Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 13(s2): 3529-3537, 2025
DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v13is2.3529-3537.8110

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology

Available online, ISSN: 2148-127X | www.agrifoodscience.com | Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP)

Consumer Attitudes Towards the Use of CRISPR Gene Editing Technology in Food: Knowledge Level, Expectations, and Concerns

Feray Gençer Bingöl[1,a,*], Ahsennur Sarıkaya[1,b], Esile Kaynar[1,c], Beyza Sude Tabakoğlu[1,d], Gizem Yılmaz[1,e], Şule Tak[1,f]

[1]*Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition and Dietetics, 15030, Burdur, Türkiye.*
[*]*Corresponding author*

ARTICLE INFO

Research Article

Received : 17.07.2025
Accepted : 25.08.2025

Keywords:
CRISPR Technology
Gene Editing
Food Neophobia
Nutrition Literacy
Food Technology Neophobia

ABSTRACT

Gene editing is the technology of making specific changes to the genome of living organisms, essentially for customizing genetic structure. This cross-sectional study examined consumer knowledge, expectations, and concerns regarding the use of CRISPR gene editing technology in foods. Data were collected through an online survey assessing knowledge, expectations, concerns, food neophobia, food technology neophobia, and nutritional literacy regarding CRISPR technology. The study included 1201 young adults (aged 18-40). Among participants, 87.8% had not heard of CRISPR technology, and 55.0% were open to trying a food produced with this technology. The regression model showed that the level of expectation regarding CRISPR technology decreased as age, food neophobia, and food technology neophobia increased, while the level of expectation increased as nutritional literacy increased. The level of concern regarding CRISPR technology increased as food neophobia, food technology neophobia, and nutrition literacy increased. These results suggest that CRISPR technology is still not well-known in society, but neophobia decreases expectations and increases concerns about this technology. Therefore, to increase consumer acceptance, there is a need not only to improve general nutrition literacy but also to develop knowledge-based and targeted communication strategies specific to CRISPR technology

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 13(s2): 3529-3537, 2025

CRISPR Gen Düzenleme Teknolojisinin Besinlerde Kullanımına Yönelik Tüketici Tutumları: Bilgi Düzeyi, Beklentiler ve Endişeler

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 17.07.2025
Kabul : 25.08.2025

Anahtar Kelimeler:
CRISPR Teknolojisi
Gen Düzenleme
Besin Neofobisi
Beslenme Okuryazarlığı
Besin Teknolojisi Neofobisi

ÖZ

Gen düzenleme, canlı bir organizmanın genomunda spesifik değişiklikler yapma ve temelde genetik yapısını özelleştirme teknolojisidir. Bu kesitsel çalışmada, CRISPR gen düzenleme teknolojisinin besinlerde kullanımına yönelik tüketicilerin bilgi düzeyi, beklentileri ve endişeleri incelemiştir. Çalışma verileri, CRISPR teknolojisine dair bilgiler, beklentiler, endişeler, besin neofobisi, gıda teknolojisi neofobisi ve beslenme okuryazarlığını değerlendiren bir çevrimiçi anket aracılığıyla toplanmıştır. Çalışmaya 1201 genç yetişkin (18-40 yaş) dahil edilmiştir. Katılımcıların %87,8'i CRISPR teknolojisini duymadığını ve %55,0'ı bu teknoloji ile üretilmiş bir besini denemeye açık olduğunu belirtmiştir. Regresyon modeli, yaş, besin neofobisi ve gıda teknolojisi neofobisi arttıkça CRISPR teknolojisine dair beklenti düzeyinin azaldığını, beslenme okuryazarlığı arttıkça ise beklenti düzeyinin arttığını göstermiştir. Besin neofobisi, gıda teknolojisi neofobisi ve beslenme okuryazarlığı arttıkça ise CRISPR teknolojisine dair endişe düzeyi artmaktadır. Bu bulgular, CRISPR teknolojisinin toplumda hala yeterince tanınmadığını, ancak neofobinin bu teknolojiye yönelik beklentileri azalttığını ve endişeleri arttığını göstermektedir. Dolayısıyla, tüketici kabulünü artırmak için yalnızca genel beslenme okuryazarlığını geliştirmeye değil, CRISPR teknolojisine özgü bilgi temelli ve hedeflenmiş iletişim stratejileri geliştirilmeye ihtiyaç duyulmaktadır.

[a] fgencer@mehmetakif.edu.tr https://orcid.org/0000-0001-5754-7208
[b] aahsensarikayaa@gmail.com https://orcid.org/0009-0004-5198-4596
[c] esile_33@outlook.com https://orcid.org/0009-0005-1733-1070
[d] tabakoglubeyzasude@gmail.com https://orcid.org/0009-0004-6602-9145
[e] gizem2003yilmaz@icloud.com https://orcid.org/0009-0004-9169-5457
[f] suletak08@gmail.com https://orcid.org/0009-0009-8474-1925

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Dünya genelinde yaşanan hızlı nüfus artışı, enerji kaynaklarındaki azalma, doğal kaynakların kontrolsüz kullanımı ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunlar küresel gıda üretimini önemli düzeyde etkilemektedir (Hemalatha et al., 2023). Özellikle gıda üretimi, iklim değişikliğine karşı oldukça savunmasızdır ve bu durum ürün verimliliğinde azalma gibi sonuçlara yol açmaktadır. Gıda güvencesinin sağlanması ve insanlığın sürdürülebilirliği açısından bu riskler göz önünde bulundurulduğunda, iklim değişikliğine karşı önlem alma gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Hayaloğlu, 2019). Bu bağlamda, iklim değişikliğinin etkilerini azaltarak gıda güvencesini olumlu etkilemeyi amaçlayan modern biyoteknolojik yaklaşımlar ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda öne çıkan ve bu amaç doğrultusunda kullanılarak gıda üretiminde önemli fırsatlar sunan yenilikçi yöntemlerden biri de Düzenli Aralıklarla Bölünmüş Polindromik Tekrar Kümeleri/Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR) sistemiyle gerçekleştirilen genom düzenleme teknolojisidir. CRISPR, bir organizmanın genomunu hem kalıcı hem de kalıtsal bir şekilde değiştirmek için kullanılan bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır (Ndudzo et al., 2024).

CRISPR, bakterilerin viral enfeksiyonlara karşı geliştirdiği adaptif bağışıklık sistemi temel alınarak geliştirilen, genetik materyalde hedefe yönelik değişiklikler yapılmasına olanak tanıyan yenilikçi bir gen düzenleme teknolojisidir. CRISPR sistemi, Cas9 adlı bir endonükleaz enzimi ve ona rehberlik eden kısa bir RNA dizisinden oluşmaktadır. Bu kompleks, hedef DNA dizisini tanıyıp çift sarmal kesisi yaparak genetik değişikliklerin gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır (Jinek et al., 2012). Klasik genetik modifikasyon yöntemlerinin aksine CRISPR, kendi DNA'sı üzerinde belirli bir bölgeyi hedef alarak kesme, silme veya düzeltme yapma imkânı sunmaktadır. Dış gen aktarımı gerektirmemesi nedeniyle bu durum CRISPR'ı Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO) teknolojilerinden ayırmaktadır (Ahmad et al., 2023). CRISPR teknolojisi, özellikle gıda ve tarım sektöründe ürün kalitesini ve güvenliğini artırmaya yönelik çeşitli uygulamalarda etkin şekilde kullanılmaktadır (Zhang et al., 2017). Domates gibi ürünlerde raf ömrünün uzatılması (Yu et al., 2017), tahıllarda mikro besin ögesi içeriğinin artırılması (Chen et al., 2024), ayrıca alerjen proteinlerin elimine edilmesi (Chakraborty & Wylie, 2024) CRISPR teknolojisinin çalışıldığı önemli konular arasında yer almaktadır. Bu tür uygulamalar hem gıda israfını azaltma hem de beslenme kalitesinin iyileştirilmesi potansiyeline sahiptir.

CRISPR, geleneksel genetik modifikasyon tekniklerine göre daha fazla hedefe yönelik, hızlı ve hassas bir tekniktir. Klasik GDO uygulamalarında çoğunlukla farklı türlerden gen aktarımı yapılırken, CRISPR ile organizmanın kendi genomu içinde düzenlemeler gerçekleştirilmektedir (Ishii & Araki, 2017). Bu yönüyle CRISPR, daha doğal bir müdahale yöntemi olarak değerlendirilse de genetik yapıya doğrudan müdahale etmesi nedeniyle etik ve güvenlik tartışmalarını da beraberinde getirmektedir. Özellikle teknolojinin insan genetiğine uygulanma potansiyeli ve mülkiyet/patent konuları kamuoyunda tartışmalı alanlar yaratmaktadır. Dolayısıyla, CRISPR tabanlı yeniliklerin toplumla şeffaf biçimde paylaşılması ve etik çerçevelerin netleştirilmesi, teknolojinin kabulü açısından büyük önem taşımaktadır (Ayanoğlu et al., 2020).

Sosyal engeller, özellikle tüketici kabulü, gen düzenleme teknolojisinin yaygın uygulamalarını ve ticarileşmesini kısıtlayabilmektedir. Tüketicilerin gen düzenleme hakkında bilgi eksikliği, kavram yanılgılarının kolayca yayılmasıyla birlikte güvensizliği de beraberinde getirmektedir (Ortega et al., 2022). Yeni biyoteknolojik uygulamaların yaygınlaşması, yalnızca bilimsel etkinlikleriyle değil, toplumsal kabul düzeyiyle de yakından ilişkilidir. Özellikle CRISPR gibi henüz kamuoyunda yeterince tanınmayan teknolojilerde, tüketici algısı ve bilgi düzeyi kabul üzerinde belirleyici olmaktadır. Bireylerin teknolojik bilgi eksikliği ve doğal olmama gibi risk algılarının CRISPR teknolojisine yönelik tereddüt ve endişeleri artırdığı gösterilmektedir (Yamaguchi et al., 2024). Diğer yandan gen düzenleme hakkında bilgi sahibi olan bireylerin teknolojiye daha olumlu yaklaştığı ve bilginin teknoloji kabulü üzerindeki etkisinin zamanla güçlendiği ortaya koyulmuştur. Bu nedenle, tüketici bilgilendirme süreçleri ve şeffaf iletişim stratejileri, CRISPR teknolojisinin gıda sistemlerinde toplumsal kabulünü artırmada kritik rol oynamaktadır (Sato et al., 2024).

Besin neofobisi, bireylerin yeni ve alışılmadık besinlere karşı endişe ve korku duymasıdır. Bu bireyler bilinen ve güvenli kabul edilen gıdalara yönelme eğilimindedir. (Siddiqui et al., 2022). Gıda teknolojisi neofobisi ise, yenilikçi üretim yöntemlerine karşı duyulan güvensizlik ve reddetme halidir (Cox & Evans, 2008). Her iki neofobi türü de CRISPR teknolojisi gibi yenilikçi gıda üretim teknolojilerine karşı toplumun yaklaşımını etkileyerek toplum tarafından kabul edilebilirliği zorlaştıran faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır (Wendt & Weinrich, 2023). Bu noktada bireylerin bilgiye dayalı karar verebilme becerileri önem kazanmaktadır ve beslenme okuryazarlığı sürecin temel bileşenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Beslenme okuryazarlığı, bireylerin sağlıklı beslenme bilgisine ulaşma, anlama, değerlendirme ve uygulama becerisini ifade eden çok boyutlu bir kavramdır (Silva et al., 2023). Beslenme okuryazarlığı ve beraberinde bilimsel bilgiyi anlama ve uygulama becerisi, bireylerin CRISPR gibi yeni teknolojilere karşı daha bilinçli ve rasyonel bir tutum geliştirmesinde önemli bir diğer kavramdır (Sato et al., 2024; Yamaguchi et al., 2024).

Bu çalışma, CRISPR gen düzenleme teknolojisinin besinlerde kullanımına yönelik tüketici tutumunu değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Genetik müdahalelere yönelik tutumları etkileyebilecek bireysel faktörler arasında yer alan besin neofobisi, gıda teknolojisi neofobisi ve beslenme okuryazarlığı düzeyleri bu kapsamda incelenmiştir. Yeni nesil genetik teknolojilerin toplumsal düzeyde benimsenebilmesi için tüketici algılarının anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda çalışma, CRISPR teknolojisine yönelik bilgi, beklenti ve endişelerin çok boyutlu olarak değerlendirilmesiyle literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Tasarımı ve Katılımcılar

Bu çalışma, CRISPR gen düzenleme teknolojisinin besinlerde kullanımına yönelik tüketici tutumunu değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın evrenini Türkiye'de yaşayan 18-40 yaş arası genç yetişkin tüketiciler oluşturmaktadır. Çalışmaya, çevrim içi anket formunu doldurabilecek dijital okuryazarlığa sahip gönüllü bireyler dâhil edilmiştir. Bu doğrultuda, katılımcıların dijital okuryazarlık düzeyleri göz önünde bulundurularak amaçlı örnekleme (purposive sampling) yöntemi tercih edilmiştir. Etki büyüklüğü:0,58, α:0,05 ve toplam örneklem büyüklüğü 1201 olan post hoc güç analizi sonucunda istatistiksel güç (1–β) yaklaşık %100 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma için Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan 03/12/2024 tarihinde GO 2024/833 numaralı karar ile onay alınmıştır.

Araştırma Verilerinin Toplanması

Araştırma verileri çevrimiçi bir anket formu (Google Forms) aracılığıyla toplanmıştır. Katılımcılar telefon ve e-posta yoluyla çalışmaya davet edilmiştir. Anket genel bilgiler, sağlık durumu, CRISPR teknolojisi hakkında bilgi, CRISPR teknolojisine yönelik beklentiler ve endişeler, besin neofobisi, gıda teknolojisi neofobisi ve beslenme okuryazarlığı olmak üzere 7 bölümden oluşmaktadır.

Anketin ilk bölümünde, katılımcılar hakkında yaş, cinsiyet ve eğitim durumu dahil olmak üzere genel bilgiler toplanmıştır. İkinci bölümde, katılımcılara tıbbi olarak tanı konmuş herhangi bir hastalığının bulunup bulunmadığı sorulmuştur. Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı bireylerin beyanına göre alınmıştır. Beden kütle indeksi (BKİ), vücut ağırlığının kilogram (kg) cinsinden değerinin, boy uzunluğunun karesine (m^2) bölünmesi ile hesaplanmıştır (World Health Organization, 2021). Üçüncü bölümde, öncelikle CRISPR teknolojisi hakkında bilgi sahibi olma durumları sorulmuş ve ardından CRISPR teknolojisi hakkında verilen kısa bilgi ise; "CRISPR insan, bitki ve hayvanlarda genetik materyali yüksek hassasiyetle kesip değiştirebilmeyi sağlayan bir gen düzenleme teknolojisidir. Bu teknoloji sayesinde daha sağlıklı, daha sürdürülebilir ve daha güvenli besinler üretmek hedeflenmektedir. Türkiye'de şu anda CRISPR teknolojisiyle genetiği düzenlenmiş besinlerin direkt olarak tüketime sunulduğu bir üretim bulunmamaktadır. Ancak bu teknoloji üzerine araştırmalar yapılmaktadır."

Dördüncü bölümde, CRISPR teknolojisine yönelik beklenti ve endişeleri belirlemeye yönelik sorular yer almaktadır. Bu bölümde sorulan sorular yapılan önceki çalışmalarda yer alan sorulardan uyarlanarak oluşturulmuştur (Bearth et al., 2024; Macall et al., 2023; Vasquez et al., 2022). Bu bölümde yer alan sorular 5'li Likert ölçeği (1: kesinlikle katılmıyorum, 5: kesinlikle katılıyorum) ile değerlendirilmiştir. 5. bölümde Besin Neofobisi Ölçeği (BNÖ), 6. bölümde Gıda Teknolojisi Neofobi Ölçeği (GTNÖ) ve 7. bölümde Genç Yetişkinler İçin Beslenme Okuryazarlığı Ölçeği (GYBOÖ) kullanılmıştır.

Besin Neofobisi Ölçeği

Besin Neofobisi Ölçeği, 1992 yılında Pliner ve Hobden tarafından besin neofobisini tanımlamak için psikometrik bir araç olarak geliştirilmiştir (Pliner & Hobden, 1992). Çalışmanın Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Duman ve arkadaşları tarafından 2020 yılında yapılmıştır (Duman et al., 2020). Ölçek 5 olumlu ve 5 olumsuz olmak üzere toplam 10 maddeden oluşmaktadır ve 7'li Likert ölçeği ile değerlendirilmektedir (7 puan: Kesinlikle katılıyorum, 1 puan: Kesinlikle katılmıyorum). Ölçekteki 1, 4, 6, 9 ve 10 numaralı olumsuz maddeler ters çevrilerek puanlanmakta olup, toplam ölçek puanı 10 ile 70 puan aralığında sonuçlanmaktadır.

Gıda Teknolojisi Neofobi Ölçeği

Gıda Teknolojisi Neofobi Ölçeği, bireylerin gıda teknolojilerindeki yeniliklerden duyduğu korkuyu değerlendirmek amacıyla 2008 yılında Cox ve Evans tarafından geliştirilmiştir (Cox & Evans, 2008). Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Özmert Ergin ve Güzel tarafından yapılmıştır. Toplam 13 maddeden oluşmaktadır ve 7'li Likert ölçeği ile değerlendirilmektedir. Ölçekte yer alan 10, 11, 12 ve 13. maddeler ters kodlanmaktadır. Ölçekten en az 13 puan ve en fazla 91 puan alınmaktadır. Daha yüksek puanlar daha fazla gıda teknolojisi korkusu anlamına gelmektedir (Özmert Ergin & Güzel, 2024).

Genç Yetişkinler İçin Beslenme Okuryazarlığı Ölçeği

Genç Yetişkinler için Beslenme Okuryazarlığı Ölçeği 2023 yılında Jules Vrinten ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (Vrinten et al., 2023). Türkçe geçerlilik ve güvenirlik çalışması Koç ve arkadaşları tarafından 2024 yılında yapılmıştır. Toplam 11 madde ve iki alt boyuttan oluşmaktadır. Maddeler 5'li Likert ölçeğiyle değerlendirilmektedir (1: Kesinlikle katılmıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum). Ölçekten en az 11 puan ve en fazla 55 puan alınmaktadır (Koc et al., 2024).

İstatiksel Analiz

Araştırmanın verileri SPSS® 26.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın kategori edilebilen verileri sayı (S) ve yüzde (%) şeklinde, sayısal verileri ise ortalama (X) ve standart sapma (SS) olarak belirtilmiştir. Verilerin normal dağılım durumu görsel ve analitik yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde verilerin normal dağılım gösterip göstermemesine göre parametrik veya parametrik olmayan testler uygulanmıştır. CRISPR teknolojisine yönelik beklenti ve endişeleri etkileyen faktörleri araştırmak amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Katılımcıların tanımlayıcı bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin %60,6'sı kadın ve %39,4'ü erkektir. Katılımcıların %50,6'sı üniversite mezunudur. Katılımcıların yaş ortalaması 23,8±4,65 yıl ve BKİ ortalaması 24,1±4,28 kg/m^2 olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Katılımcıların tanımlayıcı bilgileri
Table 1. Descriptive information of participants

	S	%
Cinsiyet		
Kadın	728	60,6
Erkek	473	39,4
Eğitim durumu		
İlkokul	31	2,6
Lise	530	44,1
Üniversite	608	50,6
Lisansüstü	32	2,7
Kronik hastalık varlığı		
Evet	171	14,3
Hayır	1030	85,7
Çalışma durumu		
Çalışıyor	427	35,6
Çalışmıyor	774	64,4
Yaşadığı yer		
Kentsel	994	82,8
Kırsal	207	17,2
	X	SS
Yaş (yıl)	23,8	4,65
Boy uzunluğu (cm)	169,6	9,06
Vücut ağırlığı (kg)	69,8	15,25
BKİ (kg/m^2)	24,1	4,28

BKİ, Beden Kütle İndeksi

Çizelge 2. Katılımcıların CRISPR teknolojisi hakkında bilgileri
Table 2. Knowledge about CRISPR technology of participants

	S	%
CRISPR teknolojisini duyma durumu		
Evet	147	12,2
Hayır	1054	87,8
CRISPR teknolojisini bilme durumu		
Evet	131	10,9
Hayır	1070	89,1
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş bir besini deneme isteği		
Evet	661	55,0
Hayır	540	45,0
GDO terimini duyma durumu		
Evet	1063	88,5
Hayır	138	11,5
CRISPR teknolojisinin GDO teknolojisi olduğunu düşünme		
Evet	639	53,2
Hayır	562	46,8
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besin grubunu/gruplarını tüketme tercihi*		
Süt ve süt ürünleri	385	32,0
Et ve et ürünleri	386	32,1
Tahıllar		
Kuru baklagiller	244	20,3
Meyveler	380	31,6
Sebzeler		
Yağlı tohumlar	122	0,9
Hiçbiri	413	34,3
Etikette CRISPR teknolojisi ile üretildiğini görme durumunda ürün alım kararı		
Olumlu karar	332	27,6
Olumsuz karar	370	30,8
Etkisiz karar	499	41,5

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Çizelge 2'de katılımcıların CRISPR teknolojisi hakkında farkındalıkları ve tutumlarına dair bilgilere yer verilmiştir. Katılımcıların %87,8'i CRISPR teknolojisini duymadığını, %89,1'i ise bu teknolojiyi bilmediğini belirtmiştir. Katılımcıların %55,0'ı CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinleri deneyebileceğini belirtmiştir. Katılımcıların %88,5'i GDO terimini duyduğunu belirtirken, %53,2'si CRISPR teknolojisini GDO teknolojisi olarak değerlendirmiştir. Ürün etiketinde CRISPR teknolojisi ile üretildiğini görme durumunda katılımcıların %27,6'sı olumlu karar, %30,8'i olumsuz karar vereceğini belirtmiştir.

Çizelge 3'te katılımcıların CRISPR teknolojisine karşı beklentileri ve endişelerine dair analizlere yer verilmiştir. Katılımcıların CRISPR teknolojisine yönelik beklenti düzeyleri (5'li Likert ölçeğine göre) ortalama 3,5±0,86 ve endişe düzeyleri ortalama 3,3±0,89 olarak bulunmuştur. Beklentiler arasında en yüksek puan ve olumlu tutum "CRISPR teknolojisi ile böceklere daha dayanıklı mahsuller üretilebilir." ve "CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinlerin dayanıklılığı artarak israf azalır." maddelerinde gözlenmiştir. Ancak diğer maddelerde ve ortalama beklenti değerlerinde de katılımcıların CRISPR teknolojisine ilişkin beklentilerinin yüksek olduğu ($t=19,954$; $p<0.05$) görülmektedir. Endişeler arasında en yüksek puan ve olumlu tutum "CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler beklenmedik yan etkiye ve alerjiye neden olabilir." ve "CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler doğal değildir." maddelerinde gözlenmiştir. Ancak diğer maddelerde ve ortalama endişe değerlerinde de katılımcıların CRISPR teknolojisine ilişkin endişelerinin yüksek olduğu ($t=12,621$; $p<0.05$) görülmektedir. Endişeler arasında sadece "CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler helal değildir." maddesinde anlamlı düzeyde bir yüksek endişe bildirilmemiştir ($t=0,636$; $p>0.05$).

Çizelge 4'te katılımcıların BNÖ, GTNÖ ve GYBOÖ ölçek skorları sunulmuştur. Katılımcıların BNÖ skoru ortalaması 39,3±8,63, GTNÖ skoru ortalaması 51,8±12,77 ve GYBOÖ skoru ortalaması 40,4±8,18 olarak bulunmuştur.

Beklentilerin ve endişelerin tahmini için çoklu doğrusal regresyon modeline Çizelge 5'te yer verilmiştir. Yaş (β = -0,078, p = 0,004), besin neofobisi (β = -0,068, p = 0,008), gıda teknolojisi neofobisi (β = -0,408, p = 0,000) ve çalışmama durumu (β = -0,071, p = 0,012) arttıkça CRISPR teknolojisine dair beklenti düzeyi azalmaktadır. Beslenme okuryazarlığı (β = 0,237, p = 0,000) arttıkça ise CRISPR teknolojisine dair beklenti düzeyi artmaktadır. BKİ, cinsiyet, eğitim durumu ve hastalık varlığı değişkenlerinin beklentiler üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$). Besin neofobisi (β = 0,144, p = 0,000), gıda teknolojisi neofobisi (β = 0,120, p = 0,000) ve beslenme okuryazarlığı (β = 0,230, p = 0,000) arttıkça CRISPR teknolojisine dair endişe düzeyi artmaktadır. Kadınların endişe düzeyi erkeklere göre anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur (β = -0,078, p = 0,009). Yaş, BKİ, eğitim durumu, hastalık varlığı ve çalışma durumu değişkenlerinin endişeler üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 3. Katılımcıların CRISPR teknolojisine karşı beklentileri ve endişeleri
Table 3. Expectations and concerns about CRISPR technology of participants

	X	SS	T2B	t	p
Beklentiler					
CRISPR teknolojisi besin sürdürülebilirliğine katkı sağlar.	3,6	0,98	%59,2	22,808	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler daha sağlıklıdır.	3,3	1,07	%40,1	8,659	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler daha hijyeniktir.	3,4	1,03	%44, 4	12,793	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler güvenilirdir.	3,3	1,05	%42,8	10,873	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilen mahsullerde zirai ilaç kullanımı azalır.	3,5	1,00	%53,9	18,051	0,000
CRISPR teknolojisi ile böceklere daha dayanıklı mahsuller üretilebilir.	3,7	0,98	%60,8	23,339	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinlerin besin değeri artar.	3,4	1,05	%48,6	14,682	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinlerin dayanıklılığı artarak israf azalır.	3,6	1,00	%61,3	22,189	0,000
CRISPR teknolojisi kullanılan ürünlerde verimliliği artırması nedeniyle dünyadaki gıda sorunu çözülebilir.	3,6	1,05	%58,0	18,930	0,000
Ortalama	3,5	0,86		19,954	0,000
Endişeler					
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler etik değildir.	3,2	1,11	%38,2	6,013	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler helal değildir.	3,0	1,13	%31,5	0,636	0,525
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler güvenli değildir.	3,2	1,10	%37,5	6,137	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler ekonomik değildir.	3,2	1,04	%33,8	5,191	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler doğal değildir.	3,5	1,11	%53,6	16,110	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinlere ulaşım zor olacaktır.	3,3	1,07	%42,6	9,759	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinlerin uzun vade tüketiminde sağlık sorunları yaratabilir.	3,5	1,04	%47,7	15,481	0,000
Bitki ve hayvan türlerinin genetiği ile oynandığında çevreye geri döndürülemez zararlar verilir.	3,5	1,05	%48,9	14,781	0,000
CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinler beklenmedik yan etkiye ve alerjiye neden olabilir.	3,6	1,04	%55,2	19,982	0,000
Ortalama	3,3	0,89		12,621	0,000

Test değeri 3 olarak kabul edilmiştir. T2B (top 2 box), 5'li likert ölçeğinde en iyi iki seçenek (olumlu yanıtlar) özetlenmiştir.

Çizelge 4. Katılımcıların BNÖ, GTNÖ ve GYBOÖ skorları
Table 4. BNÖ, GTNÖ, and GYBOÖ scores of participants

	X	SS
BNÖ	39,3	8,63
GTNÖ	51,8	12,77
GYBOÖ	40,4	8,18

BNÖ, Besin Neofobisi Ölçeği; GTNÖ, Gıda Teknolojisi Neofobisi Ölçeği; GYBOÖ, Genç Yetişkinler için Beslenme Okuryazarlığı Ölçeği

Çizelge 5. Beklentilerin ve endişelerin tahmini için çoklu doğrusal regresyon modeli
Table 5. Multiple linear regression model for predicting expectations and concerns

	Beklentiler				Endişeler			
Bağımsız değişkenler	β	SE	t	p	β	SE	t	p
Yaş (yıl)	-0,078	0,005	-2.869	0,004	-0,036	0,006	-1,169	0,243
BKİ (kg/m^2)	-0,003	0,005	0.130	0,896	0,020	0,006	0,696	0,487
BNÖ	-0,068	0,003	-2,675	0,008	0,144	0,003	5,040	0,000
GTNÖ	-0,408	0,002	-15,805	0,000	0,120	0,002	4,123	0,000
GYBOÖ	0,237	0,003	9,476	0,000	0,230	0,003	8,116	0,000
Cinsiyet	-0,008	0,047	-0.283	0,777	-0,078	0,054	-2,598	0,009
Eğitim durumu	-0,008	0,036	-0,312	0,755	-0,011	0,042	-0,384	0,701
Hastalık varlığı	-0,039	0,061	-1,597	0,111	-0,038	0,070	-1,382	0,167
Çalışma durumu	-0,071	0,051	-2,513	0,012	-0,051	0,059	-1,606	0,108
	Adjusted R^2: 0,291				Adjusted R^2: 0,094			

Cinsiyet değişkeni (1: Erkek, 2: Kadın) ve eğitim durumu değişkeni (1: İlkokul, 2: Lise, 3: Üniversite, 4: Lisansüstü) kategorik olarak değerlendirilmiştir.; BKİ, Beden Kütle İndeksi; BNÖ, Besin Neofobisi Ölçeği; GTNÖ, Gıda Teknolojisi Neofobisi Ölçeği; GYBOÖ, Genç Yetişkinler için Beslenme Okuryazarlığı Ölçeği

Tartışma

Besinlerin üretiminde genetik teknolojilerin kullanımı, küresel gıda güvenliği, tarımsal verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu teknolojiler arasında yer alan CRISPR gen düzenleme teknolojisi, organizmalarda hedefe yönelik ve hassas genetik değişiklikler yapılmasına olanak tanıyan yenilikçi bir yöntemdir. Besin üretiminde CRISPR teknolojisinin kullanımı, ürün kalitesinin artırılması, hastalıklara dayanıklılığın geliştirilmesi ve tarımsal kaynakların daha verimli kullanılması gibi pek çok potansiyel fayda sunmaktadır. Ancak, genetik müdahale içeren teknolojilere yönelik etik, sağlık ve güvenlik temelli endişeler, tüketici kabulü üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. CRISPR teknolojisinin henüz yaygın biçimde tüketime sunulmamış olması, tüketicilerin gerçek deneyim eksikliği nedeniyle algıların bilgi, tutum ve önyargılar üzerinden şekillenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, CRISPR temelli besinlere yönelik tüketici beklentilerinin ve endişelerinin anlaşılması, bu teknolojinin gelecekte gıda sistemine nasıl entegre edileceğini ve toplum tarafından nasıl karşılanacağını belirlemek açısından kritik öneme sahiptir.

CRISPR teknolojisi ile ilgili bilgi sahibi olma oranı, toplumda bu yenilikçi gen düzenleme yöntemine ilişkin farkındalık düzeyini yansıtmaktadır. Yapılan bu çalışmada bilgilendirme öncesi katılımcıların %87,8'inin CRISPR teknolojisini daha önce duymadığı, %89,1'inin ise CRISPR teknolojisi hakkında bilgi sahibi olmadığı görülmüştür. Kosta Rika'da yetişkinler üzerinde yapılan bir çalışmada katılımcıların %96'sı bu konuda hiçbir şey duymadığını veya okumadığını belirtmiştir (Macall et al., 2023). Kosta Rika'da üniversite öğrencilerinde yapılan başka bir çalışmada ise yalnızca %11'inin konuyu duyduğu veya kısmen okuduğu bildirilmiştir (Arias-Salazar et al., 2020). Şili'de yapılan bir çalışmada ise genetik biyoteknolojik tanımlamalardan en az bilineninin %33,8 ile CRISPR olduğu bildirilmiştir (Tadich & Escobar-Aguirre, 2022). Beş ülke verisine dayanan başka bir çalışmada katılımcıların %45,1'inin gen düzenleme terimini duyduğu, %92,5'inin ise genetik modifikasyon terimini duyduğu ifade edilmiştir (Busch et al., 2022). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde genel nüfus arasında gen düzenleme teknolojileri hakkında bilgi düzeyinde kısmi farklılıklar dikkat çekmektedir. CRISPR'ın bilimsel çevrelerde geniş yankı uyandırmasına karşın, genel toplumda bu teknolojiye dair bilgi düzeyinin yine de sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durum, teknolojinin henüz günlük yaşamla doğrudan ilişkili alanlarda yeterince görünür olmamasıyla açıklanabilir.

Diğer yandan genetik modifikasyon ya da GDO teriminin, uzun yıllardır süregelen kamu tartışmaları, medya yansımaları ve toplumsal söylemler nedeniyle toplumda daha yüksek düzeyde bilinirliğe sahip olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmada, katılımcıların %88,5'i GDO terimini duyduğunu belirtirken, %53,2'si CRISPR teknolojisini GDO ile aynı teknoloji olarak değerlendirmiştir. Bu durum, literatürde de vurgulandığı üzere, CRISPR'a yönelik toplumsal algının çoğu zaman GDO kapsamında şekillendiğini göstermektedir. Doxzen ve Henderson, kamuya yönelik bilgilendirme oturumlarında dinleyicilerin CRISPR ile düzenlenmiş ürünleri GDO kapsamında değerlendirdiğini ve bu karışıklığın bilim insanları tarafından da fark edilerek iletişim stratejilerinde dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştır (Doxzen & Henderson, 2020).

Yeni gıda teknolojilerinin toplumda kabul görmesi, tüketicilerin bu ürünleri deneme veya tüketme konusundaki istekliliğiyle ilişki göstermektedir. Yapılan bu çalışmada katılımcıların %55,0'ı CRISPR teknolojisi ile üretilmiş bir besini deneme konusunda istekli olduğunu belirtmiştir. Bu oran, teknolojiye yönelik düşük bilgi düzeyine rağmen, potansiyel kabul açısından dikkat çekicidir. ABD, Kanada, Belçika, Fransa ve Avustralya'da katılımcıların sırasıyla %56, %47, %46, %30 ve %51'i hem genetik modifikasyon hem de CRISPR teknolojisi ile üretilen besinleri tüketeceklerini belirtmiştir. Katılımcılar CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besinleri tüketmeye GDO'lu besinlerle benzer, geleneksel besinlere göre ise önemli ölçüde daha az pozitif yaklaşım göstermiştir (Shew et al., 2018). Bu bulgular, CRISPR teknolojisine yönelik temkinli fakat umut vadeden bir tüketici yaklaşımını işaret etmektedir.

Yeni nesil biyoteknolojilerin toplum tarafından nasıl algılandığını anlamak için, bireylerin CRISPR teknolojisine yönelik hem beklentilerini hem de taşıdıkları endişeleri analiz etmek önem taşımaktadır. Bu çalışmanın bulguları CRISPR teknolojisinin özellikle tarımsal üretimde verimliliğin artırılması, ürün dayanıklılığının sağlanması ve gıda israfının azaltılması gibi konularda toplum nezdinde olumlu bir beklentiye sahip olduğunu göstermektedir. Katılımcılar, özellikle "böceklere dayanıklı mahsuller üretilmesi" ve "besinlerin dayanıklılığını artırarak israfın azaltılması" gibi somut faydalara odaklanmakta ve bu doğrultuda teknolojiye daha olumlu yaklaşmaktadır. Buna karşın, sağlık ve doğallıkla ilgili kaygılar dikkat çekici bir şekilde öne çıkmaktadır. "Beklenmedik yan etkiler ve alerji" ile "doğal olmama" endişeleri, teknolojiye yönelik olumsuz tutumda belirleyici faktörler arasında yer almaktadır. Bu endişelerin temelinde, genetik müdahalelerin uzun vadeli etkilerine dair belirsizlikler ile teknolojinin doğaya müdahale eden bir süreç olarak algılanması yatmaktadır. Kanada'da katılımcılar, CRISPR teknolojisinin sağladığı faydaları büyük ölçüde benimsemekle birlikte, sağlıklı ve orijinal bitkilerin kaybı gibi çevre riskleri konusunda kararsız bir tutum sergilemiştir (Vasquez et al., 2022). Kosta Rika'da yapılan çalışmada, katılımcıların çoğunluğu ülkede ürün üretimini artıracağı (%66,0), ekonomiyi iyileştireceği (%63,7), ailelerine (%60,7) ve çevreye (%57,4) fayda sağlayacağını düşündüklerini belirtmiştir. Ancak besin kalitesi, fiyat ve pazarda ulaşabilme konularında endişelerini bildirmişlerdir (Gatica-Arias et al., 2019). Yang ve Hobbs çalışmasında gen düzenlemenin kabulü için toplumsal tepkileri düzenlemede yalnızca bilgi eksikliklerini gidermenin yeterli olmayabileceğini belirtmiştir. Genel olarak bilim ve teknolojiye yönelik tutumlar, tarımsal biyoteknolojiyle ilgili önceden var olan risk/fayda algıları ve insani değerlerin toplumsal tepkide etkin olduğuna dikkat çekilmiştir. Bu durum, toplumun yenilikçi biyoteknolojilere yönelik tutumlarında, fayda-risk dengesinin önemine dikkat çekmektedir (Yang & Hobbs, 2020).

Demografik özellikler, tüketici tutumlarını şekillendiren önemli belirleyiciler arasında yer almaktadır. Genetiği düzenlenmiş et ürünleri ile ilgili tüketici tutumunu değerlendiren bir çalışmada bu çalışmanın aksine erkeklerin kadınlara kıyasla daha olumlu bir tutum gösterdiği bildirilmiştir (Martin-Collado et al., 2022). Bu durum cinsiyetin CRISPR gibi yeni teknolojilere yaklaşımda kültürel veya bölgesel faktörlerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca yapılan bu çalışmada olduğu gibi yaş azaldıkça bu teknolojilere karşı olumlu tutumun arttığı, ancak eğitim düzeyinin genetiği düzenlenmiş et ürünlerine yönelik tutumu etkilemediği ifade edilmiştir (Martin-Collado et al., 2022). Her iki çalışmada da yaş değişkeninin, genetiği düzenlenmiş besinlere yönelik tutum ve beklentiler üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Bu benzerlik, genç kuşakların yeni teknolojilere adaptasyonunun daha yüksek olduğunu ve yeniliklere karşı daha esnek bir yaklaşım benimsediklerini göstermektedir.

CRISPR gibi yenilikçi gıda teknolojilerine yönelik tüketici tutumları yalnızca demografik faktörlerle değil, psikolojik ve bilişsel özelliklerle de şekillenmektedir. Bu bağlamda, besin neofobisi, gıda teknolojisi neofobisi ve beslenme okuryazarlığı gibi değişkenler, bireylerin teknolojiye karşı geliştirdiği tutum ve yaklaşımları anlamada önemli bir çerçeve sunmaktadır. Yapılan bu çalışmada besin neofobisi ve gıda teknolojisi neofobisi arttıkça CRISPR teknolojisine yönelik beklenti düzeyi negatif, endişe düzeyi pozitif yönde değişmektedir. Bu durum, bireylerin yeni besinlere veya yenilikçi gıda teknolojilerine karşı duyduğu korkuların, yeni teknolojilerin toplumsal kabulünü sınırlayabileceğine işaret etmektedir. Vasquez ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, Kanadalı tüketiciler arasında genetiği düzenlenmiş ürünleri tüketme isteği, neofobik ve neofilik tercihlerle güçlü bir şekilde ilişkili bulunmuştur. GTNÖ skoruna göre sınıflanan katılımcılar arasında neofobikler bu ürünleri tüketmeye isteksizken, neofilikler kararsız olduklarını bildirmiştir (Vasquez et al., 2022). Benzer şekilde Parrella ve arkadaşları da gıda teknolojisi neofobisinin gen düzenleme teknolojisi ile üretilmiş besinlere karşı tutumu negatif etkilediğini belirtmiştir (Parrella et al., 2024). Bu çerçevede değerlendirildiğinde, bireysel düzeyde neofobik eğilimlerin, genetiği düzenlenmiş besinlerin benimsenmesinde önemli bir engel oluşturduğunu söylemek mümkündür.

Beslenme okuryazarlığı açısından incelendiğinde ise; bu çalışmada da beslenme okuryazarlığının hem beklenti düzeyini hem de endişe düzeyini artırdığı görülmüştür. Bilimsel bilgi düzeylerine göre katılımcı tutumlarının değerlendirildiği bir çalışmada moleküler biyoloji uzmanları, gen düzenleme ve genetik modifikasyon gibi yeni teknolojileri diğer katılımcılardan daha faydalı ve daha az riskli olarak değerlendirmiştir. Genel halk ise gen düzenlemeye genetik modifikasyona kıyasla biraz daha olumlu yaklaşmıştır. Diğer alanlardaki uzmanlar ise beklentiler konusunda moleküler biyoloji uzmanlarına, risk konusunda ise genel halka benzer tutumlar sergilemiştir. Bilim okuryazarlığı, genel halkın yeni teknolojilerle üretilmiş ürünlerden beklentilerine yönelik algısını etkilerken, risk ve değer algılarını anlamlı şekilde etkilememiştir (Kato-Nitta et al., 2019). Bu farklılık, okuryazarlığın türüne ve içeriğine bağlı olarak bireylerin yeni gıda teknolojilerine ilişkin tutumlarının değişebileceğine işaret etmektedir.

Çalışmanın Sınırlamaları

Bu çalışmanın güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır. CRISPR teknolojisinin besinlerde kullanımına yönelik tüketici tutumları üzerine sınırlı sayıda araştırma olması göz önüne alındığında, bu çalışma birden fazla değişken arasındaki karmaşık ilişkileri inceleme fırsatı sunmaktadır. Bilgi düzeyi, beklenti ve endişelere ek olarak, besin neofobisi, gıda teknolojisi neofobisi ve beslenme okuryazarlığı gibi bireysel eğilimlerin de değerlendirilmesi, elde edilen bulguların daha kapsamlı yorumlanmasına olanak tanımaktadır. Çalışmanın geniş bir örneklem üzerinden yürütülmesine karşın belirli bir demografik gruba (yaş, eğitim durumu veya coğrafi bölge) odaklanması, elde edilen sonuçların genellenebilirliğini sınırlayabilir. Verilerin çevrimiçi anket aracılığıyla toplanmış olması örneklemde dijital erişimi olan bireylerin ağırlıkta olması gibi sınırlılıklar içermektedir. CRISPR teknolojisi hakkında katılımcıların bilgi düzeyinin düşük olması, verilen yanıtların varsayımlara dayanabileceğini göstermektedir. Ayrıca, katılımcılar daha önce CRISPR teknolojisi ile üretilmiş besin tüketmedikleri için, beklenti ve endişeleri gerçek tüketim davranışlarını tam olarak yansıtmayabilir. Endişeler üzerine kurulmuş regresyon modelinin bağımlı değişkendeki varyansın yalnızca %9,4'ünü açıklaması, modelde yer almayan başka önemli faktörlerin de tüketici tutumlarını etkileyebileceğine işaret etmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada CRISPR gen düzenleme teknolojisinin besinlerde kullanımına yönelik tüketici tutumu bilgi düzeyi, beklentiler, endişeler ve bireysel eğilimler bağlamında değerlendirmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğunun CRISPR teknolojisini daha önce duymamış olması, toplumun bu gen düzenleme teknolojisi hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, katılımcıların çoğunluğunun bu teknolojiyle üretilmiş bir besini denemeye açık olduğunu belirtmesi, bilgilendirme ve farkındalık çalışmalarının potansiyel etkisine dikkat çekmektedir. Çalışma sonuçları yaş, besin neofobisi ve gıda teknolojisi neofobisinin beklenti düzeyini olumsuz etkilediğini, beslenme okuryazarlığının ise beklentiyi artırdığını göstermiştir. Öte yandan, besin neofobisi, gıda teknolojisi neofobisi ve beslenme okuryazarlığı arttıkça CRISPR teknolojisine yönelik endişe düzeyinin arttığı görülmüştür. Bu bulgular, bilgi artışının beklentileri yükseltmekle birlikte bazı bireylerde endişeyi de tetikleyebileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, tüketici kabulünü artırmak için yalnızca genel beslenme okuryazarlığını geliştirmek yeterli değildir. CRISPR teknolojisine özgü, şeffaf ve güven temelli hedeflenmiş iletişim stratejilerine ihtiyaç vardır. Bu tür stratejiler hem bilgi eksikliğini gidermede hem de yeni nesil gıda teknolojilerine yönelik bilinçli tutumların geliştirilmesinde önemli rol oynayacaktır.

Beyanlar

Etik kurul onayı

Bu çalışma için Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan 03/12/2024 tarihinde GO 2024/833 numaralı karar ile onay alınmıştır.

Yazar katkıları

F.G.B. araştırmanın fikri, metodolojisi, danışmanlığı, analizleri ve makalenin yazımında görev almıştır. *A.S., E.K., B.S.T., G.Y. ve Ş.T.* araştırmanın metodolojisi, veri toplanması ve analizlerinde görev almıştır. Tüm yazarlar makalenin son halini okuyup onaylamıştır.

Çıkar çatışması

Yazarların herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenen 1919B012475464 başvuru numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Sağladıkları destek için teşekkür ederiz. Veri toplama sürecindeki katkılarından dolayı Hafize Dinleten, Fatma Selma Yılmaz, Serkan Erden ve Aleyna Naz Dişli'ye teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

Ahmad, A., Jamil, A., & Munawar, N. (2023). GMOs or non-GMOs? The CRISPR Conundrum. *Frontiers in Plant Science*, *Volume 14-2023*. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1232938

Arias-Salazar, A., Madrigal-Pana, J., Valdez-Melara, M., & Gatica-Arias, A. (2020). Attitudes Towards Genome Editing Among University Students in Costa Rica. *Ciencia y Tecnologia*, *35*, 1+. https://link.gale.com/apps/doc/A628405162/IFME?u=anon~bea36fff&amp

Ayanoğlu, F. B., Elçİn, A. E., & Elçİn, Y. M. (2020). Bioethical issues in genome editing by CRISPR-Cas9 technology. *Turkish Journal of Biology*, *44*(2), 110–120. https://doi.org/10.3906/biy-1912-52

Bearth, A., Otten, C. D., & Cohen, A. S. (2024). Consumers' perceptions and acceptance of genome editing in agriculture: Insights from the United States of America and Switzerland. *Food Research International*, *178*, 113982. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.113982

Busch, G., Ryan, E., von Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2022). Citizen views on genome editing: effects of species and purpose. *Agriculture and Human Values*, *39*(1), 151–164. https://doi.org/10.1007/s10460-021-10235-9

Chakraborty, A., & Wylie, S. J. (2024). Gene editing for allergen amelioration in plants – A review. *Plant Gene*, *40*, 100476. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.plgene.2024.100476

Chen, F., Chen, L., Yan, Z., Xu, J., Feng, L., He, N., Guo, M., Zhao, J., Chen, Z., Chen, H., Yao, G., & Liu, C. (2024). Recent advances of CRISPR-based genome editing for enhancing staple crops. *Frontiers in Plant Science*, *Volume 15-2024*. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1478398

Cox, D. N., & Evans, G. (2008). Construction and validation of a psychometric scale to measure consumers' fears of novel food technologies: The food technology neophobia scale. *Food Quality and Preference*, *19*(8), 704–710. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.04.005

Doxzen, K., & Henderson, H. (2020). Is This Safe? Addressing Societal Concerns About CRISPR-Edited Foods Without Reinforcing GMO Framing. *Environmental Communication*, *14*(7), 865–871. https://doi.org/10.1080/17524032.2020.1811451

Duman, E., Akçil Ok, M., & Keser, A. (2020). Adaptation of The Food Neophobia Scale Into Turkish: Validity and Reliability Study. *Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *6*(2), 157–161. https://doi.org/10.30934/kusbed.643038

Gatica-Arias, A., Valdez-Melara, M., Arrieta-Espinoza, G., Albertazzi-Castro, F. J., & Madrigal-Pana, J. (2019). Consumer attitudes toward food crops developed by CRISPR/Cas9 in Costa Rica. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, *139*(2), 417–427. https://doi.org/10.1007/s11240-019-01647-x

Hayaloğlu, P. (2019). İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *9*(25), 51–62.

Hemalatha, P., Abda, E. M., Shah, S., Venkatesa Prabhu, S., Jayakumar, M., Karmegam, N., Kim, W., & Govarthanan, M. (2023). Multi-faceted CRISPR-Cas9 strategy to reduce plant based food loss and waste for sustainable bio-economy – A review. *Journal of Environmental Management*, *332*, 117382. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117382

Ishii, T., & Araki, M. (2017). A future scenario of the global regulatory landscape regarding genome-edited crops. *GM Crops & Food*, *8*(1), 44–56. https://doi.org/10.1080/21645698.2016.1261787

Jinek, M., Chylinski, K., Fonfara, I., Hauer, M., Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2012). A Programmable Dual-RNA–Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity. *Science*, *337*(6096), 816–821. https://doi.org/10.1126/science.1225829

Kato-Nitta, N., Maeda, T., Inagaki, Y., & Tachikawa, M. (2019). Expert and public perceptions of gene-edited crops: attitude changes in relation to scientific knowledge. *Palgrave Communications*, *5*(1), 137. https://doi.org/10.1057/s41599-019-0328-4

Koc, M. C., Yildirim, E., Isik, O., Aksen, P., Talaghir, L.-G., & Zanfir, C. (2024). Turkish version of a short nutrition literacy scale for young adults: cultural adaptation and validation. *Frontiers in Nutrition*, *Volume 11-2024*. https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1422738

Macall, D. M., Madrigal-Pana, J., Smyth, S. J., & Gatica Arias, A. (2023). Costa Rican consumer perceptions of gene-editing. *Heliyon*, *9*(8), e19173. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19173

Martin-Collado, D., Byrne, T. J., Crowley, J. J., Kirk, T., Ripoll, G., & Whitelaw, C. B. A. (2022). Gene-Edited Meat: Disentangling Consumers' Attitudes and Potential Purchase Behavior. *Frontiers in Nutrition*, *Volume 9-2022*. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.856491

Ndudzo, A., Sibanda Makuvise, A., Moyo, S., & Bobo, E. D. (2024). CRISPR-Cas9 genome editing in crop breeding for climate change resilience: Implications for smallholder farmers in Africa. *Journal of Agriculture and Food Research*, *16*, 101132. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101132

Ortega, D. L., Lin, W., & Ward, P. S. (2022). Consumer acceptance of gene-edited food products in China. *Food Quality and Preference*, *95*, 104374. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104374

Özmert Ergin, S., & Güzel, A. (2024). The Food Technology Neophobia Scale: A Validity and Reliability Study in Turkish. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *13*(1), 8–18. https://doi.org/10.37989/gumussagbil.1271627

Parrella, J. A., Leggette, H. R., Lu, P., Wingenbach, G., Baker, M., & Murano, E. (2024). What's the beef with gene editing? An investigation of factors influencing U.S. consumers' acceptance of beef from gene-edited cattle. *Future Foods*, *10*, 100454. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100454

Pliner, P., & Hobden, K. (1992). Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. *Appetite*, *19*(2), 105–120. https://doi.org/10.1016/0195-6663(92)90014-W

Sato, A., Watanabe, D., & Saito, Y. (2024). Growing knowledge impact of gene-editing technology on public acceptance: a longitudinal analysis in Japan. *GM Crops & Food*, *15*(1), 411–428. https://doi.org/10.1080/21645698.2024.2435709

Shew, A. M., Nalley, L. L., Snell, H. A., Nayga, R. M., & Dixon, B. L. (2018). CRISPR versus GMOs: Public acceptance and valuation. *Global Food Security*, *19*, 71–80. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.10.005

Siddiqui, S. A., Zannou, O., Karim, I., Kasmiati, Awad, N. M. H., Gołaszewski, J., Heinz, V., & Smetana, S. (2022). Avoiding Food Neophobia and Increasing Consumer Acceptance of New Food Trends—A Decade of Research. *Sustainability*, *14*(16). https://doi.org/10.3390/su141610391

Silva, P., Araújo, R., Lopes, F., & Ray, S. (2023). Nutrition and Food Literacy: Framing the Challenges to Health Communication. *Nutrients*, *15*(22). https://doi.org/10.3390/nu15224708

Tadich, T., & Escobar-Aguirre, S. (2022). Citizens' attitudes and perceptions towards genetically modified food in Chile: Special emphasis in CRISPR technology. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, *54*, 1–8.

Vasquez, O., Hesseln, H., & Smyth, S. J. (2022). Canadian Consumer Preferences Regarding Gene-Edited Food Products. *Frontiers in Genome Editing*, *Volume 4-2022*. https://doi.org/10.3389/fgeed.2022.854334

Vrinten, J., Van Royen, K., Pabian, S., De Backer, C., & Matthys, C. (2023). Development and validation of a short nutrition literacy scale for young adults. *Frontiers in Nutrition*, *Volume 10-2023*. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1008971

Wendt, M.-C., & Weinrich, R. (2023). A systematic review of consumer studies applying the Food Technology Neophobia Scale: Lessons and applications. *Food Quality and Preference*, *106*, 104811. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104811

World Health Organization. (2021). *Body Mass Index- BMI*. https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations

Yamaguchi, T., Ezaki, K., & Ito, K. (2024). Exploring the landscape of public attitudes towards gene-edited foods in Japan. *Breeding Science*, *74*(1), 11–21. https://doi.org/10.1270/jsbbs.23047

Yang, Y., & Hobbs, J. E. (2020). Supporters or Opponents: Will Cultural Values Shape Consumer Acceptance of Gene Editing? *Journal of Food Products Marketing*, *26*(1), 17–37. https://doi.org/10.1080/10454446.2020.1715316

Yu, Q., Wang, B., Li, N., Tang, Y., Yang, S., Yang, T., Xu, J., Guo, C., Yan, P., Wang, Q., & Asmutola, P. (2017). CRISPR/Cas9-induced Targeted Mutagenesis and Gene Replacement to Generate Long-shelf Life Tomato Lines. *Scientific Reports*, *7*(1), 11874. https://doi.org/10.1038/s41598-017-12262-1

Zhang, H., Zhang, J., Lang, Z., Botella, J. R., & Zhu, J.-K. (2017). Genome Editing—Principles and Applications for Functional Genomics Research and Crop Improvement. *Critical Reviews in Plant Sciences*, *36*(4), 291–309. https://doi.org/10.1080/07352689.2017.1402989