

**ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLARININ TOPLU
BESLENME SİSTEMLERİNDE KULLANIM ALANLARI:
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAKIŞ AÇISI**

APPLICATIONS OF ALTERNATIVE PROTEIN SOURCES
IN FOOD SERVICE SYSTEMS: A SUSTAINABILITY
PERSPECTIVE

Aslıhan Özdemir
Zehra Büyüktuncer Demirel

Atıf Künyesi: Özdemir, A. ve Büyüktuncer Demirel, Z. (2024). Alternatif Protein Kaynaklarının Toplu Beslenme Sistemlerinde Kullanım Alanları: Sürdürülebilirlik Bakış Açısı. Şahin, K. (Ed.), *Alternatif Gıda Kaynakları* (s. 183-204) içinde. Ankara Basım Yayın

ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLARININ TOPLU BESLENME SİSTEMLERİNDE KULLANIM ALANLARI: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BAKIŞ AÇISI

Dr. Öğr. Üyesi Ashhan ÖZDEMİR

Prof. Dr. Zehra BÜYÜKTUNCER DEMİREL

Hacettepe Üniversitesi

Özet

Toplu beslenme sistemlerinde alternatif protein kaynaklarının değerlendirilmesi, menü planlama, besin temini ve atık yönetimi süreçlerini etkileyen önemli bir konudur. Geleneksel olarak menü planlamada hayvansal protein kaynakları ön plandayken, çevresel sürdürülebilirlik ve sağlık etkileri nedenleri ile alternatif protein kaynaklarına olan ilgi son yıllarda artmıştır. Bitki bazlı protein kaynakları, toplu beslenme sistemlerinde sıklıkla kullanılan ve tüketici kabulü yüksek olan seçenekler arasındadır. Kuru baklagiller, bitki bazlı proteinlerin önemli bir kaynağı olup, menülerde et alternatifi olarak kullanılabilir. Özellikle, kuru baklagillerin ikinci ve üçüncü kap yemeklerde yer alması, öğünün protein içeriğini artırır ve sürdürülebilirliği destekler. Tek hücreli mikroorganizmalardan elde edilen proteinler de önemli alternatifler arasında yer almaktadır. Yenilebilir böcekler, yüksek protein içerikleri ile dikkat çekmekle birlikte, tüketici kabulü konusunda engellerle karşılaşmaktadır. Hücre kültürü bazlı protein kaynakları, sürdürülebilir besin üretim yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntem, hayvansal üretimin çevresel etkilerini azaltabilir ve toplu beslenme sistemlerinde alternatif protein kaynaklarının kullanımını destekleyebilir. Toplu beslenme sistemlerinde atık yönetimi ve gıda israfının azaltılması, sürdürülebilir besin sistemine katkı sağlar. Atık yönetimi ve alternatif protein kaynaklarının değerlendirilmesinin bir arada ele alınması, toplu beslenmenin çevresel yükünün azaltılması ve kaynakların verimli kullanımını destekler.

Anahtar Kelimeler

*Alternatif Protein Kaynakları, Toplu Beslenme Sistemleri, Menü Planlama,
Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Besin Sistemleri*

APPLICATIONS OF ALTERNATIVE PROTEIN SOURCES IN FOOD SERVICE SYSTEMS: A SUSTAINABILITY PERSPECTIVE

Assist. Prof. Ashhan ÖZDEMİR
Prof. Dr. Zehra BÜYÜKTUNCER DEMİREL
Hacettepe University

Abstract

The evaluation of alternative protein sources in food service systems is an important issue affecting menu planning, food supply and waste management processes. Traditionally, animal-based protein sources have been prominent in menu planning, but interest in alternative protein sources has increased in recent years, driven by environmental sustainability and health considerations. Plant-based protein sources are widely used and well accepted options in food service systems. Legumes, as an important source of plant-based proteins, can be used as meat alternatives in menus. In particular, the inclusion of legumes in second and third course meals enhances protein content while supporting sustainability. Proteins derived from single-cell microorganisms are also important alternatives. Edible insects, despite their high protein content, face challenges in terms of consumer acceptance. Cell culture-based protein sources are emerging as a sustainable food production method. This method can reduce the environmental impact of animal production and promote the use of alternative protein sources in food service systems. Waste management and the reduction of food waste in food service systems contribute to a sustainable food system. Addressing waste management and evaluating alternative protein sources together supports the reduction of the environmental impact of food service and the efficient use of resources.

Keywords

*Alternative Protein Sources, Food Service Systems, Menu Planning,
Sustainability, Sustainable Food Systems*

GİRİŞ

Toplu beslenme, bireylerin genellikle ev dışında, başkaları tarafından hazırlanan yiyeceklerle beslenmesini ifade eden bir kavramdır. Bu beslenme şeklini gerçekleştiren uygulama, toplu beslenme sistemleri olarak adlandırılır. Günümüzde ev dışında beslenmenin yanı sıra, evlerde ve işyerlerinde farklı sipariş yöntemleriyle de toplu beslenme sistemlerinin kullanımı artmaktadır. Toplu beslenme hizmeti veren kuruluşlar genellikle ticari ve ticari olmayan kuruluşlar olarak iki ana kategoriye ayrılır. Restoranlar, oteller, askeri birimler, okullar, üniversiteler, hastaneler gibi çeşitli kurumlar bu kategorilere örnek olarak verilebilir. Bu kuruluşlar aracılığıyla toplu beslenme sistemleri, küresel gıda ve tarım endüstrisinin ekonomik olarak yaklaşık %40'ını oluşturarak, besin sistemlerini önemli ölçüde etkileme potansiyeli taşır. Ev dışında hazırlanan yiyeceklerin tüketim sıklığındaki artış, toplu beslenme sistemlerinin sağlıklı ve sürdürülebilir uygulamalar içermesi gerekliliğini artırmaktadır (Beyhan, 2018; Bilici, 2021).

Dünya genelinde canlıların ve gezegenin geleceğini tehdit eden pek çok sorunun temelinde, sağlıksız, sürdürülemez ve eşit olmayan besin sistemleri bulunmaktadır. Yetersiz ve dengesiz beslenmeye bağlı hastalık ve ölüm oranları artarken, besin sistemleri çevresel sürdürülebilirliği de ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir sağlıklı beslenme ve besin sistemleri kavramları, bireylere güvenilir ve besleyici besinleri ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan gelecek nesilleri tehlikeye atmadan ulaştırmayı amaçlamaktadır (Dünya Sağlık Örgütü, 2020). Toplu beslenme sistemlerinin, bu hedeflere ulaşmada önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Özellikle son 50 yılda dünya genelindeki nüfus artışı ve beslenme alışkanlıklarındaki değişim ile birlikte hayvansal protein tüketiminin hızla artması, sürdürülebilirlik açısından önemli sorunlar ortaya çıkarmıştır. Besin sistemlerinin ve tedarik zincirlerinin çevresel sürdürülebilirliğini değerlendirmek için yaşam döngüsü temelli yaklaşımların toplu beslenme sistemlerinde görece az kullanıldığı, ancak bu sistemlerin sürdürülebilirliği geliştirmede önemli rol oynadığı bilinmektedir (Takacs & Borrión, 2020).

Toplu beslenme hizmetleri, sürekli olarak işleyen bir döngü halinde verilmektedir. Bu döngünün merkezinde menü planlama bulunmaktadır. Menü planlama, mutfak ve yemekhane donanımı, standart yemek tarifelerinin geliştirilmesi ve uygulanması, besinlerin temini, depolama, hazırlık, servis ve atık yönetimi adımlarını içerir. Menü planlama aşaması, temel ilkeleri belli olmakla birlikte hizmet verilen hedef gruba göre değişiklik gösteren bir adımdır. Bu aşamada, bireylerin enerji, makro ve mikro besin ögesi ihtiyaçlarına odaklanılırken, günümüzde çevre sorunları göz önüne alındığında bu adımın daha geniş kapsamlı ele alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Besinlerin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi ve çevresel etkilerinin hesaba katılması önemlidir. Bu bağlamda, karbon ve su ayak izleri düşük, mevsiminde ve

yerel besinlerin tercih edilmesi önerilmektedir. Menüler planlandıktan sonra besinlerin tedarik süreçleri devreye girer ve bu aşamada da çevresel etkileri düşük yöntemlerin kullanılması sürdürülebilirlik açısından önemlidir (Takacs & Borrión, 2020).

Toplu beslenme sistemlerinde sürdürülebilirlik konusunda her adımda yapılabilecek uygulamalar bulunmaktadır. Besinlerin sürdürülebilir kaynaklardan temini, sürdürülebilir menülerin planlanması ve atık yönetiminde geri dönüşüm ve sıfır atık uygulamalarının kullanılması sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Bu bölümde, sürdürülebilirlik bakış açısıyla toplu beslenme sistemlerinde alternatif protein kaynaklarının rolü ve geleceği ele alınmıştır.

TOPLU BESLENME HİZMETLERİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Dünya genelinde ve ülkemizde toplu beslenme hizmetlerinden yararlanan bireylerin sayısı giderek artmaktadır. Bugün, gelişmiş sanayi ülkelerinde nüfusun %70'inin en az bir öğünü ev dışında tükettiği bilinmektedir (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı, 2024). Toplu beslenme hizmetleri, besinlerin tedarik zinciri boyunca hareket etmesi ve tüketicilere ulaşması sürecinde çevresel etkiler açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Toplu beslenme sistemlerinin karbon, su ve nitrojen ayak izleri, çevresel etkilerini ölçmek ve sürdürülebilirliklerini değerlendirmek için önemli ölçüm araçlarıdır. Karbon ayak izi, gıda üretim tesislerinin enerji tüketimi, ulaşım, ambalajlama, atık yönetimi gibi faktörlerden etkilenir. Yemek hazırlık, pişirme ve servis aşamalarındaki enerji kullanımı genellikle karbon ayak izine önemli katkılarda bulunur. Tedarik zinciri süreçleri, taşıma ve depolama aşamaları da karbon emisyonlarını etkiler. Sürdürülebilir tarım uygulamaları ve yenilenebilir enerji kullanımı gibi stratejiler, karbon ayak izini azaltmada etkili olabilir (Crippa vd., 2021; Tubiello vd., 2021).

Toplu beslenme sistemlerinin su ayak izi, tedarik ve üretim zinciri boyunca kullanılan su miktarını belirtir. Hayvansal besinlerin üretiminin su ayak izi, bitkisel besinlere göre genellikle daha yüksektir (Ibidhi & Salem, 2020). Ancak bitkisel ürünlerde de su ayak izi, tarımsal sulama, ürün yetiştirme, işleme, hazırlama ve temizlik süreçlerinde kullanılan suyu içerir. Tarım faaliyetleri, genellikle toplu beslenme sisteminin su ayak izini belirleyen temel faktörlerden biridir (Vanham & Leip, 2020).

Toplu beslenme sistemlerinin nitrojen ayak izi genellikle tarım faaliyetlerinden kaynaklanır. Gübre kullanımı, hayvan gübresi yönetimi ve azot oksit emisyonları, nitrojen ayak izini etkileyen unsurlardır. Nitrojen kullanımı, toprak sağlığı ve su kalitesi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Aşırı nitrojen kullanımı, su kirliliği ve ekosistemlerde dengesizliklere neden olabilir (Mohanty, vd., 2020).

Toplu beslenme sistemlerinin sürdürülebilirliğini artırmak için, bu ayak izlerini azaltmak amacıyla çeşitli stratejiler uygulanabilir. Bu stratejiler arasında yenilenebilir enerji kullanımı, su verimliliği uygulamaları, organik tarım yöntemleri, alternatif gıda kaynaklarının kullanımı, atık yönetimi ve tedarik zinciri optimizasyonu bulunmaktadır. Bu önlemler, toplu beslenme sistemlerinin çevresel etkilerini azaltabilir ve daha sürdürülebilir bir geleceğe yönelik önemli adımlar atabilir. Toplu beslenme sistemlerindeki aydınlatma, havalandırma, pişirme ve soğutma gibi süreçler enerjinin büyük bir kısmını tüketirken, ambalaj malzemeleri ve gıda atıkları da önemli miktarda atık oluşturur. Ürünlerin paketlenmesinde kullanılan ambalaj malzemeleri arasında karton, kâğıt, plastik, cam ve metal gibi çeşitli malzemeler bulunur ve bu atıkların yönetimi ve geri dönüşümü, çevresel etkilerin azaltılması için önemli bir adımdır. Toplu beslenme hizmetleri aynı zamanda su kirliliğinin de bir kaynağıdır. Bu nedenle, atık su yönetimi ve arıtma süreçleri, yağ atıklarının diğer atıklara karışmadan uygun yöntemlerle uzaklaştırılması çevresel etkilerin azaltılmasında önemli rol oynar (Carino, vd., 2020; Maynard vd., 2020; Read vd., 2020).

Toplu beslenme hizmetleri, enerji verimliliği önlemleri ve geri dönüşüm programları uygulayarak, atık yönetimini iyileştirerek çevresel etkileri azaltabilirler. Ayrıca, atık su arıtma tesislerine daha az kirlı su deşarjı için yatırım yapabilirler. Tedarik zinciri üzerindeki etkilerini kullanarak tedarikçilerle iş birliği yaparak, daha sürdürülebilir üretim ve ambalajlama uygulamalarını teşvik edebilirler. Bu önlemler, sürdürülebilir besin sistemlerinin ve çevre dostu işletmelerin teşvik edilmesine katkıda bulunabilir.

SÜRDÜRÜLEBİLİR BESİN TEDARİĞİ

Besin endüstrisi ve toplu beslenme sistemleri, geçmişte tüketicilerin memnuniyetini sağlayacak ve ekonomik besinlerin üretimine odaklanırken, günümüzde sürdürülebilir ve sağlıklı besin sistemleri anlayışı ile yeniden şekillenmektedir. Bu dönüşüm, besin tedarik zinciri yönetiminde önemli değişiklikleri beraberinde getirmektedir.

Sürdürülebilirlik, besin üretim ve dağıtım süreçlerinde kritik bir konudur. Besin endüstrisi, gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede en büyük üretim sektörlerinden birisidir ve doğal kaynak kullanımı, enerji tüketimi, sera gazı emisyonları ve atık yönetimi gibi faktörlerle büyük bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, çevre dostu ve verimli üretim yöntemleri ile dağıtım stratejilerini benimsemek, sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Organik tarım, agro-ekolojik uygulamalar, yerel tedarik zincirleri ve yenilenebilir enerji kullanımı gibi sürdürülebilir uygulamalar, besin endüstrisinin ve toplu beslenme sistemlerinin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik etkili stratejiler olarak öne çıkmaktadır (Benis & Ferrão, 2017).

Toplu beslenme hizmetlerinde, besin tedarik zincirinin iklim değişikliklerine bağlı olarak doğal kaynaklara ulaşımında yetersizlik, biyoçeşitlilik kaybı gibi pek çok zorlukla karşılaşması öngörülmektedir (Hajer, vd., 2016). İklim değişikliği, tarım koşullarını değiştirerek besin üretimini etkileyebilir ve besin güvenliği sorunlarına neden olabilir. Doğal kaynaklarda azalma, su ve toprak gibi temel kaynakların sınırlı olması nedeniyle besin üretimini tehdit edebilir. Toplumsal eşitsizlik, gıda üretiminde ve tüketiminde adaletsizlikleri artırabilir ve sürdürülebilir besin sistemlerinin oluşturulmasını zorlaştırabilir. Bu zorluklara çözüm bulmak ve uygulamak, sürdürülebilir besin tedarik zinciri yönetiminin geleceğini belirleyecektir.

İklim krizi ile mücadele için, dirençli tarım uygulamaları ve karbon ayak izini azaltan yöntemler gibi stratejiler benimsenmelidir. Doğal kaynaklardaki azalmayı yavaşlatmak için, su ve enerji verimli tarım yöntemleri gereklidir. Biyoçeşitlilik kaybını engellemek için, sürdürülebilir tarım uygulamaları ve koruma çabaları önemlidir. Toplumsal eşitsizliği gidermek için, adil ticaret uygulamaları ve yerel toplulukları güçlendirmeyi amaçlayan müdahaleler gerekli olacaktır. Bu stratejiler, toplu beslenme hizmetlerinin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına katkıda bulunabilir.

MENÜ PLANLAMA VE BESİNİN TEMİNİ AŞAMALARINDA ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Toplu beslenme sistemlerinde menü planlama aşamasında, besinler üç ana kategoride sınıflandırılmaktadır:

- 1. Birinci Kap Yemekler:** Bu kategoride, büyük parça ve küçük parça et yemekleri, köfteler, tavuk/hindi yemekleri, balıklar, etli kuru baklagil yemekleri, etli sebze yemekleri, etli dolmalar, sarmalar ve etli sebze yemekleri yer almaktadır.
- 2. İkinci Kap Yemekler:** Çorbalar, pilav, makarna, börekler, zeytinyağlı sebzeler, dolmalar ve kuru baklagil yemekleri gibi besinler bu kategoride yer almaktadır.
- 3. Üçüncü Kap Yemekler:** Meyveler, salatalar, komposto/hoşaf, tatlılar gibi hafif ve genellikle tatlı içecekli besinler bu kategoride yer almaktadır.

Bu sınıflandırmada, birinci kap yemeklerin karbon ve su ayak izi açısından diğerlerine göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, bu yemekler içerdikleri yüksek kaliteli protein içeriği nedeniyle sağlıklı beslenme açısından önemli rol oynamaktadırlar. Proteinler, yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanması için gerekli makro besin öğelerindendir.

Toplu beslenme sistemlerinde menü planlama aşamasında, hedef kitlenin enerji ve besin ögesi gereksinimleri dikkate alınarak miktarlar belirlenir ve menüler planlanır. Geleneksel olarak menülerde et, süt ürünleri, yumurta gibi hayvansal kaynaklar en

yaygın protein kaynakları olarak kullanılmaktadır. Ancak, çevresel sürdürülebilirlik, sağlık kaygısı, etik ve moral değerler, hayvan refahı vb. nedenlerle alternatif protein kaynaklarına olan ilgi, araştırma ve uygulamalarda artış göstermektedir.

Alternatif protein kaynakları; genel olarak bitki bazlı protein kaynakları, yenilebilir böcekler, algler ve laboratuvar ortamında hücresel tarım ile üretilmiş besinleri içermektedir. Ekonomik ve lojistik nedenlerden ve tüketici kabulü ile ilgili endişelerden dolayı bu alternatif kaynaklar şu an için yaygın olarak kullanılmamakla birlikte, yakın gelecekte toplu beslenme sistemlerinde daha sık kullanılması öngörülmektedir. Bu durum, besin endüstrisinin ve toplu beslenme sistemlerinin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma yolunda önemli bir adım olarak değerlendirilebilir.

Bitki Bazlı Protein Kaynakları

Toplu beslenme sistemlerinde dünyada ve ülkemizde alternatif protein kaynakları, hem ulaşılabilir hem de tüketici kabulü yüksek olan bitki bazlı protein kaynakları ile öne çıkmaktadır. Bitkisel besinler, sağlıklı bir yaşam için önemli bir beslenme kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Tarih boyunca birçok kültürde bitkisel besin ağırlıklı diyetlerin benimsendiği ve günümüzde dahi bu diyetlerin devam ettiği göz önüne alındığında, bitkisel besinlerin tarihsel ve kültürel bir önemi bulunmaktadır. Ancak, günümüzde birçok ülkede et ürünlerinin ve diğer hayvansal besinlerin tüketim sıklığının artmasıyla birlikte, özellikle Batı tipi diyetlerde tahıl, meyve ve sebzelerin arka planda kalması söz konusu olmuştur. Bu durum, ekonomik gelişmeler ve fast-food tüketiminin artışıyla etin toplumun tercih ettiği bir besin haline gelmesinden kaynaklanmaktadır. Ancak, son yıllarda tüketiciler arasında sürdürülebilir yemek ve yaşam seçeneklerine yönelik olumlu bir eğilim gözlemlenmektedir (Sánchez-Bravo vd., 2020).

Et bazlı diyetlerin, bitki bazlı diyetlere göre daha fazla enerji, arazi ve su gerektirdiği ve bu nedenle daha az sürdürülebilir olduğu bilinmektedir. Bu durum, özellikle sürdürülebilirlik odaklı diyet değişikliklerini amaçlayan Batı toplumlarında dikkate alınmaya başlanmıştır. Bu kapsamda, tüketicileri bitki bazlı proteinli besinlerle tanıştırmak ve et tüketimini azaltmaya yönlendirmek amacıyla çeşitli planlar uygulanmaktadır (Aschemann-Witzel, vd., 2021). Protein kaynağı olarak en yaygın kullanılan bitkisel besinler arasında kuru baklagiller, sert kabuklu yemişler, yağlı tohumlar ve tam tahıllar bulunmaktadır. Bu besinler, birinci kap yemeklerin yerine kullanılabileceği gibi, ikinci ve üçüncü kap yemeklerin protein içeriğini zenginleştirici olarak da kullanılabilmektedirler.

Kuru baklagiller, yüksek protein ve mikro besin ögesi içerikleri ile yeterli ve dengeli beslenmede önerilen besin gruplarından birisidir (Polak, Phillips, & Campbell, 2015). Özellikle Türk mutfağında kuru fasulye, nohut, mercimek gibi ürünler sıklıkla kullanılmaktadır. Bu besinler, menü planlamada etli bir yemeğin içinde birinci kap

yemek olarak, zeytinyağlı yemeklerin, çorbaların ve böreklerin içinde ikinci kap yemek olarak sınıflandırılmaktadır. Kuru baklagiller aynı zamanda salatalar, piyaz gibi yiyeceklerin içinde de üçüncü kap yemek olarak kullanılmaktadır. Menülerin protein içeriğini artırmak amacıyla yeni nesil kuru baklagil ürünleri, örneğin kuru baklagil makarnaları gibi ürünler de kullanılabilir (Laleg, vd., 2016). Sürdürülebilir ve sağlıklı menü planlama kapsamında et grubu besinlerin miktarları azaltılarak protein içeriği yüksek kuru baklagiller ikinci ve üçüncü kaplara eklenerek kullanılabilirler.

Kuru baklagiller aynı zamanda bitkisel et alternatiflerinin kaynağı olup, dünya genelinde 4400'ü aşan bitki bazlı et alternatifi ürün bulunmaktadır (Estell, Hughes, & Grafenauer, 2021). Bu ürünler, toplu beslenme sistemlerinde kullanıldığında tüketicilerin beklentilerini karşılamakta zorluklar yaşanabileceği gibi, ekonomik nedenlerle de henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır (Elzerman, Van Boekel, & Luning, 2013).

Tam tahıllar, dünya genelinde enerji, karbonhidratlar ve bitkisel proteinlerin önemli bir kaynağı olarak görülmektedir. Bu besinlerin sürdürülebilirlik ve sağlıklı beslenme konularında oynayabileceği önemli bir rol bulunmaktadır. Tam tahıl alternatifleri, enerji ve makro besin ögesi yanında, zengin diyet posası ve fitokimyasal içerikleri dolayısıyla sağlıklı beslenmeye önemli katkıda bulunabilir. Ancak, tam tahılların lizin amino asidinden kısıtlı olmaları, alternatif ve besleyici bir protein kaynağı olarak değerlendirilmelerini sınırlamaktadır (Poutanen vd., 2022).

Sert kabuklu yemişler ve yağlı tohumlar ise yüksek protein içerikleri nedeniyle toplu beslenme sistemlerinde, özellikle salata ve tatlılarda kullanılmaları önerilen bitkisel protein kaynaklarıdır. Badem bazlı içecek gibi sert kabuklu yemişlerden elde edilen ürünlerin kullanımı diyetlerde artış göstermiş olsa da, toplu beslenme sistemlerinde henüz yaygın değildir. Bu noktada, lokal ürünlerin kullanımının teşvik edilmesi ve fiyat politikalarının gözden geçirilmesi, sert kabuklu yemiş ve yağlı tohumların daha geniş kitlelere ulaştırılmasını kolaylaştırabilir ve sürdürülebilir beslenmeye önemli katkıda bulunabilir.

Tek Hücreli Mikroorganizmalardan Elde Edilen Proteinler

Alternatif protein kaynakları kullanımı için önerilen çözümlerden biri, tek hücreli mikroorganizma bazlı protein kaynaklarıdır. Bitki bazlı proteinlerden elde edilen etin üretimi için yüksek miktarlarda bitki kullanımı gerektiğinden (~1 kg et proteini üretmek için yaklaşık 6 kg bitkisel protein gereklidir) (Pimentel & Pimentel, 2003), uzun vadede mikroorganizmalardan elde edilen proteinlerin kullanımının yaygınlaşması amaçlanmaktadır. Bu mikroorganizmalar, teknolojik gelişmelerle birlikte düşük arazi ve enerji gereksinimi, hızlı büyüme, çeşitli iklim koşullarına adaptasyon, gelişmiş besinsel ve organoleptik özellikler gibi avantajlarıyla et analoglarının üretimine önemli katkılarda bulunabilecektir.

Mikroalgler arasında *Spirulina* ve *Chlorella*, yüksek protein içeriğiyle öne çıkmaktadır. Bu mikroalgler, havuzlarda veya kapalı sistemlerde yetiştirilerek protein kaynağı olarak kullanılabilir. Özellikle *Spirulina* (*Arthrospira platensis*), %63 oranındaki yüksek protein içeriğiyle dikkat çekmektedir. *Spirulina*, elzem amino asitlerinin tümünü içermesiyle insan tüketimi için umut vadeden bir besin kaynağıdır. Yapılan bir çalışmada, yüksek nem ekstrüzyon pişirme yöntemiyle üretilen *Spirulina*, et için iyi bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Klamczynska & Mooney, 2017). Toplu beslenme sistemlerinde bu ürünlerin kullanımının uzun zaman alabileceği öngörülse de hibrit (geleneksel ve alternatif protein kaynaklarının bir arada kullanıldığı) ürünlerin kullanımıyla çevresel yük azaltılabilir ve tüketici kabul süreci kolaylaştırılabilir. *Spirulina* tabanlı proteinlerin makarna ve hamur işleri gibi ikinci kap yemek gruplarında kullanılması önerilmektedir. Limon-fesleğen *Spirulina* dolgulu makarnaların tüketiciler tarafından tercih edilebilecek bir besin olduğu ve *Spirulina* tadının hafif olduğu belirtilmiştir (Grahrl, vd., 2018).

Mantarlardan elde edilen proteinler de alternatif bir protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. *Saccharomyces*, *Fusarium* ve *Torulopsis* türlerinden elde edilen ticari ürünler, %30-50 arasında değişen protein içeriğine sahiptir. Amino asit kompozisyonlarına bakıldığında, treonin ve lizin içeriklerinin yüksek olduğu, metionin içeriklerinin ise nispeten düşük olduğu görülmektedir (Ritala, vd., 2017).

Dünya genelinde birçok kuruluş, laboratuvar ortamında üretilen etlere odaklanan tek hücreli mikroorganizmalardan elde edilen proteinler üzerine araştırmalara yatırım yapmaktadır. Tek hücreli protein endüstrisi, Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Japonya, Hindistan, Birleşik Krallık, Güney Kore ve Fransa'da yaygın olarak bulunmaktadır (Kumar vd., 2023). Toplu beslenme sistemlerinde de yakın gelecekte tek hücreli mikroorganizmalardan elde edilen besinlerin yaygınlaşması öngörülmektedir. Ancak bu süreçte, toplu beslenme sistemleri uygulayıcılarından beklenen, maliyet koşullarını da göz önünde bulundurarak sürdürülebilir alternatif protein kaynaklarına menülerde yer vermeleridir.

Böcek Bazlı Protein Kaynakları

Yenilebilir böcekler, yüksek protein içerikleri (%40-60), biyoyararlanım oranları, zengin aminoasit içerikleri ve ayrıca tahıl ve kuru baklagillerle karşılaştırıldığında yüksek enerji oranlarıyla dikkat çeken alternatif protein kaynakları olarak değerlendirilmektedir (da Silva Lucas, vd., 2020; Köhler, vd., 2019). Bu besinler, dünya genelinde doğrudan veya dolaylı olarak diyetin bir parçası haline gelmiştir. Yenilebilir böcekler, bazı tropikal bölgelerde bütün halinde farklı pişirme yöntemleri kullanılarak tüketildiği gibi, un veya toz haline getirilerek enerji ve protein barları, unlu mamuller ve bazı et ürünlerine eklenerek de kullanılmaktadır.

Toplu beslenme sistemlerinde yenilebilir böceklerin kullanılmasının önündeki en büyük engel, tüketicilerin yeni besinlere karşı olan tutumlarıdır (Kim, vd., 2019). Bu nedenle, menü planlama aşamasında bireylerin enerji ve besin ögesi gereksinimlerinin yanı sıra beslenme alışkanlıkları ve tutumları da göz önünde bulundurulmalıdır. Beslenme alışkanlıkları ve besin tercihlerini etkileyen faktörler arasında bireylerin fizyolojik ve psikolojik durumlarının yanı sıra mevsimsel değişiklikler, reklamlar, eğitim, gelenekler, sosyal kabul görme, dini kısıtlamalar gibi dış etkenler de bulunmaktadır. Ülkemizde ve Batı toplumlarında böceklerin bütün halinde tüketiminin genel bir kabul görmediği açıktır. Ancak, yenilebilir böceklerin tüketici kabulünü artırmak amacıyla yapılan araştırmalar, alternatif protein kaynakları ve kullanıma gerekliliği konusundaki bilgi düzeyi arttıkça böceklerin diyetlerdeki kabulünün de arttığını göstermiştir (Florença vd., 2021).

Yenilebilir böcek tüketimini teşvik eden bir diğer faktör, besinin hazırlanma sürecidir. Batı tipi diyetlere aşına olan tüketicilere yönelik olarak hamburgerler, ekmek, bisküvi, kraker, cips, çikolata barları, sütlü içecekler, çorbalar, soslar ve makarna gibi yüksek derecede işlenmiş böcek bazlı gıdaların geliştirilmesi mevcut stratejilerden biridir. Toplu beslenme sistemlerinde yenilebilir böcek bazlı ürünlerin kullanımında, tüketicilere karşı şeffaf olunması, bu ürünlerin üretim süreçleri ve besin değerleri konusunda doğru ve detaylı bilginin sağlanması gerekmektedir.

Hücre Kültürü Bazlı Protein Kaynakları

Hücrel tarım, geleneksel tarım yöntemlerinden ayrılarak besin üretimini, bitki veya hayvan hücrelerini kullanarak gerçekleştirmeyi amaçlayan bir tarım yaklaşımıdır. Bu metodoloji, bitki ve hayvan organizmalarının kompleks yapıları yerine hücre düzeyinde üretilmelerini içeren bir süreci barındırır. Hücrel tarım, kontrol edilen laboratuvar koşullarında gerçekleştirilir. Temel amacı, daha sürdürülebilir, verimli ve çevresel etkileri daha az olan bir besin üretim yöntemi geliştirmektir. Bu yöntem, geleneksel tarımın karşılaştığı zorluklara çözümler sunma potansiyeli taşır, çünkü daha az su, enerji ve arazi kullanabilir, kimyasal gübre ve pestisit kullanımını azaltabilir ve hayvan refahını artırabilir (Eibl vd., 2021).

Hücrel tarımın bir alt dalı olan kültürlenmiş et üretimi, hayvan kesilmeksizin sadece hücrelerinden elde edilen et ürünleri üretmeyi amaçlar. Böylece, hayvancılık endüstrisinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltma ve besin üretimini daha sürdürülebilir hale getirme potansiyeline sahiptir. Bitki ya da böcek bazlı protein alternatiflerine kıyasla, hücre kültürü bazlı etler tüketicilerin hayvansal ürün tüketme isteğini karşılaması nedeniyle giderek daha popüler hale gelmektedir (Stephens vd., 2018). Toplu beslenme sistemlerinin geleceğinde ise özellikle oteller, restoranlar ve kafeler gibi ticari nitelikli kuruluşlarda sıkça tüketilen vegan burger veya köfte gibi ürünlerin hücrel tarım yoluyla elde edilen etlerden yapılması beklenmektedir.

Ancak, hücresel tarımın günümüzde karşılaştığı en büyük zorluk maliyetidir. Özellikle ticari nitelikli olmayan toplu beslenme kuruluşlarında menülerde yer bulabilmesi için teknolojik gelişmelerle birlikte maliyetinin düşürülmesi gerekmektedir.

TOPLU BESLENME SİSTEMLERİNDE ATIK YÖNETİMİ VE ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLARI

Sürdürülebilirlik, gıda israfının azaltılması ile sıkı bir bağa sahiptir. Birleşmiş Milletler verilerine göre, küresel olarak üretilen besinlerin yaklaşık %13'ü hasat ile perakende arasında kaybolurken, küresel gıda üretiminin tahmini %17'si evlerde, gıda hizmetlerinde ve perakendede israf edilmektedir (Birleşmiş Milletler, 2023). Gıda israfının azaltılması, çevresel etkileri en aza indirerek kaynak kullanım verimliliğini artırmak amacıyla sürdürülebilir bir besin sistemini destekleyebilir. Bu bağlamda, gıda israfının nedenlerini ve azaltma yollarını belirlemek için ileri araştırmalar yapılmaktadır. Çalışmalar, çoğu işletmenin gıda israfını çoğunlukla ekonomik kriterlere göre azaltmaya odaklandığını, sosyal, etik veya çevresel faktörleri dikkate almadığını göstermektedir (Papargyropoulou vd., 2014; Roe, vd., 2020). Bu durum, sadece ekonomik sonuçları etkileyen “görünür” gıda israfının azaltıldığı anlamına gelmektedir. Ancak gerçek israfın görünürlüğü genellikle düşüktür. Farkındalığın ve çok paydaşlı işbirliği ile gıda israfının azaltılması için çabaların artırılması gerekmektedir.

Toplu beslenme sistemleri, gıda atıklarının yüksek oranda olduğu bir alandır. Menü planlama ilkelerine uyulmaması, tüketicilerin beslenme alışkanlıklarına ve tercihlerine uygun menü planlanmaması, çeşitliliğin sağlanmaması, besinlerin temin edilmesinde miktar tayininin doğru yapılmaması, depolama ilkelerine uyulmaması ve hazırlık ve pişirme aşamasında yapılan hatalar kaynaklı gıda atıkları oluşabilir (Papargyropoulou vd., 2014).

Sürdürülebilirlik ve geri dönüşüm yöntemleri birlikte düşünüldüğünde, doğal kaynakları daha verimli kullanma ve atıkların olumsuz etkilerini azaltma konusunda planlamalar yapılmalıdır. Bu yaklaşım, çevresel sorumluluk bilinciyle hareket eden bireyler ve kurumlar için önemli bir yaklaşımdır. Toplu beslenme sistemlerinde geri dönüşümün teşvik edilmesi için atıkların ayrıştırılması, geri dönüşüm kutularının ve geri dönüştürülebilir ambalajların kullanılması gibi öneriler bulunmaktadır (Papargyropoulou vd., 2014).

Toplu beslenmede ortaya çıkan atıklar, makro besin ögeleri, özellikle de protein içeriği yüksek atıklardır (Kamal, vd., 2021). Hayvansal üretimde kullanılan yemlerin çevresel yükü de oldukça önemli bir konudur. Yem üretimi, çeşitli çevresel etkilere neden olabilir. Yem bitkileri için tarım alanları ayrılması, ormanların kesilmesine ve biyoçeşitliliğin azalmasına yol açabilir.

Tarım alanlarının genişlemesi, ekosistemlere ve habitatlara zarar verebilir. Yem üretimi için kullanılan gübreler ve kimyasal ilaçlar, su kaynaklarına sızabilir ve su kirliliğine neden olabilir. Bu, nehirler, göller ve yeraltı suyu sistemlerini etkileyebilir. Yem bitkilerinin yoğun olarak yetiştirilmesi, toprak erozyonuna ve verimliliğin azalmasına neden olabilir. Aşırı kullanılan kimyasal gübreler, toprak kalitesini bozabilir. Yem bitkilerinin üretimi ve taşınması sırasında ortaya çıkan sera gazları, iklim değişikliğine katkıda bulunabilir. Özellikle, büyükbaş hayvanların metan gazı üretimi, sera gazı emisyonlarını artırmaktadır. Yem üretiminde kullanılan pestisitler, herbisitler ve diğer kimyasal maddeler, toprak, su ve hava kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir (Giamouri vd., 2022; van Zanten vd., 2014).

Hayvansal üretimde kullanılan yemlerin çevresel etkilerini azaltmak için sürdürülebilir tarım uygulamalarına geçiş, organik tarım yöntemlerinin kullanımı, verimliliği artırmak için geliştirilmiş yem formülasyonları ve daha etkili gübre yönetimi gibi çeşitli stratejiler kullanılabilir. Bu stratejiler hem ekolojik sürdürülebilirliği artırmayı hem de hayvansal üretimin genel çevresel ayak izini azaltmayı amaçlar. Bu stratejilerin yanında toplu beslenmede ortaya çıkan protein içeriği yüksek atıkların hayvan yemlerine dönüşmesi de alternatif bir protein kaynağı olarak düşünülebilir. Gıda atıklarının hayvan yemlerinde kullanılması, kaynakların daha verimli şekilde kullanılmasına, maliyet kontrolüne, çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Ancak, bu uygulama, dikkatli bir şekilde yönetilmeli ve gıda güvenliğine önem verilmelidir (Jedrejek, vd, 2016; Prandi vd., 2019).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ev dışında beslenme olasılıklarının artmasıyla birlikte, toplu beslenme sistemlerinin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi daha kritik bir hale gelmiştir. Bu sistemlerin ekolojik etkilerini anlamak için karbon, su ve nitrojen ayak izlerinin değerlendirilmesi önemlidir. Menü planlamadan tedarik zincirine kadar her aşamada sürdürülebilirlik ilkelerinin benimsenmesi, yerel ve mevsiminde üretilen besinlere öncelik verilmesi ve atık yönetiminde geri dönüşüm uygulamalarının artırılması, toplu beslenme sistemlerinin çevre dostu bir yapıya dönüşmesine katkı sağlayabilir. Gelecekte, alternatif protein kaynaklarına odaklanma ve çevresel sürdürülebilirlik ilkelerinin daha geniş kapsamlı bir şekilde uygulanması, toplu beslenme sistemlerinin daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunmasını sağlayabilir.

Toplu beslenme sistemlerinde menü planlama aşamasında besinlerin sınıflandırılması ve özellikle birinci kap yemeklerdeki karbon ve ayak izi yüksek olan besinlere odaklanma, sürdürülebilir ve sağlıklı beslenme hedefleri doğrultusunda önemli bir adımdır. Bu besinlerin sağlıklı protein içerikleri, yeterli ve dengeli beslenmeyi desteklemekte ancak çevresel etkileri önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu noktada, menü planlama sürecinde

çevre dostu ve sürdürülebilir üretim yöntemlerine yönelik stratejilere ağırlık verilmelidir. Alternatif protein kaynakları, toplu beslenme sistemlerinde geleceğin anahtarını oluşturabilir. Bitki bazlı protein kaynakları, özellikle kuru baklagiller, sert kabuklu yemişler ve tam tahıllar, sağlıklı beslenmeye katkıda bulunabilir ve menülerde et alternatifi olarak kullanılabilir. Ancak, bu kaynakların kullanımını artırmak için tüketicilere ve toplu beslenme sistemlerine yönelik bilinçlendirme çalışmaları önem taşımaktadır. Ayrıca, yerel üretimin teşvik edilmesi, karbon ayak izinin azaltılması açısından önemli bir stratejidir. Tek hücreli mikroorganizmalardan elde edilen proteinler, *Spirulina* gibi mikroalgler ve mantarlardan elde edilen proteinler, gelecekte et alternatifleri olarak önemli bir role sahip olabilir. Bu protein kaynakları, düşük arazi ve enerji kullanımı ile çevre dostu bir seçenek sunabilir. Ancak, toplu beslenme sistemlerinde kullanımlarının yaygınlaşması için teknolojik gelişmeler ve tüketicilerin kabul sürecine odaklanan çalışmalara ihtiyaç vardır. Yenilebilir böcekler, yüksek protein içerikleri ve çevresel sürdürülebilirlik avantajlarıyla dikkat çekmektedir. Ancak, tüketicilerin bu alternatif kaynağa olan tutumlarını değiştirmek için bilinçlendirme çalışmaları ve yenilebilir böcek bazlı ürünlerin çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Toplu beslenme sistemlerinde bu alternatifi kabulünü artırmak için özellikle besinin hazırlanma sürecinde şeffaflık sağlamak önemlidir. Hücre kültürü bazlı protein kaynakları, geleneksel tarım yöntemlerinden farklı olarak sürdürülebilir bir besin üretim yöntemi sunabilir. Ancak, maliyeti henüz yüksek olduğundan toplu beslenme sistemlerinde yaygınlaşması için teknolojik gelişmeler ve ekonomik stratejilere ihtiyaç vardır. Bu protein kaynaklarının kullanımı, özellikle vegan ürünlerin popülerliğinin arttığı restoranlar ve kafeler gibi ticari kuruluşlarda gelecekte daha sık görülebilir.

Sonuç olarak, toplu beslenme sistemlerinde sürdürülebilirlik ve sağlıklı beslenme hedeflerine ulaşmak için tüm süreçlerde çevresel etkilerin azaltılması, alternatif protein kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması, tüketicilere yönelik bilinçlendirme çalışmaları ve teknolojik gelişmeler büyük önem taşımaktadır. Bu stratejilerin başarılı bir şekilde uygulanması, gelecekte toplu beslenme sistemlerinde daha sürdürülebilir ve sağlıklı bir beslenme anlayışının benimsenmesine katkı sağlayabilir. Gıda israfının sürdürülebilirlikle yakın ilişkisi, çevresel etkilerin en aza indirilmesi ve kaynak kullanım verimliliğinin artırılması amacıyla gıda sistemlerinin sürdürülebilirliğine odaklanmayı gerektirir. Bu bağlamda, gıda israfının nedenlerini ve azaltma yollarını belirlemek için yapılan ileri araştırmalar, ekonomik kriterlere odaklanan işletmelerin sosyal, etik ve çevresel faktörleri göz ardı ettiğini ortaya koymaktadır. Toplu beslenme sistemlerinde atıkların azaltılması için farkındalığın artırılması ve iş birliği önemlidir. Geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik yöntemlerinin birleştirilmesi, doğal kaynakların daha verimli kullanılmasına ve atık etkilerinin azaltılmasına yönelik planlamalara odaklanmayı gerektirir. Özellikle protein içeriği yüksek atıkların hayvan yemlerine dönüşümü, alternatif bir sürdürülebilir protein kaynağı olabilir.

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı. (2024). Food Expenditure Series. web sayfası: <https://www.ers.usda.gov/data-products/food-expenditure-series/> Erişim tarihi: 19.01.2024
- Aschemann-Witzel, J., Gantriis, R. F., Fraga, P., & Perez-Cueto, F. J. (2021). Plant-based food and protein trend from a business perspective: Markets, consumers, and the challenges and opportunities in the future. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(18), 3119-3128.
- Benis, K., & Ferrão, P. (2017). Potential mitigation of the environmental impacts of food systems through urban and peri-urban agriculture (UPA)—a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 140, 784-795.
- Beyhan, Y. (2018). Toplu Beslenme Sistemlerinin Yönetim ve Organizasyonu. *Ankara: Ankara Nobel Tıp Yayınları*.
- Bilici, S. (2021). Toplu Beslenme Sistemlerine Giriş. Editörler: Bilici, S., Baş, M. *Toplu Beslenme Sistemleri* (pp. 22-34). Ankara: Hedef CS Basın Yayın Müh. ve Dan. Hiz. Tic. A.Ş.
- Bilici, S., & Baş, M. (2021). *Toplu Beslenme Sistemleri*. Ankara: Hedef CS Basın Yayın Müh. ve Dan. Hiz. Tic. A.Ş.
- Carino, S., Porter, J., Malekpour, S., & Collins, J. (2020). Environmental sustainability of hospital foodservices across the food supply chain: a systematic review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 120(5), 825-873.
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., & Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2(3), 198-209.
- da Silva Lucas, A. J., de Oliveira, L. M., Da Rocha, M., & Prentice, C. (2020). Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 311, 126022.
- Dünya Sağlık Örgütü (2020). *The state of food security and nutrition in the world 2020: transforming food systems for affordable healthy diets* (Vol. 2020): Food & Agriculture Org.
- Eibl, R., Senn, Y., Gubser, G., Jossen, V., van den Bos, C., & Eibl, D. (2021). Cellular agriculture: Opportunities and challenges. *Annual Review of Food Science and Technology*, 12, 51-73.
- Elzerman, J. E., Van Boekel, M. A., & Luning, P. A. (2013). Exploring meat substitutes: Consumer experiences and contextual factors. *British Food Journal*, 115(5), 700-710.
- Estell, M., Hughes, J., & Grafenauer, S. (2021). Plant protein and plant-based meat alternatives: Consumer and nutrition professional attitudes and perceptions. *Sustainability*, 13(3), 1478.

- Florença, S. G., Correia, P. M., Costa, C. A., & Guiné, R. P. (2021). Edible insects: Preliminary study about perceptions, attitudes, and knowledge on a sample of portuguese citizens. *Foods*, 10(4), 709.
- Giamouri, E., Pappas, A. C., Papadomichelakis, G., Simitzis, P. E., Manios, T., Zentek, J., . . . Zervas, G. (2022). The Food for Feed Concept: Redefining the Use of Hotel Food Residues in Broiler Diets. *Sustainability*, 14(6), 3659.
- Grahl, S., Strack, M., Weinrich, R., & Mörlein, D. (2018). Consumer-oriented product development: the conceptualization of novel food products based on spirulina (Arthrospira platensis) and resulting consumer expectations. *Journal of Food Quality*, 2018.
- Hajer, M., Westhoek, H., Ingram, J., Van Berkum, S., & Özay, L. (2016). *Food systems and natural resources*: United Nations Environmental Programme.
- Ibidhi, R., & Salem, H. B. (2020). Water footprint of livestock products and production systems: A review. *Animal Production Science*, 60(11), 1369-1380.
- Jedrejek, D., Lević, J., Wallace, J., & Oleszek, W. (2016). Animal by-products for feed: characteristics, European regulatory framework, and potential impacts on human and animal health and the environment.
- Kamal, H., Le, C. F., Salter, A. M., & Ali, A. (2021). Extraction of protein from food waste: An overview of current status and opportunities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2455-2475.
- Kim, T.-K., Yong, H. I., Kim, Y.-B., Kim, H.-W., & Choi, Y.-S. (2019). Edible insects as a protein source: A review of public perception, processing technology, and research trends. *Food science of animal resources*, 39(4), 521.
- Klamczynska, B., & Mooney, W. (2017). Heterotrophic microalgae: a scalable and sustainable protein source. In *Sustainable protein sources* (pp. 327-339): Elsevier.
- Köhler, R., Kariuki, L., Lambert, C., & Biesalski, H. (2019). Protein, amino acid and mineral composition of some edible insects from Thailand. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22(1), 372-378.
- Kumar, P., Mehta, N., Abubakar, A. A., Verma, A. K., Kaka, U., Sharma, N., . . . Lorenzo, J. M. (2023). Potential alternatives of animal proteins for sustainability in the food sector. *Food Reviews International*, 39(8), 5703-5728.
- Laleg, K., Cassan, D., Barron, C., Prabhasankar, P., & Micard, V. (2016). Structural, culinary, nutritional and anti-nutritional properties of high protein, gluten free, 100% legume pasta. *PloS one*, 11(9), e0160721.

- Maynard, D. d. C., Vidigal, M. D., Farage, P., Zandonadi, R. P., Nakano, E. Y., & Botelho, R. B. A. (2020). Environmental, social and economic sustainability indicators applied to food services: A systematic review. *Sustainability*, 12(5), 1804.
- Birleşmiş Milletler (2023). Reducing food loss and waste: Taking Action to Transform Food Systems. Web sayfası: <https://www.un.org/en/observances/end-food-waste-day> Erişim tarihi: 19.01.2024
- Mohanty, S., Swain, C. K., Kumar, A., & Nayak, A. (2020). Nitrogen footprint: a useful indicator of agricultural sustainability. *Nutrient dynamics for sustainable crop production*, 135-156.
- Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J. K., Wright, N., & bin Ujang, Z. (2014). The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*, 76, 106-115.
- Paul, A. A., Kumar, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2020). Milk Analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(18), 3005-3023.
- Pimentel, D., & Pimentel, M. (2003). Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *The American journal of clinical nutrition*, 78(3), 660S-663S.
- Polak, R., Phillips, E. M., & Campbell, A. (2015). Legumes: health benefits and culinary approaches to increase intake. *Clinical Diabetes*, 33(4), 198-205.
- Poutanen, K. S., Kårlund, A. O., Gómez-Gallego, C., Johansson, D. P., Scheers, N. M., Marklinder, I. M., . . . Sozer, N. (2022). Grains—a major source of sustainable protein for health. *Nutrition reviews*, 80(6), 1648-1663.
- Prandi, B., Faccini, A., Lambertini, F., Bencivenni, M., Jorba, M., Van Droogenbroek, B., . . . Elst, K. (2019). Food wastes from agrifood industry as possible sources of proteins: A detailed molecular view on the composition of the nitrogen fraction, amino acid profile and racemisation degree of 39 food waste streams. *Food Chemistry*, 286, 567-575.
- Read, Q. D., Brown, S., Cuéllar, A. D., Finn, S. M., Gephart, J. A., Marston, L. T., . . . Muth, M. K. (2020). Assessing the environmental impacts of halving food loss and waste along the food supply chain. *Science of the Total Environment*, 712, 136255.
- Ritala, A., Häkkinen, S. T., Toivari, M., & Wiebe, M. G. (2017). Single cell protein—state-of-the-art, industrial landscape and patents 2001–2016. *Frontiers in microbiology*, 8, 2009.
- Roe, B. E., Qi, D., & Bender, K. E. (2020). Some issues in the ethics of food waste. *Physiology & Behavior*, 219, 112860.

- Sánchez-Bravo, P., Chambers, E., Noguera-Artiaga, L., López-Lluch, D., Chambers IV, E., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Sendra, E. (2020). Consumers' attitude towards the sustainability of different food categories. *Foods*, 9(11), 1608.
- Stephens, N., Di Silvio, L., Dunsford, I., Ellis, M., Glencross, A., & Sexton, A. (2018). Bringing cultured meat to market: Technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. *Trends in Food Science & Technology*, 78, 155-166.
- Takacs, B., & Borrion, A. (2020). The use of life cycle-based approaches in the food service sector to improve sustainability: a systematic review. *Sustainability*, 12(9), 3504.
- Thrane, M., Paulsen, P., Orcutt, M., & Krieger, T. (2017). Soy protein: Impacts, production, and applications. In *Sustainable protein sources* (pp. 23-45): Elsevier.
- Tubiello, F. N., Rosenzweig, C., Conchedda, G., Karl, K., Gütschow, J., Xueyao, P., . . . De Barros, J. (2021). Greenhouse gas emissions from food systems: building the evidence base. *Environmental Research Letters*, 16(6), 065007.
- van Zanten, H. H., Mollenhorst, H., de Vries, J. W., van Middelaar, C. E., van Kernebeek, H. R., & de Boer, I. J. (2014). Assessing environmental consequences of using co-products in animal feed. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19, 79-88.
- Vanham, D., & Leip, A. (2020). Sustainable food system policies need to address environmental pressures and impacts: The example of water use and water stress. *Science of the Total Environment*, 730, 139151.

Yazarlar Hakkında / About Authors

**Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan ÖZDEMİR | Hacettepe Üniversitesi |
aslihan.demir[at]hacettepe.edu.tr | ORCID: 0000-0003-3053-3089**

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nden 2010 yılında mezun olmuştur. 2011-2014 yılları arasında Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde diyetisyen olarak görev yaptıktan sonra 2014 yılında Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak görev yapmaya başlamıştır. 2013 yılında yüksek lisansını, 2019 yılında doktorasını tamamlamıştır. Doktora eğitimi sırasında 5 ay süre ile (Eylül 2015-Ocak 2016) Chester Üniversitesi'nde misafir araştırmacı olarak bulunmuştur. 2023 yılı itibarı ile Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nde Dr. Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır. Genel çalışma konuları arasında toplu beslenme sistemleri, sürdürülebilirlik, besin güvenliği, obezite ve bağırsak mikrobiyotası yer almaktadır.

**Assist. Prof. Aslıhan ÖZDEMİR, PhD | Hacettepe University |
aslihan.demir[at]hacettepe.edu.tr | ORCID: 0000-0003-3053-3089**

She graduated from the Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health Sciences at Hacettepe University in 2010. After working as a dietitian at Bakırköy Dr. Sadi Konuk Training and Research Hospital between 2011 and 2014, she started working as a research assistant at the Department of Nutrition and Dietetics at Hacettepe University Faculty of Health Sciences Department of Nutrition and Dietetics in 2014. She completed her master's degree in 2013 and her doctorate in 2019. During her doctoral education, she spent 5 months (September 2015-January 2016) as a visiting researcher at the University of Chester. As of 2023, she serves as an Assistant Professor at the Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health Sciences, Hacettepe University. Her general research areas include food service systems, sustainability, food safety, obesity, and gut microbiome.

**Prof. Dr. Zehra BÜYÜKTUNCER DEMİREL | Hacettepe Üniversitesi |
zbtuncer[at]hacettepe.edu.tr | ORCID: 0000-0002-2039-8568**

Prof. Dr. Zehra Büyüktuncer-Demirel, 2000 yılında Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Teknolojisi Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü Lisans programından mezun olmuştur. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Diyetetik Yüksek Lisans Programını 2003 yılında, Beslenme ve Diyetetik Doktora Programını ise 2008 yılında tamamlamıştır. Prof. Dr. Zehra Büyüktuncer-Demirel, 2001 yılında araştırma görevlisi olarak başladığı Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü'nde 2011 yılında yardımcı doçent, 2012 yılında doçent, 2018 yılında profesör kadrosuna atanmıştır. Prof. Büyüktuncer-Demirel, 2008-2010 yıllarında İngiltere'de Chester Üniversitesi Klinik Bilimler Bölümünde öğretim görevlisi olarak çalışmış; 2019 – 2020 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri'nde, Columbia Üniversitesi, Irving Medical Center ve Sleep Center of Excellence'da misafir araştırmacı olarak görev almıştır. Prof. Büyüktuncer-Demirel, sekiz yıldır Avrupa Diyetetik Dernekleri Federasyonu ve Uluslararası Diyetetik Dernekleri Konfederasyonu Türkiye delegesidir. Türkiye Bilimler Akademisi Gıda ve Beslenme Çalışma grubu üyesidir. Prof. Dr. Zehra Büyüktuncer-Demirel'in ilgi alanı beslenme bilimleri olup, fonksiyonel besinler, bağırsak mikrobiyotası, sirkadiyen ritim ve gen-diyet etkileşimleri konularında çalışmaktadır.

**Prof. Dr. Zehra BÜYÜKTUNCER DEMİREL | Hacettepe University |
zbtuncer[at]hacettepe.edu.tr | ORCID: 0000-0002-2039-8568**

Prof. Zehra Buyuktuncer-Demirel graduated from Hacettepe University in 2000 with a BSc degree in Nutrition and Dietetics. She completed an MSc degree in Dietetics (2003) and a PhD degree in Nutrition and Dietetics (2008) at the Institute of Health Science, Hacettepe University. Prof. Büyüktuncer-Demirel was appointed as assistant professor in 2011, associate professor in 2012, and professor in 2018 at Hacettepe University Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, where she started as a research assistant in 2001. Dr. Buyuktuncer-Demirel worked as a lecturer at University of Chester, Department of Clinical Sciences in the UK between 2008 and 2010. Also, she worked as a visiting researcher at Columbia University, Irving Medical Center and Sleep Center of Excellence in the United States at 2019 – 2020. Prof. Büyüktuncer-Demirel has been the Turkey delegate of the European Federation of the Associations of Dietitians, and the International Confederation of Dietetic Associations for eight years. She is a member of the Turkish Academy of Sciences Food and Nutrition Working Group. Her research interests different aspects of nutritional sciences including functional foods, gut microbiome, circadian rhythm and gene-diet interactions.

