., & El, S. N. (2021). Geleceğin protein kaynağı: Yenilebilir böcekler. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(5), 887–896. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i5.887-896.4166>.
- Caparros Megido, R., Sablon, L., Geuens, M., Brostaux, Y., Alabi, T., Blecker, C., Drugmand, D., Haubruge, E., & Francis, F. (2016). Edible insects acceptance by Belgian consumers: Promising attitude for entomophagy development. *Journal of Sensory Studies*, 29(1), 14–20. <https://doi.org/10.1111/joss.12077>.
- Chessa, G. (2025). *Espresso nasıl yapılır*. <https://www.tchibo.com.tr/espresso-nasil-yapilir-c400074170.html>. (Erişim tarihi: 08.04.2025)
- Clifford, M. N., & Willson, K. C. (2015). Coffee: Botany, biochemistry and production of beans and beverage. *Springer Science & Business Media*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6657-1>
- Costa-Neto, E. M. (2015). Anthro-entomophagy in Latin America: An overview of the importance of edible insects to local communities. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(1), 17–23. https://brill.com/view/journals/jiff/1/1/article-p17_4.xml.
- Demirci, M., & Yetim, H. (2021). İnsan gıdası olarak böcek proteinleri tüketimi ve getirdiği sorunlar. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 11–22. <https://doi.org/10.51973/head.1035367>.
- Dossey, A. T., Morales-Ramos, J. A., & Rojas, M. G. (2016). *Insects as sustainable food ingredients: Production, processing and food applications*. Academic Press. ISBN: 978-12-802856-8.
- Ergün, Z. (2015). Biyolojik maddelerin kurutularak saklanması: Liyofilizasyon. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 26(1), 35–40. <https://doi.org/10.35864/evmd.513369>.
- Fischer, E. F. (2021). Quality and inequality: Creating value worlds with third wave coffee. *Socio-Economic Review*, 19(1), 111–131. <https://doi.org/10.1093/ser/mwz044>.
- Food and Agriculture Organization. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security* (Vol. 171). <https://www.fao.org/4/i3253e/i3253e.pdf>
- González, C. M., Garzón, R., & Rosell, C. M. (2017). Insects as ingredients for bakery goods: A comparison study of *H. illucens*, *A. domestica*, and *T. molitor* flours. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 51, 205–210. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.03.021>
- Gökırmaklı, Ç., & Bayram, M. (2018). Gıda için gelecek öngörülleri: Yıl 2050. *Akademik Gıda*, 16(3), 351–360. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.475396>

- Güneş, E., Yılmaz, M., Özcan, M., & Sormaz, Ü. (2025). Sensory properties of chocolate filled with grasshopper flour as a sustainable food and its effect on consumer behaviour. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(AOP), 1–13. <https://doi.org/10.1163/23524588-bja10216>.
- Indriana, S., Karim, M. S., Nalinanona, S., & Karnjanapratum, S. (2019). Quality characteristics of protein-enriched brown rice flour and cake affected by Bombay locust (*Patanga succincta* L.) powder fortification. *LWT-Food Science and Technology*, 119, 108876. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108876>
- Johns, T., & Eyzaguirre, P. B. (2006). Linking biodiversity, diet and health in policy and practice. *Proceedings of the Nutrition Society*, 65(2), 182–189. <https://doi.org/10.1079/PNS2006494>
- Karaman, R., & Bozok, D. (2019). Alternatif Besin Kaynağı Olarak Çekirge: Nitel Bir Uygulama (Grasshopper as an Alternative Food Source: A Qualitative Application). *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 7(3), 1573-1587.
- Kayıoğlu, Ç., & Türksöy, S. (2023). Tarımda sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1), 289–303. <https://doi.org/10.20479/bursauludagziraat.1142135>
- Mancini, S., Moruzzo, R., Riccioli, F., & Paci, G. (2022). European consumers' readiness to adopt insects as food: A review. *Food Research International*, 129, 108829. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.041>.
- Mankan, E. (2017). Gastronomide yeni trendler-yenilebilir böcekler. *Electronic Turkish Studies*, 12(3).
- Megido, R. C., Gierts, C., Blecker, C., Brostaux, Y., Haubruge, E., Alabi, T., & Francis, F. (2016). Consumer acceptance of insect-based alternative meat products in Western countries. *Food Quality and Preference*, 52, 237–243. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.05.004>.
- Oliveira, L. M., Da Silva Lucas, A. J., Cadavel, C. L., & Mellado, M. S. (2017). Bread enriched with flour from cinereous cockroach (*Nauphoeta cinerea*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 44, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.08.015>
- Osimani, A., Milanović, V., Cardinali, F., Roncolini, A., Garofalo, C., Clementi, F., ... & Aquilanti, L. (2018). Bread enriched with cricket powder (*Acheta domesticus*): A technological, microbiological, and nutritional evaluation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 48, 150–163. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.06.007>
- Özcan, Ş., & Yılmaz, M. (2024). Using grasshopper powder in gluten-free cookies for sustainable nutrition. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 13(5), 1223–1234. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v13i5.1223-1234.7462>
- Paul, A., Frederich, M., Uyttenbroeck, R., Hatt, S., Malik, P., Lebecque, S., Béchet, B., Richel, A., & Danthine, S. (2016). Grasshoppers as a food source? A review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 20(3), 337–352. <https://hdl.handle.net/2268/197145>
- Ramos-Elorduy, J., & Menzel, P. (1998). *Creepy crawly cuisine: The gourmet guide to edible insects*. Inner Traditions/Bear & Co. https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=Q7f1LkFz11gC&oi=fnd&pg=PR8&dq=Creepy+crawly+cuisine:+The+gourmet+guide+to+edible+insects.&ots=WsRElbKvzp&sig=ydWW6tXjAgMka-Q_zoYHMnRBdnQ&redir_esc=y#v=onepage&q=Creepy%20crawly%20cuisine%3A%20The%20gourmet%20guide%20to%20edible%20insects.&f=false
- Roncolini, A., Milanović, V., Cardinali, F., Osimani, A., Garofalo, C., Sabbatini, R., ... & Aquilanti, L. (2019). Protein fortification with mealworm (*Tenebrio molitor* L.) powder: Effect on textural, microbiological, nutritional, and sensory features of bread. *PLOS ONE*, 14(2), e0211747. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211747>

- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–823. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). Introduction to sensory evaluation. *Sensory evaluation practices*, 3, 1-19.
- Simeone, M., & Scarpato, D. (2022). Consumer perception and attitude toward insects for a sustainable diet. *Insects*, 13(39). <https://doi.org/10.3390/insects13010039>
- Clarence-Smith, W. G., & Topik, S. (Eds.). (2003). *The global coffee economy in Africa, Asia, and Latin America, 1500–1989*. Cambridge University Press.
- Şahin, İ., & Çıkrıkçı, F. (2018). Deneysel araştırma yöntemi. In K. Beycioğlu, N. Özer, & Y. Kondakçı (Eds.), *Eğitim yönetiminde araştırma* (pp. 307–326). Pegem A Yayıncılık.
- Tan, H. S. G., Fischer, A. R. H., Tinchan, P., Stieger, M., Steenbekkers, L. P. A., & van Trijp, H. C. M. (2020). Insects as food: Exploring cultural exposure and individual experience as determinants of acceptance. *Food Quality and Preference*, 24(1), 50–62. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.01.013>.
- Tekiner, İ. H., Darama, G., Özatıla, B., Yetim, H. (2022). Beslenme ve gıda teknolojisi yönünden yenilebilir böcekler. *Academic Platform Journal of Halal Lifestyle*, 4(1), 18-29. <https://doi.org/10.53569/apjhls.1111684>
- Tucker, C. M. (2017). *Coffee culture: Local experiences, global connections* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315678795>
- Ural, A., & Kılıç, İ. (2021). *Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi*. Detay Yayıncılık.
- Urgancı, Y. (2022). *Hurma ve keçiyoynuzu çekirdeği kullanılarak Türk kahvesi üretimi ve üretilen kahvelerin duyu özelliklerinin belirlenmesi* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü]. İstanbul.
- Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects: Future prospects for food and feed security (FAO Forestry Paper No. 171). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/4/i3253e/i3253e.pdf>
- Verbeke, W. (2015). Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a Western society. *Food Quality and Preference*, 39, 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.07.008>
- Westerterp-Plantenga, M. S. (2003). The significance of protein in food intake and body weight regulation. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 6(6), 635–638.
- Zamudio-Flores, P. B., Sánchez-Ortiz, O., Tirado-Gallegos, J. M., Espino-Díaz, M., Ochoa-Reyes, E., Hernández-Centeno, F., ... & García-Cano, V. G. (2019). Food supplements from a Grasshopper: A developmental stage-wise evaluation of amino acid profile, protein and vitamins in *Brachystola magna* (Girard). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(7), 561-568. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i7.1989>.

Determination of Sensory Properties of Coffee with Grasshopper Flour Additive**Mustafa YILMAZ**

Karabük University, Safranbolu Faculty of Tourism, Karabük/Türkiye

Merve ONUR

Kayseri University, Faculty of Applied Sciences, Kayseri/Türkiye

Aybüke Elif CEYHUN SEZGİN

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

Extended Summary

This study focuses on the integration of alternative protein sources into traditional food forms and aims to evaluate the potential of locust meal (*Locusta migratoria*), an edible insect with high protein content, in Americano coffee. Today's growing population, food insecurity, environmental pressures and sustainability concerns have increased interest in new food ingredients that can replace traditional animal protein sources. In this regard, grasshopper meal, which stands out with its nutritious and environmentally friendly qualities, is at the center of gastronomic innovation. However, the successful integration of such ingredients into food systems should be evaluated not only on their nutritional and environmental advantages, but also on consumer perception, cultural acceptance and sensory satisfaction. The study was designed with an experimental and mixed method approach; four different samples were prepared by adding grasshopper flour to 7 g espresso base at the ratios of 1 g, 1.5 g, 2 g and 3 g respectively. Medium roasted Arabica was preferred as espresso beans; grinding, pressing and brewing processes were carried out with standardized technical parameters. Sensory analysis studies were carried out by 20 trained panelists in a quiet, neutral colored laboratory environment. The evaluation criteria were color, odor, texture, taste, coffee aroma, hardness, softness, texture, suitability for food culture and general taste. Quantitative data obtained from the panelists were analyzed using SPSS 21.0 statistical program and the differences between the groups were evaluated by Duncan test and the differences between the samples with and without additives were evaluated by Mann-Whitney U test. The results revealed that coffee prepared with the addition of 2 g grasshopper meal received generally positive evaluations in sensory parameters. Especially in terms of structural sensory parameters such as texture/mouthfeel ($p < .01$), softness ($p < .01$), and firmness ($p < .01$), the supplemented samples showed significant differences. The control sample coffees scored higher for homogeneity and coffee aroma. Furthermore, coffee aroma intensity was found to be relatively low in the blended sample, but this translated into a positive perception of a "spicy and herbal" flavor profile by some panelists.

According to panelist comments, grasshopper flour imparts a herbaceous mildness to the coffee, balances bitterness and offers aromatic variety. However, despite these positive sensory effects, the food cultural suitability parameter scored low ($p < .05$) in the adulterated samples. This suggests that cultural resistances to entomophagic ingredients remain a determining factor in sensory satisfaction. The most original contribution of this research is the evaluation of the utility of grasshopper meal as a functional ingredient in a beverage matrix, particularly in coffee, a product with strong cultural meaning, from both sensory and perceptual perspectives. The study offers a multi-layered analysis not only from a product development perspective, but also from the perspective of consumer behavior,

cultural adaptation processes and food innovation. This study, which is in line with the examples in the literature on the sensory acceptability of products created by using edible insects in flour form, reveals the contribution of grasshopper flour, especially in terms of textural richness and mouthfeel, and points out that innovative, nutritious and sustainable alternatives can be developed in coffee consumption. In conclusion, this study revealed that coffee with locust bean flour provides a higher level of appreciation, especially among individuals with low coffee tolerance, but it is difficult to reach a wide consumer base unless it is supported by formulations that are suitable for cultural codes. These findings suggest the need for more refined strategies in future product development efforts, focusing on both sensory excellence and cultural sensitivity. The research suggests that entomophagy-based protein sources combined with globally consumed products such as coffee could transform not only food systems but also consumption practices.

Ek 1. Etik Kurul İzni



T.C.
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

TOPLANTI TARİHİ: 15.10.2024
TOPLANTI NO : 2024/09

Karabük Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu toplanmış ve aşağıdaki kararı almıştır.

Karar 11:

30.09.2024 tarih ve E. 377542 sayılı Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YILMAZ' nın Etik Kurul form ve ekleri görüşüldü.

Karabük Üniversitesi öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YILMAZ' nın tarafından yürütülen “Fonksiyonel Bir Ürün Olarak Çekirge Unu Katkılı Kahvenin Duyusal Özelliklerinin İncelenmesi” konulu çalışma kapsamında uygulanmak üzere ekte sunulan çalışmasının etik kurallara uygunluğu oy birliği ile kabul edilmiştir.