



Bitkisel Proteinler ve Et Alternatifi Olarak Kullanımı

Başak ESMER^{1*}, Fatma HEPSAĞ², İbrahim HAYOĞLU³

¹Doktora öğrencisi, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 63040 Şanlıurfa

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Programı, 80760 Osmaniye

³Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 63040 Şanlıurfa

¹<https://orcid.org/0000-0002-2376-7488>

²<https://orcid.org/0000-0002-3688-4106>

³<https://orcid.org/0000-0002-6358-8302>

* Sorumlu yazar esmerbasak@icloud.com

Derleme Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 01.12.2023

Kabul tarihi: 17.03.2024

Online Yayınlanma: 16.09.2024

Anahtar Kelimeler:

Et alternatifleri

Bitkisel protein

Soya proteini

ÖZ

Dünya nüfusunun giderek artması ve kaynakların hızla tüketimi göz önüne alındığında, biyolojik değeri yüksek olan proteinlerin ulaşılabilirliği ile ilgili giderek artmakta olan ilgi daha çok görülür olmuştur. İnsan sağlığı ve hayvan refahıyla ilgili hususlar ile çevre kirliliğine çözüm arayışları, küresel ısınma ve sürdürülebilirlik; bitkisel proteinli et alternatiflerinin üzerinde çalışmasını sağlamıştır. Artan tüketici talebini karşılamak için bitki bazlı et alternatifleri üzerine yapılan çalışmalar hızla genişlemektedir. Jelleşme özelliği ve lifli yapı oluşturma potansiyelinin yüksek olmasından dolayı soya proteinleri, et alternatiflerinin hazırlanmasında tercih edilmiş ve hayvansal proteine alternatif için uygun bir seçenek haline gelmiştir. Bu çalışmada bitki bazlı et alternatiflerinin üretimi, lezzet geliştirme yaklaşımları ve sağlık üzerine etkileri irdelenmiştir.

Plant Proteins and Their Use as a Meat Alternative

Reviews Article

Article History:

Received: 01.12.2023

Accepted: 17.03.2024

Published online: 16.09.2024

Keywords:

Meat alternatives

Plant proteins

Soy proteins

ABSTRACT

Considering the increasing world population and the rapid consumption of resources, the increasing interest in the availability of proteins with high biological value has become more visible. Issues related to human health and animal welfare, the search for solutions to environmental pollution, global warming and sustainability; It has led to the study of meat alternatives with vegetable protein. Studies on plant-based meat alternatives are rapidly expanding to meet increasing consumer demand. Due to its gelling feature and high potential to form a fibrous structure, soy proteins have been preferred in the preparation of meat alternatives and have become a suitable alternative to animal protein. In this study, the production of plant-based meat alternatives, flavor development approaches and their effects on health were examined.

To Cite: Esmer B., Hepsağ F., Hayoğlu İ. Bitkisel Proteinler ve Et Alternatifi Olarak Kullanımı. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2024; 7(4): 1913-1932.

1. Giriş

Hayvansal proteinler; dengeli amino asit profillerine sahip birincil kaynaklar olmasına rağmen, bitki bazlı proteinlere olan ilgi ve talep çeşitli nedenlere bağlı olarak gün geçtikçe artmaktadır. Artan dünya nüfusu ve gelir düzeyi ile değişen yaşam tarzının bir sonucu olarak, hayvansal kaynaklı ürünlere olan talebin 2050 yılına kadar %70 oranında artacağı öngörülmektedir (Yitbarek, 2019). Hayvansal

proteinlere kıyasla bitkisel kaynaklı proteinlerin daha ekonomik olmaları ile birlikte daha düşük çevresel etkiye sahip oldukları belirtilmektedir. Yaşanan COVID-19 pandemisi, tüketicilerde beslenme ve sağlık arasındaki ilişki konusunda farkındalık oluşturmuş ve bitkisel protein pazarının artmasına katkıda bulunmuştur (Boukid, 2021).

Et ve hayvansal bazlı ürünlerin aşırı tüketimine ilişkin sağlık endişeleri; vegan veya vejetaryen olarak et tüketimini azaltmayı veya diyetlerinden çıkarmayı seçen bazı sağlık bilincine sahip tüketiciler için de endişe vericidir (Boukid, 2021). Et üretiminin çevre üzerinde; küresel ısınmaya, deniz seviyesinin yükselmesine, aşırı hava olaylarına, kuraklığa ve diğer yıkıcı etkilere neden olan önemli sera gazı emisyonlarındaki artışa sebebiyet vermesi (tarımdan kaynaklanan toplam emisyonların %54'ünü oluşturmaktadır) gibi çeşitli etkileri vardır. Bunlar fosil yakıt kullanımından kaynaklanan kirlilik, tatlı suların azalması ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi örneklendirilebilir (Henning, 2011; OECD-FAO Tarımsal Görünüm, 2021–2030). Tüm bu sebepler bitki bazlı et alternatifleri ürünler üretmek ve tüketmek için bir öncü olmuştur. Bu çalışmada mevcut bilimsel literatürlerin ışığı altında hayvansal kaynaklı et ve et ürünleri ile bitki bazlı et alternatifleri ürünlerin duyuşsal kabul edilirliliği ve sağlık üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Modern Et Alternatifi Ürünler

Küresel et tüketimini azaltmak için etin alternatif protein ürünleriyle değiştirilmesi teşvik edilmektedir. Et alternatifleri ürünleri üç ana türe ayırmak mümkündür. Bunlar; bitki bazlı et ve ürünleri, doku mühendisliği teknolojisi kullanılarak laboratuvarlarda kültürlenmiş et ürünleri olan *in vitro* et ve ürünleri, yenilebilir böcekler ile üretilen et ve ürünleridir (Lee ve ark., 2020). Bitki bazlı et alternatifleri şu anda sanayileşmiş ülkelerde en popüler et alternatifleri ürünlerdir (Gómez-Luciano ve ark.,2019; Lundén ve ark., 2020). Bitki bazlı et alternatifleri, bitkisel proteinlerden yapılan tekstürel gıda ürünleridir (Lee ve ark., 2020). Küresel bitki bazlı protein pazarının yıllık %7,2 bileşik büyüme oranıyla büyüerek 2026 yılında 15,6 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Maningat, 2022). Bu büyüme muhtemelen alternatif protein şirketlerine yapılan artan girişim yatırımlarının artması, teknolojik yenilikler, bitki bazlı beslenmenin potansiyel sağlık yararları, bitkisel proteinlerin üretimi ve tüketimiyle ilişkili çevresel sürdürülebilirlik ve esnek beslenmeye yönelimin artmasından kaynaklanmaktadır. Bitki bazlı bir diyete geçişin, iklim değişikliğinin azaltılmasına yardımcı olacağı düşünölmektedir. Çünkü böyle bir beslenmede, hayvansal kaynaklı bir diyete göre daha az enerji, su ve toprak kaynağına ihtiyaç duyulmaktadır (Pimentel ve Pimentel, 2003).

Kök hücrelerin keşfi, *in vitro* hücrelerin üretilmesini mümkün kılmış ve bu durum kültürlenmiş et için teorik bir temel oluşturmuştur. Teorik olarak büyüme faktörleri; oksijen, besinler ve sıcaklık gibi uygun kültür koşulları altında, kök hücreler *in vitro* çoğalarak çok çekirdekli miyotüpler, ardından daha fazla çoğalma ve farklılaşma yoluyla kas lifleri oluşturabilmektedir. Kas lifi sonunda olgunlaşarak sosis, biftek ve hamburger köftesi gibi çeşitli ürönlere işlenebilen kasa dönüşebilmektedir. Kültürlü et üretim sistemi için nanoteknoloji dâhil olmak üzere farklı teknikler vardır. İskelet; uydu hücreleri veya hayvan

embriyolarının kas dokusunu oluşturan hücreleri için bir taşıyıcı olarak kullanılabilir. Bu teknoloji, jambonlu burger ve sosis yapımında kullanılacak yumuşak veya kemiksiz et üretebilmektedir (Jairath ve ark., 2021). Diğer yandan kendi kendini yenileme tekniği, tıpkı etin doğal formu gibi, çok gerçekçi üç boyutlu bir et yapısı üretebilmektedir. Nanoteknoloji uzmanları, benzer atomları veya molekülleri seçici olarak bütün bir yapı halinde birleştirebilen nanorobotlar veya birleştiriciler geliştirmektedir. Geliştirilen bu yapılar teorik olarak herhangi bir şekle sahip maddeleri orijinal hallerinde üretebileceklerdir (Gaydhane ve ark., 2018).

Yeni çevre dostu protein kaynakları arasında yenilebilir böcekler değerli adaylar olarak görünmektedir (FAO, 2009; Gahukar, 2011; Belluco ve ark., 2013). Böcekler; yıl boyunca üreyen ve yüksek doğurganlık oranlarına sahip canlılardır. Esas olarak düşük sera gazı emisyonlarına neden olmaları, küçük üreme alanı gereksinimleri ve bazı türlerde çiftlik hayvanlarını veya insanları beslemek için organik, endüstriyel ve tarımsal yan ürünleri geri dönüştürme yeteneğine sahip olmalarından dolayı değerli bir alternatif olarak görülmektedir (Bednárová ve ark., 2013; Rumpold ve Schlüter, 2013a; Rumpold ve Schlüter, 2013b). Bu çevresel faydalarının yanı sıra böcekler oldukça besleyicidir ve özellikle yüksek kaliteli protein açısından zengindirler (Yen, 2009; Van Huis ve ark., 2013; Yi ve ark., 2013). Un kurdu larvaları ve cırcır böcekleri kuru ağırlıkta sırasıyla %50 ve %75'e kadar protein içerir ve bu protein fenilalanin, tirozin ve triptofan gibi esansiyel aminoasitlerden oluşur (Rumpold ve Schlüter, 2013a; Siemianowska ve ark., 2013; Bednárová ve ark., 2014; Caparros Megido ve ark., 2015). Böceklerin gıda olarak pek çok faydasına rağmen; Batı ülkelerinde böcek gıdası tüketme eğilimindeki isteksizlik açıkça yerleşmiştir. Bu durum hayvanların kökenleri ve habitatları hakkındaki bilgi veya sindirim sonrası olumsuz etkilerle karşılaşılma ihtimali ile açıklanabilmektedir (Rozin ve ark., 1999; Schösler ve ark., 2012; Caparros Megido ve ark., 2014; Verbeke, 2015). Literatürde Batı kültüründe tüketicilerin algılarına ve böcekleri et ikamesi olarak benimsemeye hazır olup olmadıklarına odaklanan çok az çalışma bulunmaktadır (Verbeke, 2015; Tan ve ark., 2016).

3. Bitki Bazlı Et Alternatifi Ürünler

Son zamanlarda yapılan çalışmalar et alternatifi ürünlerin doku, lezzet, renk vb. gibi karakteristik özelliklerinin, kullanılan içeriklere bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bileşenlerin et alternatifi ürünlerin duyuşal özellikleri üzerindeki etkisini anlamak için öncelikle bu bileşenlerin kullanım amaçlarının ve işlevlerini araştırılması gerekmektedir. Genel olarak et alternatifi bir ürün; su (ağırlıkça %50 ile %80), dokulu bitkisel proteinler (ağırlıkça %10 ile %25) dokusuz proteinler (ağırlıkça %4 ile %20), aroma maddeleri (ağırlıkça %3 ile %10), yağ (ağırlıkça %0 ile %15), dolgu maddeleri (ağırlıkça %1 ile %5) ve renklendirici maddeler (ağırlıkça %0 ile %0,5) içermektedir (Egbert ve Borders, 2006). Bileşenlerin formülasyonu, duyuşal özellikler açısından kabul edilen et alternatifi ürünlerin içeriklerini belirtmektedir. Yüksek miktarda su içermesi sadece ürünün maliyetini düşürmekle kalmamakta, aynı zamanda gerçek et tüketimindeki istenilen sululuk ile üretimdeki elastik özelliği sağlamakta ve emülsiyon oluşma sürecine yardımcı olmaktadır. Beslenme amaçlı protein ikamesi istenen dokuyu,

ağızda bıraktığı hissi ve görünümü tamamen iyileştirmemektedir. Tekstüre edilmiş proteinler kullanılarak et değişimi iki yolla gerçekleştirilebilir. Birinci yol, tekstüre edilmiş proteinlerin etle harmanlanmasına (yani ete elastik özellik kazandırılması) dayanırken, diğer yol, tamamen vegan veya vejetaryen ürünler oluşturmak için etin tekstüre proteinlerle tamamen değiştirilmesine dayanmaktadır (Riaz, 2004). Et alternatifi ürün tek başına görünüm, doku veya ağızda bıraktığı his açısından ete benzemez, ancak eklenen katkı maddeleri ile gıda ürününün genel fonksiyonel özellikleri geliştirilmektedir. Öte yandan et alternatifi ürünlerin, herhangi bir et içeren bileşen olmadan hidratlandığında ve pişirildiğinde etin görünümünü, dokusunu, lezzetini ve rengini bir bütün olarak benzetmesi amaçlanmaktadır (Riaz, 2004; Singh ve ark., 2008). Bu nedenle, dokusal ve tekstürel özellikleri iyileştirmek için bazı kimyasallar ya da bileşenler kullanılabilir. Soya proteini izolatları ve konsantreleri, buğday gluteni, yumurta akı, hidrokoloidler ve diğer bağlayıcı maddeler (nişasta gibi), ürünün su alma kapasitesini, emülsiyon kapasitesini arttırmak, emülsiyon stabilitesi sağlamak ve aynı zamanda ürünün performansını ayarlamak için eklenmektedir. Ürünün dokusu, tadı ve görünümü tüketicinin kabulünde belirleyici bir faktör olup (Hoek ve ark., 2011), bu amaçla aroma ve renklendiriciler kullanılmaktadır. Ürüne dahil edilen yağ miktarı da nihai gıda ürününün aromasında, renginde ve dokusunda rol oynayabilmektedir (Hoek ve ark., 2011).

Bitki bazlı et alternatifi ürünler üzerine yapılan çalışmaların daha çok yeni protein kaynakları ve bunların protein fraksiyonlarının işlevselliği üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Çalışmalarda, gıda proteinlerinin süreç-yapı-işlev ilişkisinin anlaşılması ve bunların protein açısından zengin gıda ürünlerinin kalitesini ve işlevselliğini nasıl önemli ölçüde geliştirebilecekleri konularına odaklanılmıştır (Haque ve ark., 2016; Singhal ve ark., 2016). Bitkisel proteinlerin elde edildiği kaynaklar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Bitkisel Proteinlerin Ana Kaynakları (Fraser ve ark., 2018)

Bitkisel Proteinler	Ana Kaynakları
Yağlı tohum proteinleri	Soya fasulyesi, kolza tohumu/kanola, pamuk tohumu, yarfıstığı, ayçiçeği çekirdeği, susam, aspir, keten tohumu
Tahıl proteini	Buğday, mısır, pirinç, arpa, yulaf, sorgum, amarant
Baklagil ve bakliyat proteini	Fasulye, nohut, guar, mercimek, acı bakla, bezelye
Yaprak proteinleri	Yonca, tütün, dut çalısı, çimen, şeker kamışı, şeker pancarı

Şu anda et alternatifi ürünlerin çoğu, spesifik özellikleri ve düşük fiyatları nedeniyle soya proteinine dayanmaktadır. Soya proteini ve diğer yağlı tohum bitkilerinden elde edilen proteinlerin yanı sıra çeşitli substratlara ve mikroorganizmalara dayalı fermentasyonla üretilen proteinler de et ve et alternatifi ürünlerin üretimine dâhil edilmiştir (Kim ve ark., 2011). Buğday, mısır, pirinç, yağı alınmış yağlı tohumlar, fasulye unları, tahıl unları ve türevleri (örn. yağı alınmış soya unu, soya protein konsantresi,

buğday unu) gibi protein açısından zengin öncü malzemelerden et ve et alternatifi ürünlerin endüstriyel üretimi araştırılmaktadır (Kumar ve ark., 2017).

3.1. Soya Proteini

Soya; et alternatifi ürünlerde soya unu, soya proteini konsantresi ve soya proteini izolatu formunda kullanılmaktadır. Soya bileşenleri; su tutma, jelleşme, yağ emme ve emülsifiye etme kapasiteleri gibi karakteristik fonksiyonel özelliklerinden dolayı et alternatifi ürünlerde en yaygın olarak kullanılan bileşenlerdir. Yağı alınmış soya gevreğinin öğütülmesiyle üretilen yağı alınmış soya unu, yaklaşık %50 (kuru) protein içeriğine sahiptir. Protein açısından daha zengin olan soya fasulyesi protein konsantresi ve izolatu, bu yağı alınmış soyanın parçalanmasıyla elde edilmektedir. Konsantre; yaklaşık %70 protein içeriğine sahip bir ürünle sonuçlanan sulu alkol ekstraksiyonuyla üretilirken, izolat; alkali ekstraksiyon ve ardından %90 protein içeriğiyle sonuçlanan asidik pH'da çöktürme yoluyla üretilir. Soya proteini izolatının, yüksek protein saflığının yanı sıra avantajı, diğer soya içerikleriyle karşılaştırıldığında açık rengi ve yumuşak tadıdır (Liu ve Hsieh, 2007; Grabowska ve ark., 2016).

3.2. Buğday Glütenu

Buğday glütenu, et alternatifi ürün üretimi için yaygın olarak kullanılan diğer bir proteindir. Doğal bir şekilde kolaylıkla uzayabilen, lifli proteinli materyallere dönüştürülebilen ince protein filmler oluşturma kapasitesine sahiptir. Bu karakteristik özellikler, moleküler özelliklerin ve bunun sonucunda ortaya çıkan tabakalaşma davranışının bir sonucudur (Don ve ark., 2003). Disülfür protein bağlanması, üç boyutlu bir ağı oluşturulması için buğday gluteninin önemli bir özelliğidir (Ooms ve ark., 2018). Bu özelliği glütenu lifli yapı oluşumları için anahtar bir bileşen yapmaktadır (Krintiras ve ark., 2015; Nawrocka ve ark., 2017; Pietsch ve ark., 2017).

3.3. Baklagil Proteinleri

Bezelye, acı bakla, nohut, mercimek ve diğer fasulye türlerinden elde edilen baklagil proteinleri de emülsifikasyon, jel oluşumu ve köpük stabilizasyonu gibi fonksiyonel özellikleri açısından incelenmiştir (Aluko ve ark., 2009; Berghout ve ark., 2015a). Bunlar arasında et alternatifi ürün uygulamaları için en umut verici olanı, yüksek nemli ekstrüzyonla yapılandırılmış bezelye proteindir (Osen ve ark., 2014; Osen ve Schweiggert Weisz, 2016). Ancak bezelye bazlı yapılar soya bazlı ürünlere göre daha yumuşaktır (Karaca ve ark., 2011a,b; Toews ve Wang, 2013; Ladjal-Ettoumi ve ark., 2016). Bu nedenle, protein hidrojen bağının modifikasyonu, sıcaklık uygulaması, protein parçacık boyutu modifikasyonu vb. gibi işleme koşullarının optimize edilmesi yoluyla jel kuvvetinin nasıl artırılacağı araştırılmaktadır (Osen ve ark., 2014). Nohut, mercimek ve acı bakla üzerinde yapılan çalışmalar, bunların iyi emülsiyon ve köpük stabilizasyon kapasitelerine sahip olduğunu göstermiştir (Chapleau ve De Lamballerie-Anton, 2003; Boye ve ark., 2010; Bader ve ark., 2011; Karaca ve ark., 2011a; Aydemir ve Yemenicioğlu, 2013).

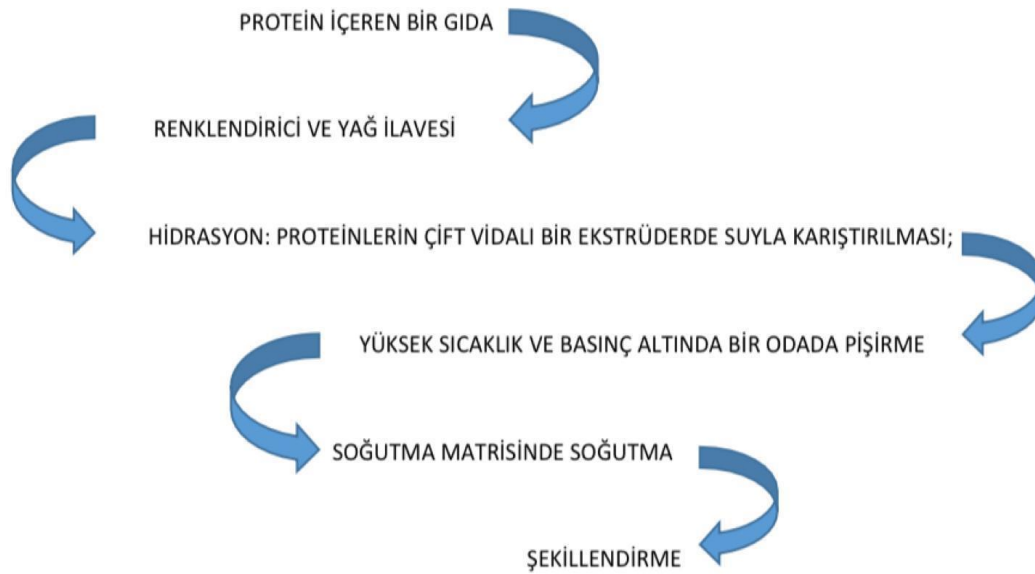
Bu proteinler, nohut hariç soyaya göre daha zayıf jelleşme kapasitesine sahiptir (Boye ve ark., 2010; Aydemir ve Yemenicioğlu, 2013; Berghout ve ark., 2015a).

3.4. Diğer Yağlı Tohum Proteinleri

Diğer protein kaynakları arasında kolza tohumu ve kanola ön sıralarda yer almaktadır. Turpgiller ailesine ait olan kolza tohumu içerdiği napin sayesinde iyi emülsifikasyon ve köpük oluşturma özellikleri sunmaktadır (Larré ve ark. , 2006; Yoshie-Stark ve ark., 2008). Kolza tohumu proteinleri; yüksek basınçta veya sıcaklıkta kullanıldığında et benzeri dokuları etkileyerek jel oluşumunu başlatabilmektedir (He ve ark., 2014). Üstelik napin, hidrofobik, iyonik ve tuz köprüsü etkileşimleri tarafından tetiklenen çözeltide beta kazein ile agregatlar oluşturduğundan, kazein içeren ürünlerde önerilmektedir (Schwartz ve ark., 2015). Esas olarak albüminler ve globülinlerden oluşan kanola protein fraksiyonları, daha düşük tuz konsantrasyonları altında yapışkan jeller oluşturabilir (Tan ve ark., 2014; Yang ve ark., 2014). K-karragenan ile karıştırıldığında, kanola proteininin bir yapılandırıcı ajan olarak görev yapabileceğini gösteren çok güçlü ve elastik ağlar gözlemlenmiştir (Uruakpa ve Arntfield, 2004).

4. Et Alternatifi Ürünlerin Üretim Teknolojileri

Et alternatifi ürünlerin üretimindeki birçok teknolojik ilerlemeye rağmen, en yaygın kullanılan tekstüre yöntemi ekstrüzyondur (Dekkers ve ark., 2018 ; Hadi ve Brightwell 2021; Lee ve ark., 2020) Yöntemin çalışma prensibi; protein içeren bir gıda karışımını hidrasyona ve yüksek sıcaklık ve basınç ile mekanik etkileşimlere tabi tutmaktır (Dekkers ve ark., 2018 ; Kazır ve Livney 2021). Ekstrüzyon akış şeması Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Ekstrüzyon akış şeması (Kołodziejczak ve ark., 2022)

Bitkisel proteini dokulandırma teknikleri ıslak eğirme ve elektrospinemeyi tekniklerini de içermektedir. Bu teknikler, protein çözeltilerinden lifler oluşturmayı hedeflemektedir. Islak eğirme yönteminde, protein çözeltisi püskürtücü ile bastırılır ve solvent olmayan bir proteine batırılmaktadır. Ekstrüzyona tabi tutulan protein fazı çökeltilerek katılaştırılmaktadır. Islak eğirme, yaklaşık 20 µm kalınlığında liflerle sonuçlanmaktadır (Dekkers ve ark., 2018 ; Zhang ve ark., 2021). Birçok kimyasal reaktifin kullanılması nedeniyle, bu teknik büyük miktarlarda atık üretir ve bu da kullanımını sınırlar (Zhang, ve ark., 2021).

Gıda üretiminin sürdürülebilirliği dikkate alındığında elektrospinning daha makul bir tekniktir. Bu yöntem; bir protein çözeltisinin topraklama elektroduna göre bir elektrik potansiyeline sahip içi boş bir iğne veya püskürtücü yardımıyla pompalanmasını içermektedir. Damlacık yüzeylerinde elektrik yükü birikmesiyle yüzeylerde dengesizlik oluşmaktadır. Bu durum, protein çözeltisinin çok ince liflere dönüşmesi ile sonuçlanmaktadır. Elektrospinning tekniği nanoliflerin üretiminde kullanılmış olsa da daha büyük ölçüde et alternatifi ürünlerin üretiminde umut verici bir araç olduğunu düşünülmektedir (Dekkers ve ark., 2018 ; Zhang ve ark., 2021).

Erimiş biriktirme modelleme diğer ismiyle üç boyutlu baskı, et alternatifi ürünlerin üretilmesi için yenilikçi bir tekniktir (Ramachandraiah 2021). Bu; potansiyel uygulamaları arasında tüm kastan et benzeri yapılar oluşturmayı içeren, katmanlı üretim adı verilen bir yöntemdir. Ekstrüzyon, mürekkep püskürtmeli baskı, bağlayıcı püskürtme ve biyobaskı olmak üzere 3D baskı teknikleri vardır (Dekkers ve ark., 2018 ; Zhang ve ark., 2021) .

Et alternatifi ürünlerin üretim ve dokulandırma teknikleri arasında kesme hücresi tekniği de önemli bir tekniktir. Bitkisel proteinin yoğun şekilde kesilmesinin gerçekleştiği akış kaynaklı yapılanma konseptine dayanmaktadır. Tekstüre işlemi, koni içinde koni veya Couette hücre cihazlarında gerçekleşmektedir. Couette hücresinin kullanımının üretim ve verim hacminin artacağı konusunda umut verici olduğu düşünülmektedir (Güneş ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2021).

5. Protein Zenginleştirilen Maddelerin ve Et Alternatiflerinin Lezzetini Geliştirme Yaklaşımları

Bitkisel protein içeriklerinin ve bunlara karşılık gelen et alternatifi ürünlerinin duyuusal kabul edilebilirliğini arttırmak için fasulyemsi kötü tatların oluşumunu önlemek, azaltmak veya maskeleyen zorunludur. Kötü kokular (uçucular) ve acı, buruk ve metalik tat (uçucu olmayanlar), ideal olarak kötü tattan sorumlu bileşiklerin ortadan kaldırılmasını gerektirmektedir. Bugüne kadar bitkisel proteinlerdeki kötü tatların giderilmesine ilişkin bilgiler hâlâ yetersizdir. Bitkisel proteinlerin duyuusal özellikleri daha baskın olduğundan, en temel yaklaşımlarından biri bitki bazlı etlerde kötü tat gelişimini engelleyen enzimlerin kullanılması olduğu öngörülebilmektedir (Roland ve ark., 2017). Kötü tat veren bileşiklerin uzaklaştırılması veya azaltılmasını amaçlayan çeşitli işlemler halen tartışılmaktadır. Hiçbir tekniğin mükemmel olmadığı ve her yöntemin kendine özgü yararları ve eksiklikleri olduğu görülmektedir. Tatlar çeşitlidir ve bitki proteinlerine farklı bağlanma varyasyonları göstermesi nedeniyle mevcut

teknikleri kullanarak tüm kötü tatları ve bunların öncülerini tamamen ortadan kaldırmak zordur (Fraser ve ark., 2018).

Aroma maddeleri, bitki bazlı et alternatiflerinde kötü tat algısını maskeleyerek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitki içeriklerinden gelen aromalar ete benzer bir tat yaratır, böylece nihai ürünlerin duyu kalitesini ve tüketici kabulünü geliştirir (Li ve Li, 2020). Bitki bazlı et ürünlerinde çok çeşitli aroma maddeleri kullanılmaktadır. Et alternatifi ürünlere sarımsak, soğan, biber, rezene, fesleğen ve kekik gibi doğal baharatlar ve otlar eklenerek spesifik tatlar kazandırılabilir (Bohrer, 2019; Li ve Li, 2020). Bu baharatlar aynı zamanda bitkisel proteinlerden kaynaklanan istenmeyen tatları da maskeleyebilmekte ve antioksidan bileşenleri nedeniyle lipid oksidasyonunu önleyebilmektedir (Yashin ve ark., 2017).

İndirgeyici şekerler (ksiloz, riboz ve glukoz), amino asitler (metionin, sistein, serin, treonin, glisin ve alanin), tat nükleotidleri (5'-guanozin monofosfat ve 5'-inosin monofosfat) gibi Maillard reaksiyonu öncüleri ve tiamin, bitki bazlı alternatiflerde etli veya kavrulmuş izlenim oluşturmak amacıyla kullanılan bileşenlerdendir (Li ve Li, 2020).

Hidroklorik asit veya protein açısından zengin bileşenlerin (soya, mısır ve buğday glütenu) enzimatik hidrolizi yoluyla üretilen hidrolize bitkisel proteinler, ete benzer bir tat vermek için kullanılmaktadır (Wu ve ark., 2003). Hidrolize bitkisel proteinler, amino asitler (glutamik asit), kısa peptitler ve çeşitli uçucu aroma bileşikleridir (Aaslyng ve ark., 1998).

Maya ekstraktı, gıdada kullanılabilir mayadan üretilen doğal bir tatlandırıcı maddedir. Tiyofen ve pirazinin varlığından dolayı kavrulmuş, etli ve tatlı bir aromaya sahiptir (Lin ve ark., 2014). Glutamik asit, 5'-nükleotidler ve diğer bileşenler nedeniyle ete özgü tatları da verebilir (Liu ve ark., 2015). Ayrıca maya ekstraktı, amino asitler, peptidler ve tiamin gibi uçucu olmayan lezzet öncülerini sağlayan bu maddeler, lezzet artırıcı olarak kabul edilirler (Alim ve ark., 2018).

Hindistan cevizi yağı, kanola, kolza tohumu yağı ve ayçiçek yağı gibi bitkisel yağlar; lezzet oluşumunda hayvansal yağların rolünü üstlenmek ve etin yumuşaklığına, sululuğuna ve ağız hissine katkıda bulunmak için sıklıkla ticari et alternatifi ürünlerde kullanılmaktadırlar (Bohrer, 2019).

Soya, et proteinlerinin "kanlı" görünümünü taklit etme kapasitesine sahiptir. Kırmızı pancar, kırmızı lahana, kırmızı meyveler, kırmızı biber ve havuçtan elde edilen pigment ekstraktları, kırmızımsı bir görünüm sağlamak için daha yüksek düzeyde işlenmiş alternatif köfte ve sosislere eklenebilmektedirler. Bununla birlikte, işlendiğinde bu bitki pigmentleri renk değişikliği yaşayabilir veya tam tersi şekilde arzu edilen "pişmiş" et rengine geçişe karşı direnç gösterebilir. Elma ekstraktı, ekstrakttaki polifenoller ve askorbik asit, havanın oksijenine maruz kaldığında veya pişirildiğinde oksitlenip kahverengiye dönüşmesi nedeniyle, pişirildiğinde kahverengi bir görünüm oluşturmak için kullanılmıştır (Yoruk ve Marshall, 2003). Yine bitki bazlı tavuklarda renklendirici olarak kullanılan titanyum dioksit (TiO₂) öncelikle beyazımsı rengi geliştirmekte, parlaklaştırmakta ve antimikrobiyal aktivite göstererek ürünün raf ömrünü arttırmaktadır (Li ve ark., 2020).

Tuzlu maya özütü, nükleotidler, şeker ve diğer tat veren bileşenler, bitki bazlı alternatiflerde yaygın olarak kullanılmaktadır ve kullanım düzeyi, lezzet eksikliğini telafi etmek için genellikle normal et ürünlerindeki kadar daha yüksektir. Pişmiş sosis, köfte ve diğer birçok işlenmiş et ürününün yoğun ve karmaşık aroması, karabiber, kekik, adaçayı, biberiye ve karanfil gibi kombine baharatlar ve otlar kullanılarak taklit edilmektedir. Bu tatlandırıcılar yalnızca karmaşık bir işlenmiş et aroması profili oluşturmakla kalmamakta, aynı zamanda bazı baklagil proteinlerinin kötü tadını da maskeleymektedir. Besin eksikliklerini tamamlamak için seçilmiş mineraller ve vitaminler eklenerek besin profili normal ete yakın hale getirilebilmektedir (Gaudette ve Pietrasik, 2017).

Etanol ve izopropanol gibi organik çözücüler, bitki protein konsantrasyonlarından veya izolatlarından polar lipitleri (fosfolipidler) ve uçucu bileşikleri çıkarmak için uzun süredir kullanılmaktadır (Damodaran ve Arora, 2013). İstenmeyen tat bileşiklerini uzaklaştırmak için solvent ekstraksiyonunun kullanılması, düşük maliyet, kolay kullanım ve iyi kontrol edilebilirlik gibi avantajlara sahiptir. Üstelik peptidler, fenolikler ve saponinler gibi acı tada sahip uçucu olmayan bileşenler, solvent fazında birikme eğilimindedir ve daha sonra ekstrakte edilebilir (Saha ve Hayashi, 2001). Birlikte ele alındığında, bu solvent işlemlerinin, istenmeyen tat moleküllerini azaltmada ve aynı zamanda tat özelliklerini iyileştirmede yararlı olduğu kanıtlanmış olsa da, protein denatürasyonu ve protein işlevselliğinin kaybı, üzerinde çalışılmayı zorunlu kılan zararlı ikincil sonuçlar arasındadır (Lokuruka, 2011; Wang ve ark., 2020a).

Baklagil tohumlarının ıslatılması, genellikle çimlendirme, pişirme veya ısıtma gibi diğer işlemlerden önce kullanılan bir işlemdir. Tohumlar, suyun emilmesine ve istenmeyen bileşiklerin (anti-besleyici maddeler ve kötü tat veren bileşikler) ıslatma suyuna sızmasına izin vermek için birkaç saat suda ıslatılır. Örneğin, acı bakla tohumlarının ıslatılmasının, alkaloidlerden kaynaklanan acıyı azalttığı belirtilmiştir (Yadesa ve Biadge, 2017).

Bitkisel proteinlerin enzimatik hidrolizi, fonksiyonel özellikleri geliştirmek (jelleşme, emülsifikasyon, köpük oluşturma ve su tutma kapasitesi) ve alerjeniteyi azaltmak ve ayrıca et alternatiflerinin ete benzer tadını arttırmak için et aroması öncülleri üretmek için de kullanılmıştır. Bununla birlikte, bitki proteinlerinin ve bunları içeren ürünlerin istenmeyen tatlarını azaltmak veya ortadan kaldırmak için bu tekniğin kullanımı ile ilgili sınırlı sayıda araştırma vardır (Sun, 2011).

Fermentasyon; aroma profilini iyileştirmek ve bitkisel protein içeriklerinde kötü tat oluşumunu azaltmak için en yaygın yaklaşım olmuştur. Çalışmalar, izole edilmiş soya, bezelye, acı bakla proteinleri kullanılarak üretilen ürünlerdeki acı ve fasulye aromalarının maskelenmesi veya azaltılması üzerine odaklanmıştır. Fermente baklagil proteinlerinin lezzet özellikleri, kullanılan starter kültürlere, starter kültürlerin metabolik aktivitelerine (aroma veya öncül bileşiklerin) ve hedeflenen kötü aroma bileşiklerini parçalayan spesifik enzimlerin (proteazlar) salınmasına veya aktivasyonuna bağlıdır (Meinlschmidt ve ark., 2016a,b; Tangyu ve ark., 2019).

6. Bitkisel Proteinlerin Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi

Diyette etin temel beslenme amacı yüksek kalitede protein sağlamaktır (Heinz ve Hautzinger, 2007). Etin tamamen et benzeri ürünlerle değiştirilmesi durumunda bu ürünlerin besin değeri açısından benzer yararları sağlaması gerekir. %30'a kadar protein içeriğine ve düşük lipit seviyesine sahip bir et alternatifi ürününün, besin değeri değerlendirildiğinde ete iyi bir alternatif ürün olabileceği belirtilmektedir. Aynı zamanda, dengeli bir diyet programı değerlendirilirken yalnızca protein içeriği değil, et ve et alternatifi ürünlerinin tüm besin değerleri ve bunların oranları da dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Bu nedenle et alternatifi ürünler benzer protein miktarına sahip olmalıdır (Alexander ve ark., 2017a).

Et alternatifi ürünlerin bir diyetle tamamen etin yerini alması gerekiyorsa, sığır eti olarak benzer aminoasit içeriğine sahip olması nedeniyle soyanın cazip bir seçenek olduğu ifade edilmektedir (Alexander ve ark., 2017a). Soya olmadan, tahıl ve baklagil proteinlerinin kombinasyonları gibi tamamlayıcı amino asit bileşimine sahip protein içerikli tarifler kullanılarak yüksek aminoasit içeriği elde edilebilmektedir. Ayrıca, B12 vitamini (kobalamin) gibi vitaminler ve demir gibi eser elementler, etin tamamen kesildiği diyetler için temel ilaveler olarak kabul edilir. Bununla birlikte, diyeti et ağırlıklı olan tüketicilerin çoğu aşırı protein tüketimine sahiptir (Alexander ve ark., 2017b). Diyetle etin et alternatifi ürünlerle kısmen değiştirilmesi durumunda da gereksinimler karşılanabilmektedir. Ayrıca, etin daha yüksek diyet lifi içeriği olan bir ürünle değiştirilmesi, daha dengeli bir diyetle katkıda bulunabilir. Başka bir deyişle, et alımının azaltılmasının ek faydaları olabilir. Et alternatifi ürünler doymuş yağ asitleri, kolesterol veya ürik aside dönüşen azotlu bileşik olan pürin içeriğine sahip olmadığı için, kırmızı et tüketiminin fazla olduğu durumlarda yaşanabilecek bazı olumsuz sağlık sorunlarından kaçınılabilmektedir (Wild, 2016). Ek olarak et ve süt ürünleri tüketiminin az olduğu diyetler genellikle yüksek miktarda diyet lifi ve sağlığı yararlı olan fotokimyasallar içerir (Craig, 2010). Bitkisel proteinlere dayalı diyetlerin, obezitenin neden olduğu metabolik fonksiyon bozukluğunun önlenmesine (Wanezaki ve ark., 2015) Tip 2 diyabette klinik indekslerin ve kardiyovasküler hastalık riskinin azaltılmasına yardımcı olduğu (Craig, 2010), antikanser, antiinflamatuvar aktiviteye ve bağışıklık aktivitesi gibi birçok sağlık faydasına sahip olduğu belirtilmektedir (Clifton, 2011; Zhang ve ark., 2016; Nakata ve ark., 2017). Ayrıca et alternatifi ürünlerin tokluk hissini artırıcı etkisi ile kilo kaybına etki edebilir veya kilonun korunmasını iyileştirebilir (Westertep-Plantenga ve ark., 2012; Kristensen ve ark., 2016). Bununla birlikte hem hayvansal protein kaynakları hem de bitki kökenli gıdalar, diyet pürinleri açısından zengindir ve en yüksek içeriği karaciğer, böbrek vb. organ etleri sergiler. Adenin, hipoksantin gibi pürinler oldukça ürikojenik olarak kabul edilmekte ve hiperürisemik kişiler tarafından tüketilmemesi gerekmektedir (Grygiel-Górniak ve Puszczewicz, 2014). Buğday, soya fasulyesi, bezelye veya mantar gibi geleneksel olmayan kaynaklardan elde edilen saflaştırılmış protein izolatları veya konsantreleri düşük pürin içeriğine sahiptir ve bu nedenle yeni ürünlerin geliştirilmesi için cazip bir seçenek olabilir (Havlik ve ark., 2010). Pürin içeriğinin yanı sıra, diğer bir endişe konusu da işleme sırasında meydana gelebilen veya et ürünlerinde olduğu gibi et alternatifi ürünlerinde yağın varlığıyla tetiklenebilen protein oksidasyonudur. Soya bazlı proteinlerin oksidasyona uğraması sonucunda proteinlerin sindirilebilirliği

düŖebilmekte ve bu durum vücuda alınması gereken aminoasitlerin miktarını azaltabilmektedir (Chen ve ark., 2013; Lu ve ark., 2017). Soya bazlı ürünlere eşlik eden çeŖitli zorluklara rağmen soya, galaktoz, arabinoz, galakturonik asit, ksiloz, fruktoz rafinoz ve stakioz gibi oligosakkaritler, triptofan ve ramnozdan oluŖan suda çözüner diyet lifi aısından zengin olması nedeniyle yararlı işlevler sunmaktadır (Nakata ve ark., 2017).

Ayrıca bitkisel proteinlerde bulunan başlıca anti-besin maddeleri ve etkileri;

Tanenler Tanik asit, kardiyovasküler hastalığın ilerlemesinden kaynaklanan komplikasyonları önleme potansiyeline sahiptir. Farelere yapılan bir çalışmada tanik asidin miyokardiyal fibrozisi önleyebildiği bulunmuŖtur (Ma ve ark., 2020) Ŗeklinde sıralanabilmektedir.

Fitik asit: Vücuttaki mikro besinlerin kullanımını azaltma yeteneği, onu diyetle anti-beslenme faktörü haline getirmektedir. Gıdanın mikro besin kalitesinin arttırılması büyük bir zorluktur çünkü birçok faktör etkili mikro besin dağıtımının önüne geçmektedir (Coulibaly ve ark., 2011; Ertop ve ark., 2018). Nişasta içeriğinin iyileştirilmesi ise birçok gıda mahsulünün iyileştirilmesinin nedeni olmuŖtur. Fitik asidin demirin alımını ve biyoyararlanımını etkilediğine dair kanıtlar vardır (Zijp ve ark., 2000). Demirin emilimi duodenumun proksimal kısmında gerçekleşir. Zayıf Ŗelatörler demiri daha çözüner hale getirdikleri için faydalı olsa da, güçlü Ŗelatörler inhibitör görevi görür. EDTA zayıf bir Ŗelatör örneğidir, fitik asit ise güçlü bir Ŗelatör örneğidir (Hatcher ve ark., 2009).

Saponinler: Saponinler mikrobiyal büyümeyi ve mantar büyümesini engelleyebildiğinden, bitkiler tarafından geliştirilen bir savunma mekanizması oldukları düşünölmektedir. Soya fasulyesi, fasulye, bezelye vb. gibi birçok önemli baklagilde doğrulanmıştır. Birçok farklı türdeki saponinlerin tümör baskılayıcı özellikleri iyi belgelenmiştir. Saponinlerin tümör baskılama tedavileriyle birlikte uygulanması da tavsiye edilir. Saponinler tümör hücrelerinde apoptoza ve hücre döngüsü durmasına neden olabilir (Bachran ve ark., 2008). Saponinler, optimal koŖullarda sağlık yararları sağlayabilen gıda bileşenleridir (Rajputve ark., 2007).

Lektinler ve hemaglutininler: Lektinler karbonhidratları hedef alabilir ve emilimini azaltabilir, kişinin sağlığı ve beslenmesi aısından çok zararlı olabilmektedir. . ÇeŖitli kanser türlerini azaltabilen lektinlerin birkaç örneği vardır. Pişirmek bunların azaltılmasına yardımcı olabilir, ancak vücuda girdiklerinde bunların parçalanması çok zordur ve vücut onları etkili bir Ŗekilde ortadan kaldıramaz. Çiğ barbunya fasulyesi gibi yüksek konsantrasyonlarda lektinlerin Ŗiddetli karın ağrısı, kusma ve ishale neden olduğu bildirilmektedir. Ancak bunları pişirmek anti-besin sorununu çözer. Çiğ soya fasulyesi yüksek miktarda hemaglutinin ünitesi içerir ancak bunlar basınçlı pişirme sırasında elimine edilir. Ancak bir miktar anti-besin maddesi içerseler bile sağlıklı olabilecek kadar besleyicidirler (Ryva ve ark., 2019).

Enzim inhibitörleri: Enzim inhibitörleri vücutta mevcutsa sindirim enziminin işlevselliğini azaltabilmektedir. Üç ana sindirim enzimi türü bu enzimlerden etkilenebilir. Bu inhibitörlerden etkilenebilen enzimler proteazlar, amilazlar ve lipazlardır (Cabrera-Orozcove ark., 2013). Bu enzim inhibitörleri hedef enzimlerine özeldir ve hedefledikleri enzimin türüne göre karakterize edilebilir. Bu

nedenle proteaz inhibitörleri, amilaz inhibitörleri ve lipaz inhibitörleri olarak adlandırılan üç gruba ayrılırlar (Huma ve Khalid, 2007).

6. Sonuç

Son dönemde tüketiciler sağlıklı, sürdürülebilir ve gereksinimlere uygun beslenmek ve yeni gıda ürünlerini denemek istedikleri için et alternatiflerine yönelmeye başlamışlardır. Beslenmede hayvansal kaynaklı etlerin yerini alacak güvenli, lezzetli bitki bazlı etler yaratmak, hayvancılık endüstrisinin çevresel etkilerini azaltmak ve nihayetinde ortadan kaldırmak için kritik öneme sahiptir.

Et alternatifleri üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde, bitki bazlı proteinlerin ve ekstrüzyon, kesme, karıştırma gibi teknolojilerin kullanımı ile et benzeri doku üretmenin mümkün olduğu anlaşılmaktadır. Fakat etin renk, aroma ve ağızda bıraktığı his gibi diğer duyuşal özelliklerinin kabul edilebilirliğini sağlamak için protein olmayan ilave bileşenler kullanılabilir. Bunun yanı sıra, yeni kaynaklardan elde edilen proteinlerin, et alternatifi ürünler için uygunluğu araştırılabilir. Et alternatiflerine yönelik araştırma noktaları, "sağlık", "uygunluk", "sürdürülebilirlik", "tüketilebilirlik" ve "lezzet" gibi hususlara odaklanmalıdır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- Aaslyng MD., Martens M., Poll L., Nielsen PM., Flyge H., Larsen LM. Chemical and sensory characterization of hydrolyzed vegetable protein, a savory flavoring. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1998; 46(2): 481–489
- Alexander P., Brown C., Arneith A., Dias C., Finnigan J., Moran D., Rounsevell MD. Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use?. *Global Food Security* 2017; 15, 22-32.
- Alexander P., Brown C., Arneith A., Finnigan J., Moran D., Rounsevell MD. Losses, inefficiencies and waste in the global food system. *Agricultural Systems* 2017b; 153, 190-200.
- Alim A., Song H., Liu Y., Zou T., Zhang Y., Zhang S. Flavour-active compounds in thermally treated yeast extracts. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2018; 98(10): 3774–3783.
- Aluko RE., Mofolasayo OA., Watts BM. Emulsifying and foaming properties of commercial yellow pea (*Pisum sativum* L.) seed flours. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2009; 57(20): 9793-9800.

- Aydemir LY., Yemenicioğlu A. Potential of Turkish Kabuli type chickpea and green and red lentil cultivars as source of soy and animal origin functional protein alternatives. *LWT-Food Science and Technology* 2013; 50(2): 686-694.
- Bachran C., Bachran S., Sutherland M., Bachran D., Fuchs H. Saponins in tumor therapy. *Mini reviews in Medicinal Chemistry* 2008, 8(6): 575-584.
- Bader S., Bez J., Eisner P. Can protein functionalities be enhanced by high-pressure homogenization?—A study on functional properties of lupin proteins. *Procedia Food Science* 2011; 1, 1359-1366.
- Bednářová M., Borkovcová M., Komprda T. Purine derivate content and amino acid profile in larval stages of three edible insects. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2014; 94(1): 71–76.
- Bednářová M., Borkovcová M., Mlcek J., Rop O., Zeman L. Edible insects – Species suitable for entomophagy under condition of Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 2013; 61, 587–593.
- Belluco S., Losasso C., Maggioletti M., Alonzi CC., Paoletti MG., Ricci A. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: A critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2013; 12(3): 296–313.
- Berghout JAM., Boom RM., van der Goot AJ. Understanding the differences in gelling properties between lupin protein isolate and soyprotein isolate. *Food Hydrocolloids* 2015a; 43, 465-472.
- Berghout JAM., Venema P., Boom RM., Van der Goot AJ. Comparing functional properties of concentrated protein isolates with freeze-dried protein isolates from lupin seeds. *Food Hydrocolloids* 2015b; 51, 346-354.
- Bohrer BM. An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Science and Human Wellness* 2019; 8(4): 320–329
- Boukid F. Plant-based meat analogues: From niche to mainstream. *European Food Research and Technology* 2021; 247(2): 297-308.
- Boye JI., Aksay S., Roufik, S., Ribéreau S., Mondor M., Farnworth E., Rajamohamed SH., Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. *Food Research International* 2010; 43(2): 537-546.
- Cabrera-Orozco A., Jiménez-Martínez C., Dávila-Ortiz G. Soybean: Non-nutritional factors and their biological functionality. *Soybean-Bio-Active Compounds* 2013, 387-410.
- Caparros Megido R., Alabi T., Nieuw C., Blecker C., Danthine S., Bogaert J., et al. Optimization of a cheap and residential small-scale production of edible crickets with local by-products as an alternative protein-rich human food source in Ratanakiri Province (Cambodia). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2015; 96(2): 627–632.
- Caparros Megido R., Sablon L., Geuens M., Brostaux Y., Alabi T., Blecker C., et al. Edible insects acceptance by Belgian consumers: Promising attitude for entomophagy development. *Journal of Sensory Studies* 2014; 29(1): 14–20.

- Chapleau N., De Lamballerie-Anton M. Improvement of emulsifying properties of lupin proteins by high pressure induced aggregation. *Food Hydrocolloids* 2003; 17(3): 27-280.
- Chen N., Zhao M., Sun W., 2013. Effect of protein oxidation on the in vitro digestibility of soy protein isolate. *Food Chemistry* 2013; 141(3): 3224-3229.
- Clifton PM. Protein and coronary heart disease: the role of different protein sources. *Current Atherosclerosis Reports* 2011; 13(6): 493-498.
- Coulibaly A., Kouakou B., Chen J. Phytic acid in cereal grains: structure, healthy or harmful ways to reduce phytic acid in cereal grains and their effects on nutritional quality. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*, 2011, 1(1): 1-22.
- Craig WJ. Nutrition concerns and health effects of vegetarian diets. *Nutrition in Clinical Practice* 2010; 25(6): 613-620.
- Damodaran S., Arora A. Off-flavor precursors in soy protein isolate and novel strategies for their removal. *Annual Review of Food Science and Technology* 2013; 4, 327-346
- Dekkers BL., Bom RM., van der Goot AJ. Et analoglarına yönelik süreçlerin yapılandırılması. *Trendler Gıda Bilimi. Teknoloji*. 2018, 81, 25-36.
- Don C., Lichtendonk W., Plijter JJ., Hamer RJ. Glutenin macropolymer: a gel formed by glutenin particles. *Journal of Cereal Science* 2003; 37(1): 1-7.
- Egbert R., Borders C. Achieving success with meat analogs. *Food Technology* 2006; 60(1): 28-34.
- Ertop MH., Bektaş M. Enhancement of bioavailable micronutrients and reduction of antinutrients in foods with some processes. *Food and Health*, 2018, 4(3): 159-165.
- FAO 2009. The State of Food and Agriculture. Rome, Italy. <http://www.fao.org/catalog/inter-e.htm>, Erişim tarihi 18.03.2020.
- Fraser RZ., Shitut M., Agrawal P., Mendes O., Klapholz S. Safety evaluation of soy leghemoglobin protein preparation derived from *Pichia pastoris*, intended for use as a flavor catalyst in plant-based meat. *International Journal of Toxicology*. 2018; 37(3): 241-262.
- Gahukar RT. Entomophagy and human food security. *International Journal of Tropical Insect Science* 2011; 31(3): 129-144.
- Gaudette NJ., Pietrasik Z. Azaltılmış sodyumlu işlenmiş etlerde tuz ikame maddelerinin ve lezzet artırıcıların duyuusal etkisi matrikse bağlıdır. *J. Sens. Stud.* 2017; 32, 12247
- Gaydhane MK., Mahanta U., Sharma CS., Khandelwal M., et al.,. Cultured meat: State of the art and future. *Bio manufacturing Reviews* 2018; 3(1): 1-10.
- Gómez Luciano LB., Tsai IJ., Chuma I., Tosa Y., Chen YH., Li, JY., Li WH. Blast fungal genomes show frequent chromosomal changes, gene gains and losses, and effector gene turnover. *Molecular biology and evolution* 2019; 36(6): 1148-1161.
- Grabowska KJ., Zhu S., Dekkers BL., De Ruijter NCA., Gieteling J., Van Der Goot AJ. Shear-induced structuring as a tool to make anisotropic materials using soy protein concentrate. *Journal of Food Engineering* 2016; 188, 77-86.

- Grygiel-Górniak B., Puszczewicz MJ. Diet in hyperuricemia and gout - Myths and facts. *Reumatologia* 2014; 52(4): 269-275.
- Güneş C., Ge JOJ., Gan R., Fang Y. Et benzeri ürünlerin işlenmesi, kalitesi, güvenliği ve kabulü. *Mühendislik* 2021; 7, 674–678.
- Hadi J., Brightwell G. Alternatif proteinlerin güvenliği: kültürlenmiş et, bitki bazlı et, böcek proteini ve tek hücreli proteinin teknolojik, çevresel ve düzenleyici yönleri. *Yiyecekler* 2021; 10, 1226.
- Haque A., Timilsena YP., Adhikari B. Food proteins, structure, and function. *Reference Module in Food Science* 2016; 1-8.
- Hatcher HC, Singh RN., Torti FM., Torti SV Synthetic and natural iron chelators: therapeutic potential and clinical use. *Future Medicinal Chemistry*,2009; 1(9): 1643-1670.
- Havlik J., Plachy V., Fernandez J., Rada V. Dietary purines in vegetarian meat analogues. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2010; 90(14): 2352-2357.
- He R., He HY., Chao D., Ju X., Aluko R. Effects of high pressure and heat treatments on physicochemical and gelation properties of rapeseed protein isolate. *Food and Bioprocess Technology* 2014; 7, 1344-1353.
- Heinz G., Hautzinger P. Meat processing technology for small-to medium scale producers. *FAO Regional Office for Asia and the Pacific* 2007.
- Henning B. Standing in livestock’s “long shadow”: the ethics of eating meat on a small planet. *Ethics & the Environment* 2011; 16(2): 63–93.
- Hoek AC., Luning PA., Weijzen P., Engels W., Kok FJ., de Graaf C. Replacement of meat by meat substitutes. A survey on person- and product-related factors in consumer acceptance. *Appetite* 2011; 56(3): 662-673.
- Huma H., Khalid MF. Plant protease inhibitors: a defense strategy in plants. *Biotechnology and Molecular Biology Reviews*, 2007, 2(3): 68-85.
- Jairath G., Mal G., Gopinath D., Singh B. A holistic approach to assess the viability of cultured meat: A review. *Trends in Food Science & Technology* 2021; 110, 700-710.
- Karaca AC., Low N., Nickerson M. Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction. *Food Research International* 2011a; 44(9): 2742-2750.
- Karaca AC., Nickerson MT., Low NH. Lentil and chickpea protein-stabilized emulsions: optimization of emulsion formulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2011b; 59(24): 13203-13211.
- Kazır M., Livney YD. Bitki bazlı deniz ürünleri analogları. *Moleküller* 2021; 26, 1559.
- Kim K., Choi B., Lee I., Lee H., Kwon S., Oh K., Kim AY. Bioproduction of mushroom mycelium of *Agaricus bisporus* by commercial submerged fermentation for the production of meat analogue. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2011; 91(9): 1561-1568.

- Kołodziejczak K., Onopiuk A., Szpicer A., Poltorak A. Meat Analogues in the perspective of recent scientific research: A review. *Foods* 2022; 11(1): 105.
- Krintiras GA., Göbel J., Van Der Goot AJ., Stefanidis GD. Production of structured soy-based meat analogues using simple shear and heat in a Couette cell. *Journal of Food Engineering* 2015; 160, 34-41.
- Kristensen MD., Bendsen NT., Christensen SM., Astrup A., Raben A. Meals based on vegetable protein sources (beans and peas) are more satiating than meals based on animal protein sources (veal and pork) - a randomized cross-over meal test study. *Food and Nutrition Research* 2016, 60(1): 1-9.
- Kumar P., Chatli MK., Mehta N., Singh P., Malav OP., Verma AK. Meat analogues: health promising sustainable meat substitutes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2017; 57(5): 923-932.
- Ladjal-Ettoumi Y., Boudries H., Chibane M., Romero A. Pea, chickpea and lentil protein isolates: physicochemical characterization and emulsifying properties. *Food Biophysics* 2016; 11, 43-51.
- Larré C., Mulder W., Sánchez-Vioque R., Lazko J., Bérot S., Guéguen J., Popineau Y. Characterisation and foaming properties of hydrolysates derived from rapeseed isolate. *Colloids Surfaces B Biointerfaces* 2006; 49(1): 40-48.
- Lee HJ., Yong HI., Kim M., Choi YS., Jo C. Status of meat alternatives and their potential role in the future meat market: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 2020; 33(10): 1533–1543
- Lee HJ; Yong HI., Kim M. Choi YS., Jo C. Et alternatiflerinin durumu ve gelecekteki et pazarındaki potansiyel rolleri - Bir inceleme. *Asya Avustralya'sı. J. Anim. Bilim.* 2020; 33, 1533.
- Li B., Zhao L., Chen H., Sun D., Deng B., Li J., Liu Y., Wang F. Inactivation of lipase and lipoxygenase of wheat germ with temperature-controlled short wave infrared radiation and its effect on storage stability and quality of wheat germ oil. *Plos One* 2016; 11(12): 167330.
- Li X., Li J. The flavor of plant-based meat analogues. *Cereals Foods World* 2020; 65(4): 259–265.
- Lin M., Liu X., Xu Q., Song H., Li P., Yao J. Aroma-active components of yeast extract pastes with a basic and characteristic meaty flavour. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2014; 94(5): 882.
- Liu KS., Hsieh FH. Protein-protein interactions in high moisture-extruded meat analogs and heat-induced soy protein gels. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 2007; 84, 741-748.
- Liu L., Shen C., van den Hengel A. The treasure beneath convolutional layers: Cross-convolutional-layer pooling for image classification. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2015; 4749-4757.
- Lokuruka MN. Effects of processing on soybean nutrients and potential impact on consumer health: an overview. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 2011; 11(4): 5000–5017

- Lu F., Kuhnle GK., Cheng Q. Heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in commercial ready-to-eat meat products on UK market. *Food Control* 2017; 73, 306-315.
- Lundén S., Hopia A., Forsman L., Sandell M. Sensory and conceptual aspects of ingredients of sustainable sources—Finnish consumers' opinion. *Foods* 2020; 9(11): 1669.
- Ma D., Zheng B., Du H., Han X., Zhang X., Zhang J., Chu L. The mechanism underlying the protective effects of tannic acid against isoproterenol-induced myocardial fibrosis in mice. *Frontiers in Pharmacology*, 2020, 11, 716.
- Maningat CC., Jeradechachai T., Buttshaw MR. Textured wheat and pea proteins for meat alternative applications. *Cereal Chemistry* 2022; 99(1): 37-66.
- Meinlschmidt P., Schweiggert-Weisz U., Eisner P. Soyprotein hydrolysates fermentation: effect of debittering and degradation of major soy allergens. *LWT-Food Science and Technology*, 2016a; 71, 202–212.
- Meinlschmidt P., Ueberham, E., Lehmann, J., Schweiggert-Weisz, U., Eisner P. Immunoreactivity, sensory and physicochemical properties of fermented soy protein isolate. *Food Chemistry* 2016b; 205, 229–238.
- Nakata T., Kyoui D., Takahashi H., Kimura B., Kuda T. Inhibitory effects of soybean oligosaccharides and water-soluble soybean fibre on formation of putrefactive compounds from soy protein by gut microbiota. *International Journal of Biological Macromolecules* 2017; 97, 173-180.
- Nawrocka A., Szymanska-Chargot M., Mis A., Wilczewska AZ., Markiewicz KH. Aggregation of gluten proteins in model dough after fibre polysaccharide addition. *Food Chemistry* 2017; 231, 51-60.
- OECD-FAO Agricultural Outlook 2021–2030. Organisation for Economic Co-operation Development (OECD) and the Food and Agricultural Organization (FAO) of the United Nations, OECD Publishing, Paris 2021.
- Ooms N., Jansens KJA., Pareyt B., Reyniers S., Brijs K., Delcour JA. The impact of disulfide bond dynamics in wheat gluten protein on the development of fermented pastry crumb. *Food Chemistry* 2018; 242, 68-74.
- Osen R., Schweiggert-Weisz U. High-moisture extrusion: Meat Analogues, Reference Module in Food Science. Elsevier, 2016.
- Osen R., Toelstede S., Wild F., Eisner P., Schweiggert-Weisz U. High moisture extrusion cooking of pea protein isolates: raw material characteristics, extruder responses, and texture properties. *Journal of Food Engineering* 2014; 127, 67-74.
- Pietsch VL., Emin MA., Schuchmann HP. Process conditions influencing wheat gluten polymerization during high moisture extrusion of meat analog products. *Journal of Food Engineering* 2017; 198, 28-35
- Pimentel D., Pimentel M. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *American Journal of Clinical Nutrition* 2003; 78(3): 660–663.

- Rajput ZI., Hu SH., Xiao CW., Arijo AG. Adjuvant effects of saponins on animal immune responses. *Journal of Zhejiang University Science B*, 2007; 8, 153-161.
- Ramachandraiah K. Sürdürülebilir 3D baskılı et analoglarının potansiyel gelişimi: Bir inceleme. *Sürdürülebilirlik* 2021; 13, 938.
- Riaz MN. Texturized soy protein as an ingredient. In: *Proteins in Food Processing*, 2004; 517-558.
- Roland WS., Pouvreau L., Curran J., van de Velde F., de Kok PM. Flavor aspects of pulse ingredients. *Cereal Chemistry* 2017; 94(1): 58-65.
- Rozin P., Haidt J., McCauley C., Dunlop L., Ashmore M. Individual differences in disgust sensitivity: Comparisons and evaluations of paper-and-pencil versus behavioral measures. *Journal of Research in Personality* 1999; 33, 330–351.
- Rumpold BA., Schlüter OK. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research* 2013a; 57(5): 802–823.
- Rumpold BA., Schlüter OK. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 2013b; 17, 1–11.
- Ryva B., Zhang K., Asthana A., Wong D., Vicioso Y., Parameswaran R. Wheat germ agglutinin as a potential therapeutic agent for leukemia. *Frontiers in Oncology*, 2019, 9, 100.
- Saha BC., Hayashi K. Debittering of protein hydrolyzates. *Biotechnology Advances*, 2001; 19(5): 355-370.
- Schösler H., Boer JD., Boersema JJ. Can we cut out the meat of the dish? Constructing consumer-oriented pathways towards meat substitution. *Appetite* 2012; 58(1): 39–47.
- Schwartz JM., Solé V., Guéguen J., Ropers MH., Riaublanc A., Anton M., Partial replacement of β -casein by napin, a rapeseed protein, as ingredient for processed foods: thermoreversible aggregation. *LWT-Food Science and Technology* 2015; 63(1): 562-568.
- Siemianowska E., Kosewska A., Aljewicz M., Skibniewska KA., Polak-Juszczak L., Jarocki A. Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. *Agricultural Sciences* 2013; 04, 287–291.
- Singh P., Kumar R., Sabapathy SN., Bawa AS. Functional and edible uses of soy protein products. In: *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2008; 7(1): 14-28.
- Singhal A., Karaca AC., Tyler R., Nickerson M. Ashish singhal, asli can karaca, robert tyler and mickael nickerson. In: *Pulse Proteins: From Processing to Structure-function Relationships*. Grain Legum 2016; 2(2): 55-78.
- Sun XD. Enzymatic hydrolysis of soy proteins and thehydrolysates utilisation. *International Journal of Food Science &Technology* 2011; 46(12): 2447–2459.
- Tan HSG., Fischer ARH., van Trijp HCM., Stieger M. Tasty but nasty? Exploring the role of sensory-liking and food appropriateness in the willingness to eat unusual novel foods like insects. *Food Quality and Preference* 2016; 48, 293–302.

- Tan SH., Mailer RJ., Blanchard CL., Agboola SO., Day L. Gelling properties of protein fractions and protein isolate extracted from Australian canola meal. *Food Research International* 2014; 62, 819-828.
- Tangyu M., Muller J., Bolten CJ., Wittmann C. Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Applied Microbiology and Biotechnology* 2019; 103(23-24): 9263–9275.
- Toews R., Wang N. Physicochemical and functional properties of protein concentrates from pulses. *Food Research International* 2013; 52(2): 445-451.
- Uruakpa FO., Arntfield SD. Rheological characteristics of commercial canola protein isolate-k-carrageenan systems. *Food Hydrocolloids* 2004; 18(3): 419-427.
- Van Huis A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology* 2013; 58, 563–583.
- van Huis A., van Itterbeeck J., Klunder HC., Mertens E., Halloran A., Muir G. Edible insects: future prospects for food and feed security. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* 2013; 171, 1–154.
- Verbeke W. Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a Western society. *Food Quality and Preference* 2015; 39, 147–155.
- Wanezaki S., Tachibana N., Nagata M., Saito S., Nagao K., Yanagita T., Kohno M. Soy β -conglycinin improves obesity-induced metabolic abnormalities in a rat model of nonalcoholic fatty liver disease. *Obesity Research & Clinical Practice* 2015; 9(2): 168-174.
- Wang Y., Guldiken B., Tulbek M., House JD., Nickerson M. Impact of alcohol washing on the flavour profiles, functionality and protein quality of air classified pea protein enriched flour. *Food Research International* 2020a; 132, 109085
- Westerterp-Plantenga MS., Lemmens SG., Westerterp KR. Dietary protein - its role in satiety, energetics, weight loss and health. *British Journal of Nutrition* 2012, 108(2): 105-112.
- Wild F. *Manufacture of meat analogues through high moisture extrusion. Reference Module in Food Science.* Elsevier 2016.
- Wu Y., Zhang Y., Yan J., Ouyang J. Preparation of meat flavor by enzymatic hydrolysis of vegetable protein (in Chinese). *Science Technology and Food Industrial* 2003; 24(53): 53–55.
- Yadesa A., Biadge K. Effect of some traditional processing methods on nutritional composition and alkaloid content of lupin bean. *International Journal of Bioorganic Chemistry* 2017; 2(4): 174–179.
- Yang C., Wang Y., Vasanthan T., Chen L. Impacts of pH and heating temperature on formation mechanisms and properties of thermally induced canola protein gels. *Food Hydrocolloids* 2014; 40, 225-236.
- Yashin A., Yashin Y., Xia X., Nemzer B. Antioxidant activity of spices and their impact on human health: A review. *Antioxidants (Basel)* 2017; 6(3): 70.

- Yen AL. Edible insects: Traditional knowledge or western phobia? *Entomological Research* 2009; 39(5): 289-298.
- Yi L., Lakemond CMM., Sagis LMC., Eisner-Schadler V., Huis AV., Boekel MAJSV. Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. *Food Chemistry* 2013; 141(4): 3341–3348.
- Yitbarek M. Livestock and Livestock products by 2050. *Inter-national Journal of Animal Research* 2019; 4, 30
- Yoruk R., Marshall MR. Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: a review 1. *Journal of Food Biochemistry* 2003; 27(5): 361-422.
- Yoshie-Stark Y., Wada Y., Wäsche A. Chemical composition, functional properties, and bioactivities of rapeseed protein isolates. *Food Chemistry* 2008; 107(1): 32-39.
- Zhang L. Hu Y. Badar, İH., Xia X., Kong B., Chen Q. Yapay etin beklentileri: Tüketici kabulüne ilişkin fırsatlar ve zorluklar. *Trendler Gıda Bilimi. Teknoloji.* 2021; 116, 434–444.
- Zhang T., Dou W., Zhang X., Zhao Y., Zhang Y., Jiang L., Sui X. Soya proteini bazlı et alternatiflerinin gelişim tarihi ve son güncellemeleri. *Trendler Gıda Bilimi Teknoloji* 2021; 109, 702–710.
- Zhang XM., Zhang YB., Chi MH. Soy protein supplementation reduces clinical indices in type 2 diabetes and metabolic syndrome. *Yonsei Medical Journal* 2016; 57(3): 681-689.
- Zijp IM., Korver O., Tijburg LB. Effect of tea and other dietary factors on iron absorption. *Critical Reviews in Food Science And Nutrition*, 2000, 40(5): 371-398.