








Nörogastronomide Nörogörüntüleme Teknikleri: Beyin Aktivitesi Ölçüm Yöntemlerinin Gastronomik Deneyime Etkisi Üzerine Betimsel Bir İnceleme*

Neuroimaging Techniques in Neurogastronomy: A Descriptive Study on the Effects of Brain Activity Measurement Methods on the Gastronomic Experience

Hakan Tekin¹, Burhanettin ZENGİN², Akın AKPUR³, Tuna ÇAKAR⁴, Yener GİRİŞKEN⁵

Öz

Nörogastronomi, duyarların beyindeki algılanma süreçlerini inceleyen disiplinlerarası bir alandır. Son yıllarda, nörogörüntüleme teknikleri, bireylerin gastronomik deneyimlerinin sinirsel temellerini anlamada önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, nörogastronomi araştırmalarında kullanılabilirlik açısından fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), elektroensefalografi (EEG) ve fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi (fNIRS) yöntemleri üzerine odaklanılmaktadır. Bu çerçevede, nitel araştırma yaklaşımı kapsamında betimsel analiz yöntemi kullanılarak veriler sunulmuştur. Çalışma sonuçları, nörogastronominin yüksek maliyet, zaman ve mekân gibi kısıtlamalara rağmen, yeni bir araştırma alanı olması nedeniyle son yıllarda ilginin arttığı görülmektedir. Nörogörüntüleme tekniklerinin nörogastronomi araştırmalarındaki rolünün detaylandırılması, gastronomi alanına nörobilimsel bir bakış açısı kazandırarak bu disipline bilimsel ve pratik katkılar sunabilir.

Anahtar Kelimeler: fNIRS, EEG, Gastronomi, Nörogastronomi, Turizm

ABSTRACT

Neurogastronomy is an interdisciplinary field that examines how sensory experiences are perceived and processed in the brain. In recent years, neuroimaging techniques have played a significant role in understanding the neural foundations of individuals' gastronomic experiences. This study focuses on the applicability of functional magnetic resonance imaging (fMRI), electroencephalography (EEG), and functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) in neurogastronomy research. Within this framework, data were presented using the descriptive analysis method under a qualitative research approach. The findings indicate that despite limitations such as high cost, time, and spatial constraints, interest in neurogastronomy has increased in recent years due to its emergence as a novel research domain. Detailing the role of neuroimaging techniques in neurogastronomy research can provide the field of gastronomy with a neuroscientific perspective, offering both scientific and practical contributions to the discipline.

Keywords: fNIRS, EEG, Gastronomy, Neurogastronomy, Tourism

* Bu çalışma, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalında Benzer İçerik ve Tekniklerle Hazırlanmış Yiyeceklerin Nörogastronomi Kapsamında Duyusal Analizi adlı yayınlamamış doktora tezinden üretilmiştir.

¹ **Corresponding Author:** Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Bölümü, hakantekin019@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8535-9666

² Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm Rehberliği Bölümü, bzengin@subu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6368-0969

³ Bağımsız Yazar, aakpur@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6536-883X

⁴ MEF Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, cakart@mef.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4891-5122

⁵ Uluslararası Final Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Finans Bölümü, yener.girisken@thinkneuro.net, ORCID: 0000-0002-9945-4250



GİRİŞ

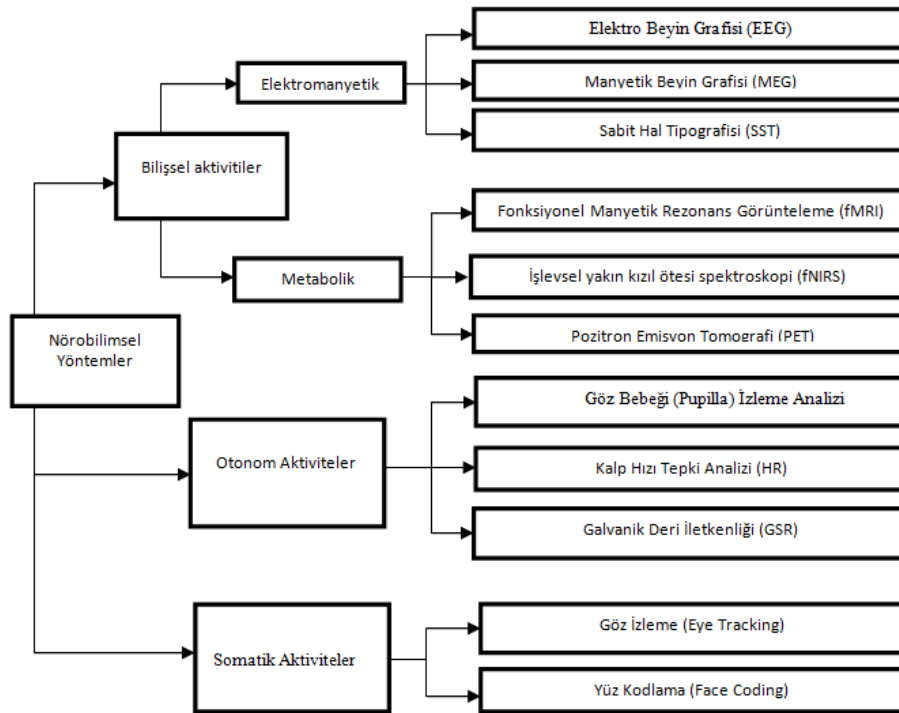
Nörobilimsel yöntemler, bireylerin davranışları sırasında ortaya çıkan sinirsel aktivitenin ölçülmesi, haritalandırılması ve kayıt altına alınmasını sağlayan çeşitli araç ve teknikleri içermektedir. Bu yöntemler, bireyin bir uyarana verdiği tepkiler esnasında beyinde gerçekleşen bilişsel ve duygusal süreçlerin gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak tanır (Lim, 2018).

Nörogastronomi, bireylerin yemek yeme ya da içme sırasında deneyimledikleri lezzet algısının beyinde nasıl oluştuğunu ve işlendiğini inceleyen disiplinler arası bir bilim dalıdır (Spence, 2012). Bu alan, sadece gıdaların fiziksel özelliklerini değil, aynı zamanda tüketim sırasında oluşan bütüncül duyuşsal algıyı ve bunun nöral temellerini araştırmayı hedefler (Yurt, 2022). Temel odak noktası, bireylerin besin tercihlerini ve tüketim davranışlarını şekillendiren karmaşık beyin mekanizmalarını anlamaktır (Özata Şahin, 2023). Yeni bir çalışma alanı olan nörogastronomi araştırmalarında fMRI, EEG ve fNIRS yöntemlerinin karşılaştırmalı analizine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu araştırmanın, özellikle metodoloji seçimi açısından alana önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada ayrıca, nörogastronominin turizm ve gastronomi araştırmalarındaki yerini sistematik olarak inceleyerek, bu disiplinler arasındaki potansiyel işbirliği alanları ortaya koyulması hedeflenmiştir. Araştırmanın bu alanda çalışmak isteyen araştırmacılar için hem teorik hem de pratik açıdan yol gösterici olması beklenmektedir.

1. Kuramsal Çerçeve

1.1. Nörogastronomide Kullanılan Teknikler

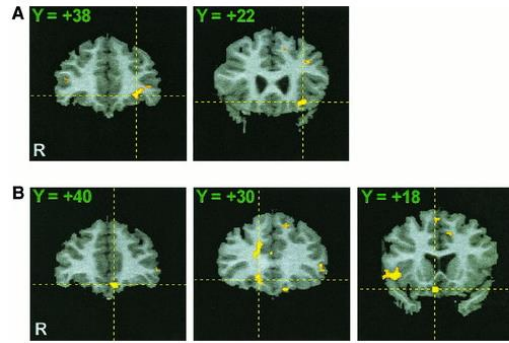
Nörogörüntüleme teknikleri, beyin yapısı ve işlevleri hakkında araştırmacılara önemli veriler sunarak sinirsel süreçlerin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır (Keleş & Kol, 2015). Nörogörüntüleme teknikleri üç bölümde sınıflandırılır ve her biri uygulama ve maliyet açısından avantaj ve dezavantajlara sahiptir (Teleanu, Chircov, Grumezescu, Volceanov, & Teleanu, 2019). Şekil 1'de bu teknikler gösterilmektedir.



Şekil 1. Nörobilimsel Araştırma Yöntemleri (Lim, 2018)

1.2. Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI)

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), beyin aktivitesini ölçmek için kan akışındaki değişiklikleri tespit eden ileri düzey bir nörogörüntüleme tekniğidir. Beynin belirli bölgeleri aktif hâle geldiğinde, artan oksijen ihtiyacı bu bölgelere kan akışının artmasına neden olur ve fMRI bu değişiklikleri gerçek zamanlı olarak kaydederek beyin aktivitesini görselleştirirken, denek dar ve uzun bir tüpte sırtüstü yatar ve taranır (Kumar, Nayyar & Koneti, 2024, s. 1458). fMRI, belirli bir anda tüketicinin beynindeki hangi bölgenin aktive olduğunu ve kan akışının hangi alanlarda yoğunlaştığını ölçer. Bu yöntem, beyin ödül, zevk, endişe gibi duygusal süreçlerden sorumlu bölgelerini inceleyerek, beyin işleyişine dair önemli ipuçları elde edilmesini sağlar (Taş & Şeker, 2017, s. 14). Bu teknoloji, beynin belirli yapılarını manyetik özellikleri üzerinden analiz ederek, bu verileri üç boyutlu anatomik görüntüler hâlinde yeniden oluşturmayı mümkün kılar (Panksepp, 2015, s. 187).



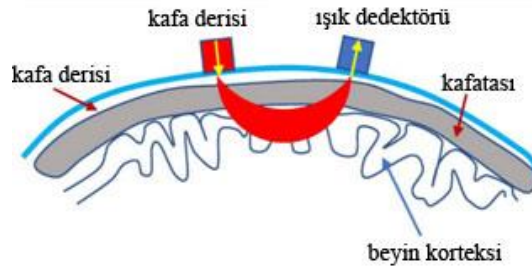
Şekil 2. O'doherty Ve Arkadaşlarının Yaptığı Çalışmada Talairach Boşluğunda Belirtilen Ön-Arka (Y) Seviyesindeki Orbitofrontal Korteks Kesitlerinden Alınan Koronal Dilimler. [Tek bir denekte (A) Glikoz ve (B) Tuz tarafından aktive edilen alanları göstermektedir (2001)]

fMRI'nin en önemli kısıtlarından biri, yalnızca tıbbi ortamlarda kullanılabilen büyük ve sabit bir cihaz olmasıdır. Bu durum, pazarlama uyarılarını doğal biçimde yansıtmayı zorlaştırmakta ve güvenlik nedeniyle özel odalar gerektirdiğinden yöntemin gerçekçi ortamlarda uygulanmasını engellemektedir (Ruanguttamanun, 2014, s. 216).

1.3. Fonksiyonel Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi (fNIRS)

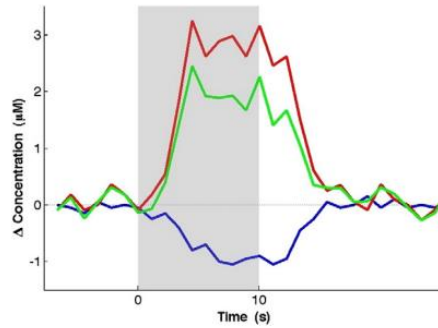
Fonksiyonel Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi (fNIRS), beyindeki oksijen seviyelerini izleyerek hemodinamik aktiviteyi (kan akışı değişiklikleri) değerlendiren duygusal durumların analizinde güvenilir invaziv olmayan bir nörogörüntüleme yöntemidir (Kumar vd., 2024, s. 1459; Chong, Lu & Tang, 2019). Zararsız, hareket kabiliyetine izin veren ve taşınabilirliğiyle öne çıkan fNIRS, hem klinik hem de gerçek yaşam koşullarında kullanılabilir. Yeni doğanlardan yaşlılara kadar tüm popülasyonlarla çalışmaya elverişli olması nörobilim araştırmalarında pratik bir araç hâline getirir (Pinti vd., 2018).

fNIRS, beyindeki nöral aktiviteyle ilişkili hemodinamik değişikliklerin bir göstergesi olarak kullanılabilen oksihemoglobin (HbO) ve deoksihemoglobin (HbR) konsantrasyonunun bölgesel değişimlerini ölçer (Li vd., 2022, s. 2). Hemoglobin, 700-900 nm dalga boyu aralığında ışığı güçlü bir şekilde emer. Bu aralıkta, oksihemoglobin ve deoksihemoglobin, kızılötesi ışığın en fazla soğurulduğu bileşenler arasındadır. Sinir dokusundaki kızılötesi ışığın zayıflama özelliklerine dayanarak, oksijen ve deoksihemoglobin konsantrasyonlarındaki göreceli değişiklikler yaklaşık olarak tahmin edilebilir. Bu durum, sinir dokusunun optik olarak incelenmesine olanak tanıyan bir pencere oluşturur (Çakır, Çakar & Girişken, 2015, s. 299).



Şekil 3. fNIRS Beyin Dalgası Ölçümü (Li vd., 2022, s. 2)

fNIRS tekniğinde, kafatasının içine yakın kızılötesi ışık gönderen ve beyinden yayılan ışığı ölçerek hangi bölgelerin daha aktif olduğunu belirleyen sensörler içeren bir başlık veya bant kullanılır (Loijens, 2017, s. 166). Genellikle beyne sabit yoğunlukta iki farklı dalga boyunu yansıtmak için lazer/LED kaynakları kullanılır ve dağınık şekilde yansıyan ışığın yoğunluğunu sürekli olarak ölçmek için dedektörler kullanılır (Li vd., 2022, s. 2).



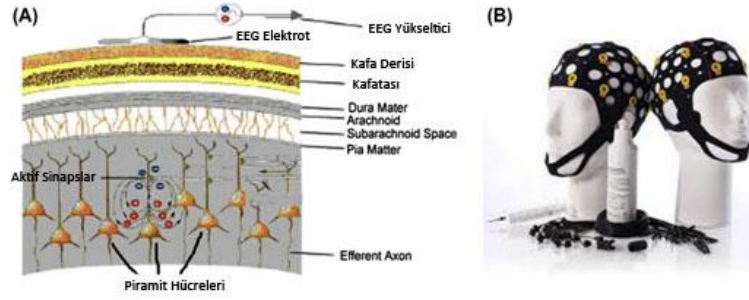
Şekil 4. fNIRS ile Ortaya Çıkarılan Tipik Kortikal Aktivasyonun Taslağı. [Oksijenli hemoglobindeki artış (kırmızı çizgi) ve oksijensiz hemoglobindeki eş zamanlı azalma (mavi çizgi), serebral kan hacmiyle sıkı bir şekilde ilişkili olan lokal serebral kan akışını ve toplam hemoglobini (yeşil çizgi) artıran lokal arteriyol vazodilatasyondaki artışı yansıtır. Gölge, uyaran süresini gösterir (Ferrari & Quaresima, 2012, s. 925)

fNIRS, invazif olmayan, düşük bütçeli ve gelişim aşamasındaki bir nörogörüntüleme teknolojisidir. Bu yöntem, fMRI ile karşılaştırıldığında kullanışlı bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (Fishburn, Norr, Medvedev & Vaidya, 2014, s. 1).

1.4. Elektro Beyin Grafisi (EEG)

Elektroensefalografi (EEG), beynin elektriksel aktivitesini kaydeden ve anlık ölçen bir elektrofizyolojik izleme yöntemidir (Kaneko, Toet, Brouwer, Kallen, & van Erp, 2018). Beyin faaliyetleri sırasında elektriksel aktiviteler meydana gelir. Bu süreçte, otomatik olarak oluşan ve ritmik bir düzen izleyen elektriksel potansiyeller, duyu alıcılarının etkinliğine bağlı olarak değişim gösterir. Söz konusu elektriksel değişimlerin kaydedilip görselleştirilmesini sağlayan yöntem ise EEG olarak tanımlanmaktadır (Yücel & Çubuk, 2014, s. 134).

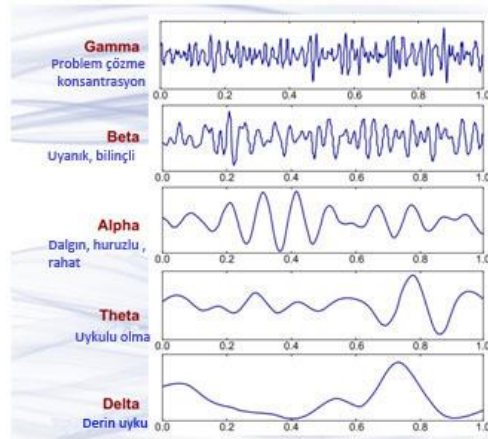
EEG genellikle invazif olmayan bir yöntemdir ve kafa derisi boyunca yerleştirilen elektrotlar kullanılır. Beynin nöronlarındaki iyonik akımdan kaynaklanan voltaj dalgalanmalarını ölçer (Kaneko vd., 2018). EEG dalgalarının yapısı hem beynin psikofizyolojik durumu hem de kullanılan kayıt yöntemiyle doğrudan ilişkilidir. Beynin çeşitli bölgelerindeki aktiviteleri aynı anda ölçebilmek için EEG cihazları genellikle 8 veya 16 kanallı olarak üretilir. Kaydedilen EEG desenleri, ölçümün yapıldığı bölge ve kullanılan tekniklere göre değişiklik gösterebilir (Yücel & Çubuk, 2014, s. 134).



Şekil 5. (A) Elektrotlar Yerleştirildikten Sonra Beyindeki Aktivite; (B) EEG Başlığı (Abhang, Gawali & Mehrotra, 2016, s.8)

Deney düzeneği, katılımcı, çevresel/resimsel/sesli uyarılar, elektrotlu kayıt ekipmanı ve analiz yazılımından oluşur. Katılımcının uyarılara tepkisi, beyin dalgaları üzerinden tüm aşamalarda (öncesi, esnası, sonrası) kaydedilir. Sonrasında, bu veriler özel sinyal işleme teknikleri ile değerlendirilerek bilişsel süreçler incelenir (Songsamoe, Ngam, Koomhin & Matan, 2019, s. 168).

EEG, beyin aktivitesinin kaynağını tam olarak belirlemede (lokalizasyon) teknik sınırlamalara sahiptir. Temelde nöronal aktivitenin kendisini değil, onun dolaylı yansımalarını (elektriksel/manyetik dalgalar) kaydeder. Ölçüm yapabilmek için nöronların eş zamanlı aktivasyonu şarttır. Maliyet açısından EEG, fMRI'ya kıyasla daha erişilebilir bir seçenektir (Lee vd., 2017, s. 883). EEG dalga biçimleri ile duyuşal süreçler arasındaki bağlantı aşağıda sunulmaktadır.



Şekil 6. Normal Elektroensefalogramda Farklı Beyin Dalgası Tipleri (Abhang vd., 2016, s.21)

Kişilik özelliklerinin, bireylerin beyin dalgası profilleriyle (alfa, teta, beta) ilişkili olabileceği öne sürülmektedir. Örneğin, alfa dalgası yoğunluğu yüksek kişilerde rahatlık ve kavramsal odaklanma gözlemlenirken, beta dalgası baskın bireylerde hareketlilik ve detaycılık öne çıkabilir. Teta dalgalarının ise belirli kişilik yapılarıyla bağlantılı olması muhtemel görülse de, bu hipotezler kesin kanıtlarla desteklenmemektedir (Panksepp, 2015, s. 179).

2. Yöntem

Bu çalışmanın temel amacı, gastronomi literatüründe sınırlı yer bulan nörogastromi alanında, bilişsel aktivitelerin ölçümüne olanak tanıyan EEG, fMRI ve fNIRS yöntemlerinin uygulanabilirliğini değerlendirmektir. Uygulama pratiği bakımından en işlevsel üç yönteme, bu çalışmanın kapsamında yer almaktadır. Bu doğrultuda, literatürde gastronomi ile ilişkilendirilmiş nörogastromi çalışmalarına yönelik betimsel bir analiz gerçekleştirilmiştir. Özellikle fNIRS yöntemiyle yapılmış çalışmalara odaklanılarak, bu tekniğin gastronomi alanındaki potansiyel kullanım alanları

değerlendirilmiş ve bu yöntem üzerinden ilerleyen araştırmalara kuramsal bir temel oluşturulması amaçlanmıştır.

Araştırma kapsamında, 2005-2025 yılları arasında EEG, fNIRS, fMRI, göz izleme (eye tracking) ve galvanik deri tepkisi (GSR) teknikleri ile yürütülmüş uygulamalı nörogörüntüleme çalışmalarına yer verilmiştir. Literatür taraması sonucunda, incelenen tüm uygulamalı çalışmaların bu tarih aralığında gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda, turizm alanı ile ilişkilendirilebilecek nitelikte 18 uygulamalı nörogörüntüleme çalışması ile fNIRS yöntemi kullanılarak yapılmış 12 uygulamalı nörogörüntüleme çalışmasının betimsel analizi yapılmıştır.

3. Bulgular

Son yıllarda, gelişmekte olan nörogastronomi alanına yönelik araştırmaların sayısında dikkate değer bir artış gözlemlenmektedir. Türkiye’de de bu alanda sınırlı sayıda çalışma yürütülmüş olup, bu çalışmalarda genellikle EEG tekniği kullanılarak bireylerin “tat”, “duyusal analiz” ve “duyusal ilgi” gibi bilişsel ve duygusal tepkileri incelenmiştir. Ancak mevcut çalışmaların sayıca yetersiz olması ve çoğunlukla yüzeysel düzeyde kalması, bu alanda daha derinlemesine ve sistematik araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Dünya genelinde daha yeni tanınmaya başlayan nörogastronomiye yönelik akademik ilgi giderek artmakta; bu durum, disiplinin önümüzdeki dönemde daha fazla çalışmaya konu olacağı ve uygulama alanlarının genişleyeceği eğilimindedir.

Tablo 1’e bakıldığında, *TR Dizin*, *Science Direct*, *Google Scholar* ve *Scopus* veri tabanlarında “neurogastronomy”, “neurogastronomy and Taste” ve “neurogastronomy and gastronomy” anahtar kelimeleriyle yapılan taramalar sonucunda ulaşılan uygulamalı çalışmalar yer almaktadır. Elde edilen veriler incelendiğinde, çalışmaların büyük çoğunluğunun EEG yöntemi ile gerçekleştirildiği ve bazı çalışmalarda bu yöntemle göz izleme (eye-tracking) tekniğinin de eşlik ettiği görülmektedir. Gastronomi alanında yapılan bu çalışmaların genel olarak, duygusal tepkilerin ölçülmesi başta olmak üzere, tüketici davranışları, bilişsel tepkiler ve pazarlama etkinliğinin değerlendirilmesi gibi konular üzerine odaklandığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, metodoloji odaklı bazı çalışmalara da rastlanmaktadır. Turizm ve gastronomi bağlamında gerçekleştirilen uygulamalı nörogastronomi araştırmalarının sayıca sınırlı olması nedeniyle, bu alandaki metodolojik çalışmaların çoğunlukla geleneksel yöntemlerle nörogastronomi tekniklerinin karşılaştırılmasına odaklandığı söylenebilir.

fNIRS, özellikle prefrontal korteks gibi yüksek bilişsel işlevlerle ilişkili beyin bölgelerindeki oksijenlenme değişimlerini ölçerek bireylerin tat ve koku gibi duyuşsal deneyimlerine verdikleri tepkileri anlamaya yardımcı olur. EEG ise, duyuşsal uyarılara verilen anlık beyin dalgası değişimlerini yüksek zaman çözünürlüğüyle analiz ederek gastronomik deneyimlerin bilişsel ve duygusal yönlerini ortaya koyar. Nörogastronomi henüz yeni bir alan olduğundan, turizm ve gastronomi bağlamında yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Ancak, tadım testleriyle yürütülen ve nörogastronomi araştırmalarına ışık tutabilecek nörogörüntüleme temelli duyuşsal analiz örnekleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1: Turizm ile İlgili Yapılmış Nörogastronomi Kapsamındaki Çalışmalar

Çalışmanın Adı ve Yazar(lar)	Türü	Alt Alan	Teknik(ler)	Bulgular
Implicit Measurement of Sweetness Intensity and Affective Value Based on fNIRS (Mai vd., 2025)	Makale	Kemosensörler	fNIRS	Tatlılık yoğunluğuna ilişkin açık geri bildirimlerle fNIRS verileri arasında gözlemlenen orta düzeyde pozitif korelasyon, fNIRS’in tat algısını değerlendirmede güvenilir bir araç olduğunu desteklemektedir.

Can the image of food mislead the brain? Neurogastronomy research with EEG and emotion recognition (Uçuk vd., 2025)	Makale	Gastronomi	EEG	Nörogastronomi literatürüne katkı sağladığı ve yiyecek sunumunun bireylerin beyin aktiviteleri ile davranışları üzerindeki etkilerine ilişkin anlayışın geliştirilmesine yardımcı olduğu değerlendirilmektedir.
Exploring the neural correlates of fat taste perception and discrimination: Insights from electroencephalogram analysis. (Yang vd., 2024)	Makale	Gıda Kimyası	EEG	Doymuş yağ asitleri (FA'lar), duygusal ve ödül işlemeyle ilişkili kortikal bölgelerde daha yüksek düzeyde aktivasyona neden olmuştur. Bu elektrofizyolojik bulgular, yağ algısına ilişkin temel sinirsel mekanizmaların anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.
Innovative Marketing Solutions for Exploring Consumer Behaviour in Choosing Healthier Food Alternatives (Ruskova vd., 2024)	Makale	Nöropazarlama	EEG, Göz Takip Cihazı	EEG ve göz izleme teknolojileri kullanılarak Nutri-Score beslenme göstergesinin tüketici tepkileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Özellikle, ambalajın ön yüzünde daha yüksek beslenme derecesine sahip (daha sağlıklı) ürünlerin tercih edilme eğilimi değerlendirilmiştir.
Neuronal correlates of basic taste perception and hedonic evaluation using functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) (Meyerding vd., 2024)	Makale	Gıda Bilimi	fNIRS	fNIRS yönteminin tüketicilerin gıda tercihlerini öngörmeye potansiyel bir araç olabileceğini ortaya koymaktadır.
Emotions and visual preferences of consumers towards native and classic potato (Solanum tuberosum) chips: Comparative study using neurogastronomy and neuromarketing. (Julca-Infantes vd., 2023)	Makale	Gastronomi	Göz takip cihazı	Tüketiciler, bir ürünün daha besleyici, sürdürülebilir, ekonomik ve yerel üreticiye katkı sağlıyor olması durumunda, yerel ürünleri daha fazla tüketmeyi hedeflemektedir.
TastePeptides-EEG: An ensemble model for umami taste evaluation based on electroencephalogram and machine learning. (Cui vd., 2023)	Makale	Gıda Bilimi	EEG	Modelin doğrulama setinde %90,2, test setinde ise %77,8 oranında yargı doğruluğu elde edilmiştir. Bu çalışma, umami tat algısıyla ilişkili olarak α (alfa) dalgasındaki frekans değişimlerini ortaya koymuştur.
Holistik Nörogastronomi, Gastrofizik ve Sinestezi Ekseninde, Yemek Sunumunun İnsan Beğeni Algisına Olan Etkilerinin Belirlenmesi (Uçuk, 2022)	Tabak: Doktora Tez	Gastronomi ve Mutfak Sanatları	EEG Yüz kodlama	Yemek sunumunun bireylerin beğeni algısı üzerindeki etkisini çoklu duyuşsal algı ve bilişsel süreçler çerçevesinde, disiplinlerarası bir yaklaşımla incelemekte, insan gıdasının duyu organları aracılığıyla nasıl değerlendirildiğini temel almaktadır.
A preliminary investigation on the effect of immersive consumption contexts on food-evoked emotions using facial expressions and subjective ratings (Wijk vd., 2022)	Makale	Gıda Kalitesi	Yüz ifadesi	Laboratuvar ortamında oluşturulan tüketim bağlamlarının duyuşsal tepkileri etkilediğini, yiyecekler ve bağlamların duyguları bağımsız olarak şekillendirdiğini ve yüz ifadeleri ile verilerin benzer sonuçlar verse de yüz ifadelerinin ek bilgiler sağladığını göstermektedir.

Emotional Impact of Dishes versus Wines on Restaurant Diners: From Haute Cuisine Open Innovation (Mengual-Recuerda vd., 2021).	Makale	Gastronomi	GSR, Göz Takip, EEG	Yemeklerin, ilgi düzeyi üzerinde şaraplara kıyasla daha güçlü bir etkisi olduğu ve her iki unsurun da deneyimin farklı aşamalarında süreye bağlı olarak farklı duygusal tepkiler oluşturduğu görülmüştür.
Neurogastronomy as a Tool for Evaluating Emotions and Visual Preferences of Selected Food Served in Different Ways (Bercik vd., 2021)	Makale	Gıda Bilimi	EEG Göz Takip Cihazı (Eye Tracker), Yüz İfade Takip Cihazı (Face Reader)	Sunumunun görsel ilgi üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu göstermektedir.
Music and Wine Tasting: An Experimental Neuromarketing Study (Hsu & Chen, 2020)	Makale	Gastronomi	EEG	Müzikal uyaranlar ile katılımcıların şarap seçimi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca, bu uyaranların şarap tadım turları sırasında farklı beyin dalgası aktivitelerini tetiklediği gözlemlenmiştir.
Sparkling Interest in Restaurant Dishes? Cognitive And Affective Processes Underlying Dish Design and Ecological Origin. An fMRI Study (Muñoz- Leiva & Gómez-Carmona, 2019).	Makale	Gastronomi	fMRI	fMRI yöntemi, estetik olarak iyi sunulan yemeklerin beyinde duygu ağıyla ilişkili bölgeleri aktive ettiğini göstermiştir.
Emotion in the Glass: An Innovative Study to Understand Unconscious Reactions In Wine Tasting (Mignani vd., 2019).	Kitap Bölümü	Gastronomi	EEG	EEG'nin kullanımı, şarapla ilişkili deneyimlerin yalnızca bilişsel ve bilinçli boyutlarını değil, aynı zamanda geleneksel yöntemlerle saptanması güç olan duygusal ve bilinçdışı süreçleri de ortaya koymayı mümkün kılmıştır.
Mental workload during (un) familiar food tasting experiences. (Vozzi & Babiloni, 2019)	Makale	Gıda Bilimi	EEG	Yabancı ürünlerle tatma etkileşimi sırasında yerel ürünlere göre daha yüksek bir zihinsel çaba ve daha az aşinalık algısı bulunmuştur.
Food perception and emotion measured over time in-lab and in-home (Wijk vd., 2019)	Makale	Gıda Kalitesi	Kalp Atış hızı, Yüz İfadeleri, Tüketim Süresi	Yiyecekler arasında beğeni ve duygusal özelliklerde farklılıklar olduğunu, ancak bu farkların testin evde ya da laboratuvarında yapılmasından etkilenmediğini göstermiştir.
Appetitive long-term taste conditioning enhances human visually evoked EEG responses (Viemose vd., 2013)	Makale	Davranışsal Sinirbilimi	EEG	İştah uyandırıcı tat koşullandırmasının, görsel korteks ağlarındaki sinaptik aktiviteyi artırarak görsel uyarıların işlenme hızını olumlu yönde etkilediği öne sürülmektedir.
Estimating human response to taste using EEG (Park vd., 2011)	Makale	Tıp ve Biyoloji	EEG	EEG yanıtlarının sınıflandırma performansı, farklı tatların oluşturduğu duygular arasında yüksek düzeyde ayırım yapılabildiğini ortaya koymuştur.

Tablo 2'de, fNIRS ile gerçekleştirilen deneysel tadım çalışmalarına yer verilmiştir. Bu çalışmalar, Google Scholar ve ScienceDirect veri tabanlarında "fNIRS and taste" anahtar kelimesiyle yapılan arama sonucu elde edilmiştir. TR Dizin veri tabanında ise ilgili bir yayına ulaşılamamıştır.

İncelenen çalışmalar genel olarak fNIRS tekniğinin nörogastronomi ve tüketici nörolojisi alanlarındaki kullanımına odaklanmaktadır. Turizm alanında ise fNIRS ile yapılmış uygulamalı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum, tekniğin görece yeni olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Tablo 2. fNIRS ile Yapılmış Tadım Uygulamalı Nörogastronomi Çalışmaları

Çalışma Adı	Türü	Sonuç
Implicit Measurement of Sweetness Intensity and Affective Value Based on fNIRS (Mai vd., 2025)	Makale	Tatlılık yoğunluğuna ilişkin açık beyanlarla, örtük veriler arasında gözlemlenen orta düzeyde pozitif korelasyon, fNIRS'in tat algısını değerlendirmede güvenilir bir araç olduğunu desteklemektedir.
Neuronal correlates of basic taste perception and hedonic evaluation using functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) (Meyerding vd., 2024)	Makale	fNIRS yönteminin tüketicilerin gıda tercihlerini öngörmeye potansiyel bir araç olabileceğini ortaya koymaktadır.
Sensory measurements of taste: Aiming to visualize sensory differences in taste perception by consumers—An experiential fNIRS Approach. Journal of International (Laves vd., 2022)	Makale	Tatma sırasında dIPFC'de gözlemlenen oksihb azalması, tat değerlendirme sürecine ilişkin beyin aktivasyonunu yansıtabilir. Ancak bu aktivasyon, hedonik tercihler arasındaki farkları belirlemek için yeterli değildir. Bu farkların ortaya konabilmesi için daha belirgin duysal veya duygusal kutuplara sahip uyarıcılara ihtiyaç vardır.
Trial Analysis of the Relationship between Taste and Biological Information Obtained While Eating Strawberries for Sensory Evaluation (Maeda vd., 2022)	Makale	Çilek tüketimi sırasında algılanan tat ile beyin aktivitesi arasındaki ilişkiyi inceleyerek duysal değerlendirme sürecine biyolojik bir bakış açısı kazandırmayı amaçlamaktadır. Görsel analog ölçek, anket ve beyin aktivitesi verilerinin çok değişkenli analizi, tat algısının bireysel ve kültürel faktörlerle ilişkisini ortaya koymaktadır.
Activity of frontal pole cortex reflecting hedonic tone of food and drink: fNIRS study in humans. (Minematsu vd., 2018)	Makale	Hoş ve hoş olmayan gıdaların sırasıyla ventral aPFC'de azalmış ve artmış oksihb seviyelerine neden olması, bu bölgedeki oksihb değişimlerinin yiyecek ve içeceklerin hoşluk düzeyini objektif biçimde değerlendirmede potansiyel bir gösterge olabileceğini göstermektedir.
The Estimation of Taste Preference Based on Prefrontal Cortex Activity (Asano, 2015)	Makale	Tat algısına yönelik tercihlerde nörogörüntüleme temelli yaklaşımların geçerliliğini desteklemekte ve tat tercihlerinin objektif biçimde belirlenmesine önemli bir katkı sunmaktadır.
An fNIRS study of taste cortical areas in human brain: Sweetness and sourness (Hu vd., 2013)	Makale	Tatlı ve ekşi tatların prefrontal kortekste farklı beyin aktiviteleri oluşturduğu belirlenmiştir. Özellikle ekşi tada karşı daha güçlü tepkiler gözlenmiş; frontopolar ve orbitofrontal bölgelerde tatlara özgü farklı aktivasyon düzeyleri saptanmıştır.
Prefrontal activity correlating with perception of sweetness during eating (Ono, 2012)	Makale	Tatlılık algısına karşılık gelen beyin aktivasyonlarını inceleyerek tat algısının sinirsel temeline önemli katkılar sağlamıştır.
Individual Differences in Prefrontal Cortex Activity during Perception of Bitter Taste Using fNIRS Methodology (Bembich vd., 2010)	Makale	Acı tat algısına ilişkin kortikal aktivasyonlar ve bireyler arası tat duyarlılığı farkları incelenmiştir.
Functional near-infrared spectroscopy for human brain mapping of taste-related cognitive functions (Okamoto & Dan, 2007)	Makale	Tatla ilişkili beyin fonksiyonlarının haritalanmasına katkı sağladığını ve tat işleme sürecinin daha iyi anlaşılmasına olanak tanıdığını göstermektedir.
Prefrontal activity during flavor difference test: application of functional near-infrared spectroscopy to sensory evaluation studies (Okamoto vd., 2006)	Makale	Duysal algının sinirsel temeline ışık tutarak gıda değerlendirmelerindeki bilişsel süreçlerin nörogörüntüleme ile incelenebileceğini göstermektedir.

Tablo 3'te, geleneksel yöntemler ile EEG, fMRI ve fNIRS, maliyet, ekipman gereksinimi, veri toplama süresi, uygulama alanı, çevresel koşullar, veri ayrıntısı ve güvenilirlik açısından karşılaştırılmıştır.

Tablo 3. EEG, fMRI, fNIRS ve Geleneksel Yöntemlerin Karşılaştırılması

Metodoloji	Geleneksel Yöntemler	fNIRS	EEG	fMRI
Maliyeti	Yüz yüze anketlerle kıyaslandığında, özellikle internet tabanlı anketlerin uygulanma maliyeti oldukça düşüktür	Maliyeti yüksektir. Katılımcı ve personel giderleri, laboratuvar ve ekipman kullanımı gibi ek maliyetler	Maliyeti yüksektir. Katılımcı ve personel giderleri, laboratuvar ve ekipman kullanımı gibi ek maliyetler	Maliyeti yüksektir. Katılımcı ve personel giderleri, laboratuvar ve ekipman kullanımı gibi ek maliyetler
Veri Toplama Süreci	Anketin uzunluğuna göre birkaç dakika	Dakikalarca/saatlerce	Dakikalarca/saatlerce	Dakikalarca/saatlerce
Veri detayı	Sorular, dikkat dağınıklığını ve atlama olasılığını önlemek için kısa ve odaklı yanıtlar	Ayrıntılı bilgi	Ayrıntılı bilgi	Ayrıntılı bilgi
Veri güvenilirliği	Katılımcının tutumuna bağlıdır. Tanımlanamaz ve ölçülemez.	Yüksek güvenilirliğe sahiptir.	Yüksek güvenilirliğe sahiptir.	Yüksek güvenilirliğe sahiptir.
Ekipman	Bilgisayarlara ek donanım gerekmektedir.	fNIRS makinesi, bilgisayar, veri toplama için yardımcı	EEG makinesi, bilgisayar, veri toplama için yardımcı	fMRI makinesi, bilgisayar, veri toplama için yardımcı
Çevre koşulları	Doğal	Laboratuvar ortamı	Laboratuvar ortamı	Laboratuvar ortamı
Uygulama alanı	Limitsizdir. Araştırmaya göre coğrafi kısıt olabilir.	Limitlidir. Deneye katılım için laboratuvara gidilmelidir. EEG'ye göre daha fazla hareket kolaylığı sağlar.	Limitlidir. Deneye katılım için laboratuvara gidilmelidir. Ayrıca hareket etmeye karşı duyarlıdır.	Katılımcıların laboratuvara gitmesi gerekli olduğundan limitlidir. Ayrıca katılımcılar sırt üstü yatırılarak sabit şekilde deneye alınır.

Kaynak: (Stasi vd., 2018, s. 660; Akpur, 2021, s. 119; Teleanu vd., 2019) uyarlanmıştır.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Yeme eylemi, gıdaların duyuşal özelliklerinin birleşerek bütüncül bir algı oluşturduğu çok boyutlu bir süreçtir. Lezzet, tat, koku, doku, görsel ve işitsel ipuçlarının bir araya getirilmesini ifade etmektedir (Auvray & Spence, 2008). Gastronomi ve nörogastronomi, duyuşlar arası uyumun önemini vurgular. Lezzet, dilde değil, beyinde duyuşların etkileşimiyle oluşan bir algıdır.

Taşınabilirliği, invaziv olmaması ve düşük maliyeti nedeniyle EEG ve fNIRS, beyin aktivitelerinin izlenmesinde en yaygın kullanılan teknolojilerdendir (Khan vd., 2021).

Nörogastronomi araştırmalarının, duyuşal ve deneysel yönleriyle öne çıkan yeme-içme davranışlarının incelendiği turizm sektörü açısından önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Tat, koku, doku gibi duyuşal uyarımların beyindeki karşılıklarını ölçme olanağı sunan nörogastronomi, tüketici deneyiminin nörobilişsel düzeyde anlaşılmasını sağlar. Böylece, gastronomik ürün ve hizmetlerin algılanan kalite, memnuniyet ve tercih üzerindeki etkilerini objektif biçimde değerlendirme imkânı sunarken hem uygulayıcılara hem de araştırmacılara duyuşal deneyimlerin nörolojik temellerini incelemede yeni bir bakış açısı kazandırır.

fNIRS, fMRI'ye göre daha taşınabilir, kullanımı kolay ve doğal ortamlarda ölçüm yapmaya elverişli bir teknolojidir. fMRI'nin manyetik alan gereksinimi, hareket kısıtlaması ve yüksek maliyet gibi sınırlamaları bulunurken; fNIRS düşük maliyeti, taşınabilirliği ve kablolu ölçüm imkânıyla özellikle doğal ortamlarda beyin aktivitesini incelemede daha uygundur (Ferrari & Quaresima, 2012, s. 932).

EEG'nin fMRI'ye göre en büyük avantajı, beyin aktivitesindeki milisaniyelik değişimleri tespit edebilmesidir. Buna karşılık, fMRI'nin temelini oluşturan BOLD yanıtı birkaç saniye sürer (Morey, 2018, s. 248). EEG, daha esnek deneysel tasarımlar sunar ve taşınabilir cihazlarla laboratuvar dışında

da ölçüm yapılabilir (Stasi vd., 2018, s. 656). Bu yönüyle EEG ve fNIRS, invaziv olmamaları, hareketlilikleri ve esneklikleri sayesinde araştırmalarda giderek daha fazla tercih edilmektedir (Li vd., 2022, s. 2).

Bu çalışma, nörogastrominin özellikle turizm ve gastromi alanlarında duyuşal deneyimlerin nörobilimsel temellerini anlamadaki potansiyelini ortaya koymaktadır. Lezzet algısının yalnızca dilde değil, beynin farklı duyuşal ve bilişsel bölgelerinin etkileşimiyle oluştuğı gerçeğı, bu alanda nörobilimsel yöntemlerin önemini artırmaktadır. Tat, koku, doku ve görşellik gibi çoklu duyuşal uyarımların beyindeki yansımalarını nesnel biçimde değerlendirmeyi sağlayan fNIRS, nörogastromi araştırmaları için önemli bir araçtır. İnvaziv olmaması, taşınabilirliği, doğal ortamlarda uygulanabilirliği ve düşük maliyeti sayesinde fNIRS, özellikle saha temelli çalışmalar için (örneğin turistik restoranlar veya sokak lezzetleri deneyimleri) önemli avantajlar sunmaktadır.

Nörogastromi, gelişmekte olan bir alan olduğundan, literatürde henüz sınırlı sayıda çalışmayla temsil edilmektedir. Ancak gastromi turizminin artan önemi ve destinasyon farklılaşmasında yerel mutfakların stratejik rolü göz önüne alındığında, bu alanda yürütülecek nörobilim temelli araştırmaların değeri giderek artmaktadır. fNIRS gibi teknolojiler sayesinde turistlerin gastromik deneyimlere verdikleri nörobilişsel tepkiler daha hassas ve objektif biçimde ölçülebilecek, bu da gastromi turizmi politikaları ve pazarlama stratejilerinin daha veriye dayalı hale gelmesine katkı sağlayacaktır.

Bu bağlamda, gelecekte yapılacak araştırmalarda şu öneriler ön plana çıkmaktadır:

fNIRS uygulamaları doğal ortamlarda yaygınlaştırılmalıdır. Turistik restoranlar, otel mutfakları ve açık hava gastromi etkinlikleri gibi ortamlarda fNIRS'in saha temelli kullanımı, tüketicilerin gerçek zamanlı duyuşal tepkilerini ölçmede önemli bir potansiyele sahiptir. Ayrıca, nörogastromi araştırmalarına yönelik teorik bir çerçeve geliştirilmelidir. Henüz kurumsallaşma aşamasında olan bu alan için gastromi, turizm ve nörobilim disiplinleri arasında köprü kuracak modellerin oluşturulması gerekmektedir.

Turizm destinasyonlarında nörobilim temelli duyuşal haritalama uygulanabilir. fNIRS kullanılarak turistlerin farklı lezzet deneyimlerine verdikleri beyin tepkileri analiz edilip destinasyonlara özgü "duyuşal beyin haritaları" oluşturulabilir. Bu haritalar, nörogastromi çalışmalarına ve gastromik marka kimliğinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Kültürel farklılıkların nörobilim temelli olarak incelenmesi desteklenmelidir. Tat ve lezzet algısındaki kültürler arası farklılıklar fNIRS ile sistematik biçimde karşılaştırılarak, nörogastromi ve gastromi turizminde kültürel uyum stratejileri geliştirilebilir.

Nörogastrominin akademik ve uygulamalı alanlarda yaygınlaştırılması da önemlidir. Bu potansiyel dikkate alınarak, üniversitelerde ilgili derslerin açılması, araştırma laboratuvarlarının ve uygulama merkezlerinin kurulması teşvik edilmelidir.

Sonuç olarak, nörogastromi ile fNIRS teknolojisinin entegrasyonu, gastromi turizmi bağlamında hem akademik araştırmalara hem de sektörel uygulamalara yeni bir perspektif kazandırmaktadır. Bu doğrultuda yürütülecek disiplinler arası çalışmalar, bilimsel bilginin derinleşmesine ve turizm destinasyonlarının rekabet gücünün artmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Etik Standartlara Uyum

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Onayı: Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Etik

Kurulu'nun 14.06.2024 tarih ve E.129912 sayılı (45/30) kararı ile onaylanmıştır.

Finansal Destek Beyanı: Bu çalışma için Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığı (Proje No: 160-2023) tarafından desteklenmiştir.

Teşekkür: Çalışma sürecindeki teknik destekleri için Think Neuro'ya içtenlikle teşekkür ederim. Ayrıca, bu çalışmaya sağladığı finansal destek için Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na da şükranlarımı sunarım (Proje No: 160-2023).

Kaynakça

- Abhang P.A., Gawali B.W., & Mehrotra S.C. (2016). Chapter 1—Introduction to Emotion, Electroencephalography and Speech Processing. In: Abhang P.A., Gawali B.W., Mehrotra S.C., editors. Introduction to EEG- and Speech-Based Emotion Recognition. Academic Press; Cambridge, MA, USA: 2016. pp. 1–17.
- Akpur, A. (2021). Turizmde Nöropazarlama Uygulamaları: Super Bowl Reklamları Örneği Doktora Tezi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Asano, H. (2015). The Estimation of Taste Preference Based on Prefrontal Cortex Activity. In: Stephanidis, C. (eds) HCI International 2015 - Posters' Extended Abstracts. HCI-2015. Communications in Computer and Information Science, vol528. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21380-4_119
- Auvray, M., & Spence, C. (2008). The multisensory perception of flavor. *Consciousness and Cognition*, 17(3), 1016–1031. doi:10.1016/j.concog.2007.06.005
- Bembich, S., Lanzara, C., Clarici, A., Demarini, S., Tepper, B. J., Gasparini, P., & Grasso, D. L. (2010). Individual differences in prefrontal cortex activity during perception of bitter taste using fNIRS methodology. *Chemical senses*, 35(9), 801–812. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjq080>
- Berčík, J., Paluchová, J., & Neomániová, K. (2021). Neurogastronomy as a tool for evaluating emotions and visual preferences of selected food served in different ways. *Foods*, 10(2), 354.
- Berger, H. (1929). Über das elektroencephalogramm des menschen. *Arch. Für Psychiatr. Und Nervenkrankh.* 87:527–570. doi: 10.1007/BF01797193
- Chong, J. S., Lu, C.-K., & Tang, T.B. (2019). Study of Emotional State Effect on Decision Making by Using fNIRS. *IEEE International Circuits and Systems Symposium*.
- Cui, Z., Wu, B., Blank, I., Yu, Y., Gu, J., Zhou, T., & Liu, Y. (2023). TastePeptides-EEG: An ensemble model for umami taste evaluation based on electroencephalogram and machine learning. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(36), 13430-13439.
- Çakır, M.P., Çakar, T., & Girişken, Y. (2015). Neural Correlates of Purchasing Behavior in the Prefrontal Cortex: An Optical Brain Imaging Study. *Cog.Sci*, 297-302.
- De Wijk R.A., Kaneko, D., Dijksterhuis, G.B., van Bergen, G., Vingerhoeds, M.H., Visalli, M., & Zandstra, E.H. (2022) A preliminary investigation on the effect of immersive consumption contexts on food-evoked emotions using facial expressions and subjective ratings. *Food Quality and Preference* 90.
- De Wijk, R.A., Kaneko, D., Dijksterhuis, G.B., van Zoggel, M., Schiona, I., Visalli, M., & Zandstra, E.H. (2019). Food perception and emotion measured over time in-lab and in-home. *Food Quality and Preference*, 75, 170-178.

- Ferrari, M., & Quaresima, V. (2012). A brief review on the history of human functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) development and fields of application. *NeuroImage*, 63(2), 921–935. doi:10.1016/j.neuroimage.2012.03.049
- Fishburn, F.A., Norr, M.E., Medvedev, A.V., & Vaidya, C.J. (2014). Sensitivity of fNIRS to Cognitive State and Load. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(76), 1-11. doi:10.3389/fnhum.2014.00076
- Hsu, L., & Chen, Y.-J. (2020). Music and Wine Tasting: An Experimental Neuromarketing Study. *British Food Journal*, 122(8), 2725-2737. doi:10.1108/BFJ-06-2019-0434
- Hu, C., Kato, Y., & Luo, Z. (2013, December). An fNIRS study of taste cortical areas in human brain: Sweetness and sourness. In *Proceedings of the 2013 IEEE/SICE International Symposium on System Integration* (pp. 556-561). IEEE.
- Julca-Infantes, S., Cruz-Tirado, J. P., & Izaguirre-Torres, D. (2023). Emotions and visual preferences of consumers towards native and classic potato (*Solanum tuberosum*) chips: Comparative study using neurogastronomy and neuromarketing. *Scientia Agropecuaria*, 14(2).
- Kaneko, D., Toet, A., Brouwer, A. M., Kallen, V., & van Erp, J. B. F. (2018). Methods for Evaluating Emotions Evoked by Food Experiences: A Literature Review. *Frontiers in psychology*, 9, 911. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00911
- Keleş, E., & Kol, E. (2015). An Overview of the Brain Imaging Techniques from the Education Perspective. *İlköğretim Online*, 14(1), 349-363.
- Khan, M. (2006). *Consumer Behavior and Advertising Management*. New Delhi: New Age International (P) Ltd., Publishers.
- Khan, H., Naseer, N., Yazidi, A., Eide, P. K., Hassan, H. W., & Mirtaheri, P. (2021). Analysis of Human Gait Using Hybrid EEG-fNIRS-Based BCI System: A Review. *Frontiers in human neuroscience*, 14, 613254. https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.613254
- Kumar, V., Nayyar, G., & Koneti C. (2024). Exploring the Use of Neuromarketing Techniques in Digital Advertising: Insights from 2024., Vol.4 No.3, https://doi.org/10.52783/jier.v4i3.1474
- Lee, N., Brandes, L., Chamberlain, L., & Senior, C. (2017). This is Your Brain on Neuromarketing: Reflections on a Decade of Research. *Journal of Marketing Management*, 33(11), 878-892. doi:10.1080/0267257X.2017.1327249
- Laves, K., Mehlhose, C., & Risius, A. (2023). Sensory measurements of taste: Aiming to visualize sensory differences in taste perception by consumers—An experiential fNIRS Approach. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 35(5), 582-602.
- Li, R., Yang, D., Fang, F., Hong, K. S., Reiss, A. L., & Zhang, Y. (2022). Concurrent fNIRS and EEG for Brain Function Investigation: A Systematic, Methodology-Focused Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(15), 5865. https://doi.org/10.3390/s22155865
- Lim, W. M. (2018). Demystifying neuromarketing. *Journal of business research*, 91, 205-220.
- Mai, J., Li, S., Wei, Z., & Sun, Y. (2025). Implicit Measurement of Sweetness Intensity and Affective Value Based on fNIRS. *Chemosensors*, 13(2), 36. https://doi.org/10.3390/chemosensors13020036
- Maeda, K., Togo, R., Ogawa, T., Adachi, S.-i., Yoshizawa, F., & Haseyama, M. (2022). Trial Analysis of the Relationship between Taste and Biological Information Obtained While Eating Strawberries for Sensory Evaluation. *Sensors*, 22(23), 9496. https://doi.org/10.3390/s22239496

- Mengual-Recuerda, A., Tur-Viñes, V., Juárez-Varón, D., & Alarcón-Valero, F. (2021). Emotional Impact of Dishes versus Wines on Restaurant Diners: From Haute Cuisine Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 96. doi:10.3390/joitmc7010096
- Meyerding, Stephan, G.H., He, X., & Bauer, A., (2024). Neuronal correlates of basic taste perception and hedonic evaluation using functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS), *Applied Food Research*, Elsevier, cilt.4, s.2, 100477, <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100477>
- Mignani, C., Matteo, V., Bailetti, L. I., Bonfini, M., & Cavicchi, A. (2019). Emotion in the glass: An innovative study to understand unconscious reactions in wine tasting. In C. Santini, & A. Cavicchi (Eds.), *Case Studies in the Wine Industry* (ss.101-114). Woodhead Publishing. doi:10.1016/B978-0-08-100944-4.00008-2
- Minematsu, Y., Ueji, K., & Yamamoto, T. (2018). Activity of frontal pole cortex reflecting hedonic tone of food and drink: FNIRS study in humans *Scientific Reports*, 8(1) (2018), p.16197, 10.1038/s41598-018-34690-3
- Morey, A. C. (2018). Electroencephalography in Communication Research: a Review of the Past and a Glimpse of Future Possibilities. *Annals of the International Communication Association*, 42(4), 243-269. doi: 10.1080/23808985.2018.1537723
- Muñoz-Leiva, F., & Gómez-Carmona, D. (2019). Sparking Interest in Restaurant Dishes? Cognitive and Affective Processes Underlying Dish Design and Ecological Origin. An fMRI Study. *Physiology & Behavior*(200), 116-129. doi:10.1016/j.physbeh.2018.06.017
- Okamoto, M., & Dan, I. (2007). Functional near-infrared spectroscopy for human brain mapping of taste-related cognitive functions. *Journal of bioscience and bioengineering*, 103(3), 207–215. <https://doi.org/10.1263/jbb.103.207>
- Okamoto, M., Dan, H., Singh, A. K., Hayakawa, F., Jurcak, V., Suzuki, T., & Dan, I. (2006). Prefrontal activity during flavor difference test: application of functional near-infrared spectroscopy to sensory evaluation studies. *Appetite*, 47(2), 220-232.
- Ono, Y. (2012, July). Prefrontal activity correlating with perception of sweetness during eating. In *2012 ICME International Conference on Complex Medical Engineering (CME)* (pp.125-130). IEEE.
- Özata Şahin, E. (2023). Gastronomide Güncel Bir Yaklaşım- Nörogastronomi: Science Direct Veri Tabanında Yayınlanan Makaleler Üzerine Bir İnceleme (A Current Approach to Gastronomy- Neurogastronomy: A Review of the Articles Published in Science Direct Database). *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 8(Special Issue 4), 168–178. <https://doi.org/10.21325/jotags.2020.677>
- Panksepp, J. (2015). *Afektif Nörobilim*. (S. Ünal, & V. K. Ölmeztoprak, Çev.) İstanbul: Alfa.
- Park, C., Looney, D., & Mandic, D. P. (2011, August). Estimating human response to taste using EEG. In *2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp.6331-6334). IEEE.
- Pinti, P., Tachtsidis, I., Hamilton, A., Hirsch, J., Aichelburg, C., Gilbert, S., & Burgess, P. W. (2018). The Present and Future Use of Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) for Cognitive Neuroscience. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 5-29. doi:10.1111/nyas.13948
- Ruanguttamanun, C. (2014). Neuromarketing: I put myself into a fMRI scanner and realized that I love Louis Vuitton ads. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 148, 211-218.

- Rusková, A., Jurčičin, P., Berčík, J., Igarová, K., & Hudecová, M. (2024) Innovative Marketing Solutions for Exploring Consumer Behaviour in Choosing Healthier Food Alternatives. *Výkonný redaktor (Executive Editor)*, 193.
- Scholkmann, F., Kleiser, S., Metz, A. J., Zimmermann, R., Mata Pavia, J., Wolf, U., & Wolf, M. (2014). A review on continuous wave functional near-infrared spectroscopy and imaging instrumentation and methodology. *NeuroImage*, 85, 6–27. doi:10.1016/j.neuroimage.2013.05.004
- Songsamoe, S., Ngam, R. S., Koomhin, P., & Matan, N. (2019). Understanding Consumer Physiological and Emotional Responses to Food Products Using Electroencephalography (EEG). *Trends in Food Science & Technology*, 93, 167-173.
- Spence, C. (2012). Book Review: 'Neurogastronomy: how the brain creates flavor and why it matters' by Gordon M. Shepherd, *Flavour*.
- Stasi, A., Songa, G., Mauri, M., Ciceri, A., Diotallevi, F., Nardone, G., & Russo, V. (2018). Neuromarketing Empirical Approaches and Food Choice: A Systematic Review. *Food Research International*, 108, 650-664.
- Taş, B., & Şeker, Ş. E. (2017). Nöropazarlama ve Yönetim Bilişim Sistemleri. *YBS Ansiklopedi*, 4(2), 11-17.
- Teleanu, D. M., Chircov, C., Grumezescu, A. M., Volceanov, A. & Teleanu, R. I. (2019). Contrast Agents Delivery: An Up-to-Date Review of Nanodiagnosics in Neuroimaging. *Nanomaterials (Basel, Switzerland)*, 9(4), 542. <https://doi.org/10.3390/nano9040542>
- Uçuk, C., Percin, N. S., Cevik, C., Al, T., & Kara, I. (2025). Can the image of food mislead the brain? Neurogastronomy research with EEG and emotion recognition, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, V.39, 101097, ISSN:1878-450X, <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.101097>.
- Uçuk, C. (2022). Holistik Tabak: Nörogastromi, Gastrofizik ve Sinestezi Ekseninde, Yemek Sunumunun İnsanın Beğeni Algısına Olan Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi.
- Vozzi, V. R., & Babiloni, F. (2019). Mental workload during (un) familiar food tasting experiences. *Works in progress*, 54.
- Viomose, I., Møller, P., Laugesen, J. L., Schachtman, T. R., Manoharan, T., & Christoffersen, G. R. J. (2013). Appetitive long-term taste conditioning enhances human visually evoked EEG responses. *Behavioural Brain Research*, 253, 1–8. doi:10.1016/j.bbr.2013.06.033
- Yang, T., Zhang, P., Hu, J., Xu, W., Jiang, W., Feng, R., & Yang, Y. (2024). Exploring the neural correlates of fat taste perception and discrimination: Insights from electroencephalogram analysis. *Food Chemistry*, 450, 139353.
- Yücel, A., & Çubuk, F. (2014). Bir Nöropazarlama Araştırmasının Deneysel Yolculuğu ve Araştırmanın İlk İpuçları. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(2), 122-139.
- Yılmaz, H. ve Arıkan Dünder, A. (2019). Gastronomi Tarihi, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 3213, Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 2084.
- Yurt, İ. (2022). Güncel Bir Yaklaşım Nörogastromi: Bibliyometrik Analiz Yöntemi ile Ele Alınması. Paper presented at the I. International Tourism and Culinary Conference.

EXTENDED SUMMARY

Research Problem

Neurogastronomy is an interdisciplinary field that investigates how sensory experiences, particularly taste, are processed in the brain. Despite its growing relevance, research integrating neuroscience and gastronomy remains limited. This study addresses the gap by evaluating the applicability of three major neuroimaging methods—EEG, fMRI, and fNIRS—in measuring cognitive responses during gastronomic experiences.

Research Questions

1. How applicable are EEG, fMRI, and fNIRS techniques in neurogastronomy research?
2. What advantages and limitations do these methods present in naturalistic gastronomic settings?
3. How can fNIRS contribute to the future of sensory and tourism research?

Literature Review

Neurogastronomy is defined as a discipline that explores the neural foundations of flavor perception and sensory experience (Spence, 2012; Yurt, 2022). Understanding how taste and olfactory stimuli are processed in the brain provides valuable insights into consumer behavior and sensory preferences. Neuroimaging techniques such as fMRI, EEG, and fNIRS enable objective measurement of these processes. While fMRI offers high spatial resolution and EEG provides high temporal accuracy, fNIRS has gained attention due to its portability, cost-effectiveness, and suitability for use in naturalistic environments (Ferrari & Quaresima, 2012).

Existing studies mainly focus on the neural responses to taste, aroma, and food presentation; however, few have examined these processes within a tourism or gastronomy context. Thus, neurogastronomy remains an underexplored yet promising field for understanding consumer experience in gastronomy and tourism.

Methodology

A qualitative approach using descriptive analysis was applied to neurogastronomy studies published between 2005 and 2025. Eighteen applied neuroimaging studies and twelve fNIRS-based taste evaluation studies were examined using databases such as TR Dizin, Scopus, and Science Direct.

Discussion and Conclusions

Findings reveal that EEG and fNIRS are the most functional tools for studying food-related brain activity. fNIRS, in particular, allows for real-time observation of hemodynamic responses in natural settings, highlighting its methodological advantages. The study concludes that integrating fNIRS into gastronomy provides both scientific and practical benefits, supporting deeper understanding of sensory processing, consumer behavior, and experiential gastronomy. Future research should develop interdisciplinary models bridging neuroscience, gastronomy, and tourism to enhance data-driven innovation.



T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Kurulu



Sayı : E-26428519-050.99-126455
Konu : Etik Kurul Kararı 44/8 (Hakan TEKİN)

24.05.2024

Sayın Prof. Dr. Burhanettin ZENGİN

Etik Kurul'un 17.05.2024 tarih ve 44 No'lu toplantısında almış olduğu sekizinci maddesine (Madde 8) ilişkin karar örneği aşağıda sunulmuştur.

Madde 8- Hakan TEKİN'in 16.05.2024 tarihli ve 126173 sayılı dilekçesi ve ekleri görüşmeye açıldı.

Yapılan görüşmeler sonunda; Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı Hakan TEKİN'in Prof. Dr. Burhanettin ZENGİN danışmanlığında hazırladığı "**Benzer İçerik ve Tekniklerle Hazırlanmış Yiyeceklerin Nörogastromi Kapsamında Duyusal Analizi**" başlıklı çalışmasının dil bilgisi kuralları çerçevesinde yeniden hazırlanması gerektiğinden Etik açıdan **uygun olmadığına** toplantıya katılan kurul üyelerinin **oy birliği** ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Taki DEMİR
Kurul Başkanı

Ek: Başvuru Evrakları

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu :BSRBPHHNYS Pin Kodu :72413

Belge Takip Adresi :
https://ebys.subu.edu.tr/enVision/Validate_Doc.aspx?eD=BSRBPHHNYS&eS=126455

Adres:Etik Kurulu
Telefon No:0 264 616 00 09 Faks No:0 264 616 00 14
e-Posta:etik@subu.edu.tr Elektronik Ağ:www.subu.edu.tr
Kep Adresi:sakaryauygulamalibilimler@hs01.kep.tr

Bilgi için: Rabia SARIBIYIK
Unvanı: Birim Evrak Sorumlusu

