

**GELECEĞİN ALTERNATİF GIDA
KAYNAKLARI VE GIDA TEKNOLOJİLERİ**

Aylin TAŞKIN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. ŞEFİK KURULTAY

2019

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GELECEĞİN ALTERNATİF GIDA KAYNAKLARI VE GIDA
TEKNOLOJİLERİ**

Aylin TAŞKIN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. ŞEFİK KURULTAY

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Şefik KURULTAY danışmanlığında, Aylin TAŞKIN tarafından hazırlanan “Geleceğin Alternatif Gıda Kaynakları ve Gıda Teknolojileri” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Ömer ZORBA

İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN

İmza:

Üye : Prof. Dr. Şefik KURULTAY

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GELECEĞİN ALTERNATİF GIDA KAYNAKLARI VE GIDA TEKNOLOJİLERİ

Aylin TAŞKIN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Şefik KURULTAY

İnsanların yaşamlarını sürdürebilmek için gerekli olan gıda kaynaklarının önemi, yetersiz beslenme ve gıda güvencesi düşünüldüğünde; gün geçtikçe artmaktadır. Gıda kaynaklarının eşitsiz dağılımı ve ekolojik problemler yüzünden bütün insanlık yeterli derecede beslenememektedir. Bir insanın vücudunun günlük gereksinimlerini karşılamak için tükettiği besinlerden alması gereken 1800 kcal enerjiyi elde edememesi onun yetersiz beslendiğini göstermektedir. Dünya nüfusunun hızla artmasına bağlı olarak besin gereksiniminin de artması ve gelecekte ortaya çıkmasından büyük endişe duyulan kıtlık tehlikesi insanlığı alışılmışın dışında yeni besin kaynaklarından yararlanmaya ve mevcut kaynakları geliştirmeye yöneltmiştir. İnsanlar tarafından gıda olarak kullanılmayan ürünlerin gıda olarak kullanılabilir hale getirilmesi, gıda atıklarının değerlendirilmesi, bazı mikroorganizmaları bol miktarda üretilen bu biyokütlenin besin maddesi olarak kullanılması, biyofermantasyon teknolojisi ile selülozdan gıda üretimi, farklı mikrobiyal kaynaklardan protein üretimi (tek hücre proteini), laboratuvar koşullarında üretilen et, çiftlik ürünü olmayan süt içecekleri, dünyada bazı ülkelerde diyetin bir parçası olan insektlerin yeni gıda işleme teknikleri geliştirilerek gıda olarak kullanımının sağlanması başlıca alternatifler olarak sayılabilmektedir. Bu çalışmada alternatif gıda kaynakları ve teknolojileri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Gıda kıtlığı, Açlık, Alternatif gıda, In vitro et, Tek hücre proteini, Böcek

2019, 92 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

ALTERNATIVE FOOD SOURCES AND FOOD TECHNOLOGIES OF THE FUTURE

Aylin TAŞKIN

Tekirdağ Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Şefik KURULTAY

The importance of the food resources required for people to live is increasing day by day due to insufficient nutrition and food security. All humanity cannot be fed sufficiently because of the uneven distribution of food resources and ecological problems. The fact that a person's body cannot obtain 1800 kcal of energy from the foods he consumes to meet his daily needs shows that he is undernourished. Due to the rapid increase in the world population, the growing need for nutrients and the danger of scarcity, which is of great concern in the future, has directed mankind to exploit unconventional new sources of food and develop existing resources. It can be considered as the main alternatives that, using the products which are not used as food by people as food, evaluating food wastes, producing some microorganisms in abundance and using these biomass as nutrients, food production from cellulose with biofermentation technology, protein production from different microbial sources (single cell protein), meat producing in laboratory conditions (in vitro meat), non-farm dairy drinks, insects which are part of the diet in some countries in the world are provided the use of food the by developing improved with new food processing techniques. In this study it is aimed to give information about alternative food sources and technologies.

Key words: Food shortage, Hunger, Alternative food, In vitro meat, Single cell protein, Insect

2019, 92 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
KISALTMALAR	vii
ÖNSÖZ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	5
3. GELECEĞİN ALTERNATİF GIDA KAYNAKLARI VE GIDA TEKNOLOJİLERİ	7
3.1 Algler.....	7
3.1.1 Yenilebilir makroalgler	9
3.1.2 Yenilebilir mikroalgler	16
3.1.3 Alglerin besin değeri	19
3.1.4 Alglerle ilgili genel sonuç	22
3.2 Böcekler	22
3.2.1 Böcek nedir?.....	22
3.2.2 Neden böcekler yenir?.....	23
3.2.3 Böceklerin doğaya faydaları.....	23
3.2.4 Entomofaji	24
3.2.5 Yenilebilir ana böcek grupları	26
3.2.6 Böceklerin besin değeri	29
3.3 Lupin Tohumu	29
3.4 Yabani Mantarlar.....	31
3.4.1 Türkiye’de yenen yabani mantarlar.....	33
3.5 Tek Hücre Proteini	49
3.5.1 THP eldesinde alglerin kullanılması	51
3.5.2 THP eldesinde mayaların kullanılması	51
3.5.3 THP eldesinde bakterilerin kullanılması	52
3.5.4 THP eldesinde küflerin kullanılması.....	53
3.5.5 THP’nin besin olarak değerlendirilmesi	54
3.5.6 THP tüketimini etkileyen etmenler	57

3.6 İn Vitro Et.....	58
3.6.1 İn vitro etin avantajları	63
3.6.2 Kas dokusu oluşumu	65
3.6.3 Kök hücre	66
3.6.4 İn vitro et oluşumu	66
3.6.5 Genel sonuç	71
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	73
5. SONUÇ.....	76
KAYNAKLAR.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	92

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1: Dünya’da 2005-2017 yılları arasında yetersiz beslenmiş insan sayısının yaygınlığı	3
Çizelge 1.2: Yetersiz beslenen insanların bölgelere göre karşılaştırılması	4
Çizelge 3.1 : Gıda olarak tüketilen bazı algler	10
Çizelge 3.2 : İnsan tüketimi için kullanılan mikroalgler	17
Çizelge 3.3 : Farklı mikroalglerin genel kompozisyonu	20
Çizelge 3.4 : Farklı mikroalglerden elde edilen pigmentler	21
Çizelge 3.5: Yenilebilir böcek grupları	27
Çizelge 3.6: Bazı besinlerin ve mikroorganizmaların protein içerikleri	50
Çizelge 3.7: Kurutulmuş mayanın besin içeriği	52
Çizelge 3.8: THP eldesinde kullanılan bakteriler	53
Çizelge 3.9: Tek hücre proteini kaynaklarının bileşimi	54
Çizelge 3.10: Bazı referans proteinlerle tek hücre proteinlerinin esansiyel amino asit içerikleri	55
Çizelge 3.11: THP üretiminde kullanılan substratlar	56

Şekil 1.1: 2000-2080 arası Dünya’da nüfus artışı ve düşüş beklenen alanlar	2
Şekil 3.1: a) <i>Porphyra umbilicalis</i> , b) Laver (<i>Porphyra umbilicalis</i> ‘in çikolatalı kurabiyede kullanımı)	11
Şekil 3.2: a) <i>Enteromorpha intestinalis</i> , b) <i>Ulva lattuca</i>	12
Şekil 3.3: a) <i>Laminaria japonica</i> , b) <i>Undaria pinnatifida</i>	13
Şekil 3.4: Kırmızı alglerden <i>Gracilaria</i>	14
Şekil 3.5: a) Dulse (<i>Palmaria palmata</i>), b) Dulse çipsi ile üretilen geleneksel Galler laver kekleri	14
Şekil 3.6: Karragenan moss	15
Şekil 3.7: Yenilebilir böcek türlerinden bazıları	24
Şekil 3.8: Yenilebilir kınkanatlı (<i>Coleoptera</i>) türünden bir böcek	27
Şekil 3.9: Yenilebilir tırtıl (<i>Lepidoptera</i>) türlerinden bazıları	28
Şekil 3.10: Yenilebilir arı larvası	28
Şekil 3.11: a) Lupin tohumu b) Lupin tohumu	31
Şekil 3.12: Genel olarak mantarların yapısı	32
Şekil 3.13: <i>Boletus edulis</i>	34
Şekil 3.14: <i>Russula virescens</i>	34
Şekil 3.15: <i>Lactarius deliciosus</i>	35
Şekil 3.16: <i>Lactarius sanguifluus</i>	36
Şekil 3.17: <i>Hygrophorus marzuolus</i>	36
Şekil 3.18: <i>Pleurotus ostreatus</i>	37
Şekil 3.19: <i>Pleurotus eryngii</i>	38
Şekil 3.20: <i>Lepista nuda</i>	39
Şekil 3.21: <i>Tricholoma caligatum</i>	39
Şekil 3.22: <i>Calocybe gambosa</i>	40
Şekil 3.23: <i>Marasmius oreades</i>	41
Şekil 3.24: <i>Strobilurus esculentus</i>	42
Şekil 3.25: <i>Coprinus comatus</i>	43
Şekil 3.26: <i>Agaricus campestris</i>	44
Şekil 3.27: <i>Agaricus bisporus</i>	45
Şekil 3.28: <i>Amanita caesarea</i>	45
Şekil 3.29: <i>Cantharellus cibarius</i>	46
Şekil 3.30: <i>Cantharellus tubeaformis</i>	46
Şekil 3.31: <i>Craterellus cornucopidides</i>	47
Şekil 3.32: <i>Omphalotus olearius</i>	48
Şekil 3.33: <i>Laetiporus sulphureus</i>	48
Şekil 3.34: <i>Morchella deliciosa</i>	49
Şekil 3.35: İn vitro et üretim şeması	60
Şekil 3.36: Profesör Mark Post tarafından üretilen in vitro köfte	62
Şekil 3.37: Kasların doğum öncesi ve doğum sonrası oluşumu	65

KISALTMALAR

kcal	: Kilokalori
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
g	: Gram
GDO	: Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizma
EFSA	: European Food Safety Authority (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi)
USDA	: United States Department of Agriculture (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı)
L	: Laminaria
Sp	: Species (Tür)
Spp	: Species (Türler)
CO ₂	: Carbondioxide (Karbondiyoksit)
PUFA	: Poly Unsaturated Fatty Acid (Çoklu Doymamış Yağ Asidi)
β	: Beta
α	: Alfa
D	: Dunaliella
LDL	: Low Density Lipoprotein (Düşük Yoğunluklu Lipoprotein)
HDL	: High Density Lipoproteins (Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein)
UV	: Ultraviolet (Ultraviyole)
H	: Haematococcus
Co	: Chlorella
EPA	: Eicosapentaenoic Acid (Eikosapentaenoik Asit)
ω	: Omega
B ₂	: Riboflavin
B ₁	: Tiamin
B ₃	: Niasin
B ₉	: Folik Asit
GHG	: Greenhouse Gas (Sera Gazı)
γ	: Gama
QAs	: Quinolizidine Alkaloids (Kinolizidin Alkaloidleri)

mg	: Miligram
THP	: Tek Hücre Proteini
S	: Saccharomyces
C	: Candida
km ²	: Kilometrekare
N ₂	: Nitrojen
BP	: British Petrol (İngiliz Petrolü)
m ³	: Metreküp
TGFβ	: Transforming Growth Factor Beta (Büyüme Faktörü Dönüşümü Beta)
FGF	: Transforming Growth Factor (Büyüme Faktörü Dönüşümü)
IGF	: Insulin-Like Growth Factor (İnsülin-Benzeri Büyüme Faktörü)
NASA	: National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi)
PFC	: Per Fluoro Chemical (Per Floro Kimyasallar)
IMPS	: In Vitro Meat Production System (Laboratuvar Koşullarında Et Üretim Sistemi)
PSE	: Pale, Soft, Exudative (Soluk, Yumuşak, Eksüdatif)
DFD	: Dark, Firm and Dry (Koyu, Sert, Kuru)
RVP	: Russula Virescens Polisakkarit
EnRPS	: <i>Pleurotus ostreatus</i> 'tan enzimatik kalıntı polisakkaritleri
Ko	: Birlikte
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
DM	: Diabetes Mellitus

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında sürekli artan Dünya nüfusuna karşın azalan gıda kaynakları, yetersiz beslenme, beslenme kaynaklarının dengesiz dağılımı, geleneksel üretim yöntemlerinin yetersizliği gibi etmenler sonucu oluşabilecek problemlere çözüm olması için alternatif gıda kaynakları ve teknolojileri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Öncelikle tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan ve bu zorlu tez sürecinde benden desteğini bir an için bile esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Şefik KURULTAY' a, tez hazırlama aşamasında bilgilerini, tecrübelerini ve değerli zamanlarını paylaşan Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN' a ve tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini sunup her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

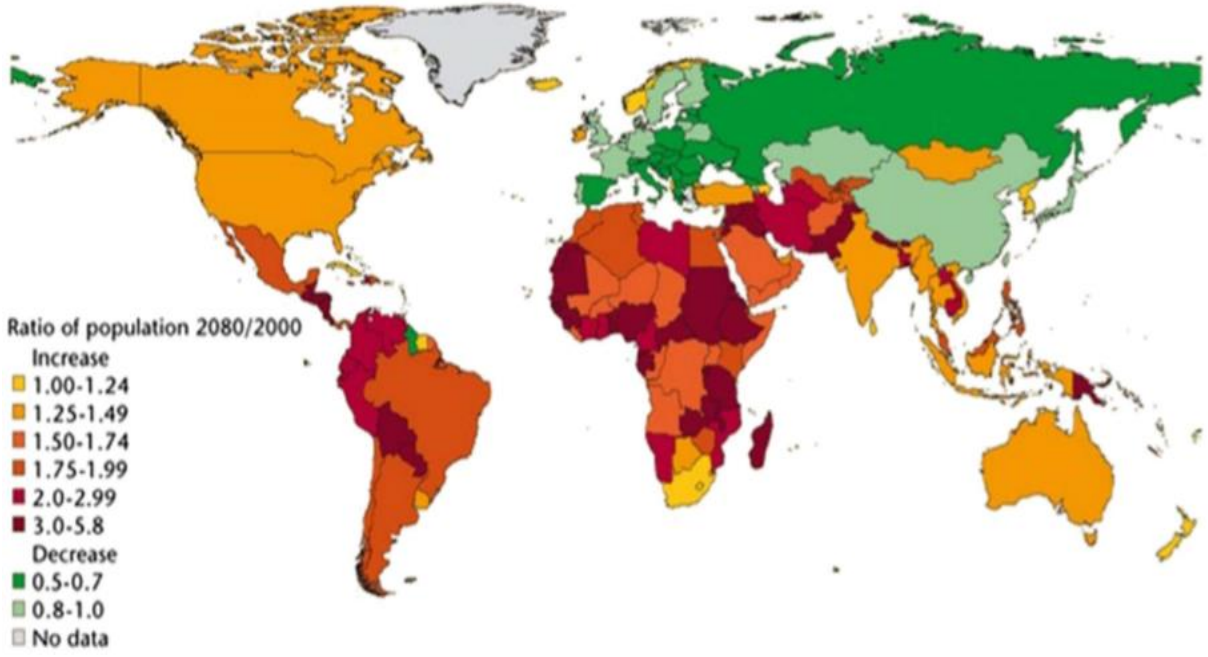
Nisan 2019

Aylin TAŞKIN
Gıda Mühendisi

1. GİRİŞ

İnsanların yeterli miktar ve kalitede gıdayı elde etme olanağına gıda güvencesi denir. İnsanların yaşamlarını sürdürebilmek için gerekli olan gıda kaynaklarının önemi, yetersiz beslenme ve gıda güvencesi düşünüldüğünde; gün geçtikçe artmaktadır. Gıda kaynaklarının eşit dağılmaması ve ekolojik problemler yüzünden bütün insanlık yeterli derecede beslenememektedir. Açlık; yemek yeme isteği ile birleştiğinde, yiyecek eksikliğinden kaynaklanan rahatsızlık ya da zayıflık hissi, insanların normal bir yaşam sürdürebilmesi için ihtiyaç duyduğu kadar besine ulaşamaması veya yenilen besinin besin bileşenlerince noksanlığı sonucu vücutta meydana gelen kalorisel ihtiyaçtır. Bir insanın vücudunun günlük gereksinimlerini karşılamak için tükettiği besinlerden alması gereken 1800 kilokalori (kcal) enerjiyi elde edememesi onun yetersiz beslendiğini göstermektedir (Bruinsma 2003, Anonim 2018h).

İlk insandan bu yana en önemli problem olan açlık ve yetersiz beslenme günümüzde de önemini korumaktadır. Günümüzde Dünya nüfusu 7.7 milyardır (Anonim 2019aa). 2050 yılına geldiğimizde ise bu sayının 8.3-10.9 milyar arasında olması beklenmektedir (Prosekov ve Ivanova 2018). Bir diğer kaynaktaki verilere göre ise 2050 yılına yaklaştığımızda Dünya nüfusunun 11.3 milyar olması beklenmektedir (DaMatta ve ark. 2009, Anonim 2018ı). Yeryüzünde hâlihazırda yaşayan 7,2 milyar insana günde yaklaşık olarak 250 milyon insan daha eklenmektedir. Şekil 1.1'de 2080 yılına kadar Dünya'da nüfusun artacağı ve azalacağı tahmin edilen yerler gösterilmiştir (Anonim 2018a). Şu anda dünya nüfusunun %66'sından fazlası yetersiz beslenmekte ve açlık çekmektedir. Azalan yiyecek kaynakları her geçen gün daha fazla insan tarafından paylaşılmaya devam edilmektedir. İnsan yaşamı için gerekli olan temel kaynaklar arasında verimli tarım alanları, saf su ve birçok enerji formu vardır. Bitki, hayvan ve mikropların çeşitliliği; tarım ve insan yaşamı için hayati öneme sahiptir. Buna rağmen dünya genelinde varolan kirlilik ve doğal kaynakların aşırı kullanımı sonucu doğal kaynaklar tükenmektedir. Bu sebeple verimsizliğin giderilmesi ve gıda atıklarının azaltılması gerekmektedir (Pimentel ve Burgess 2018).

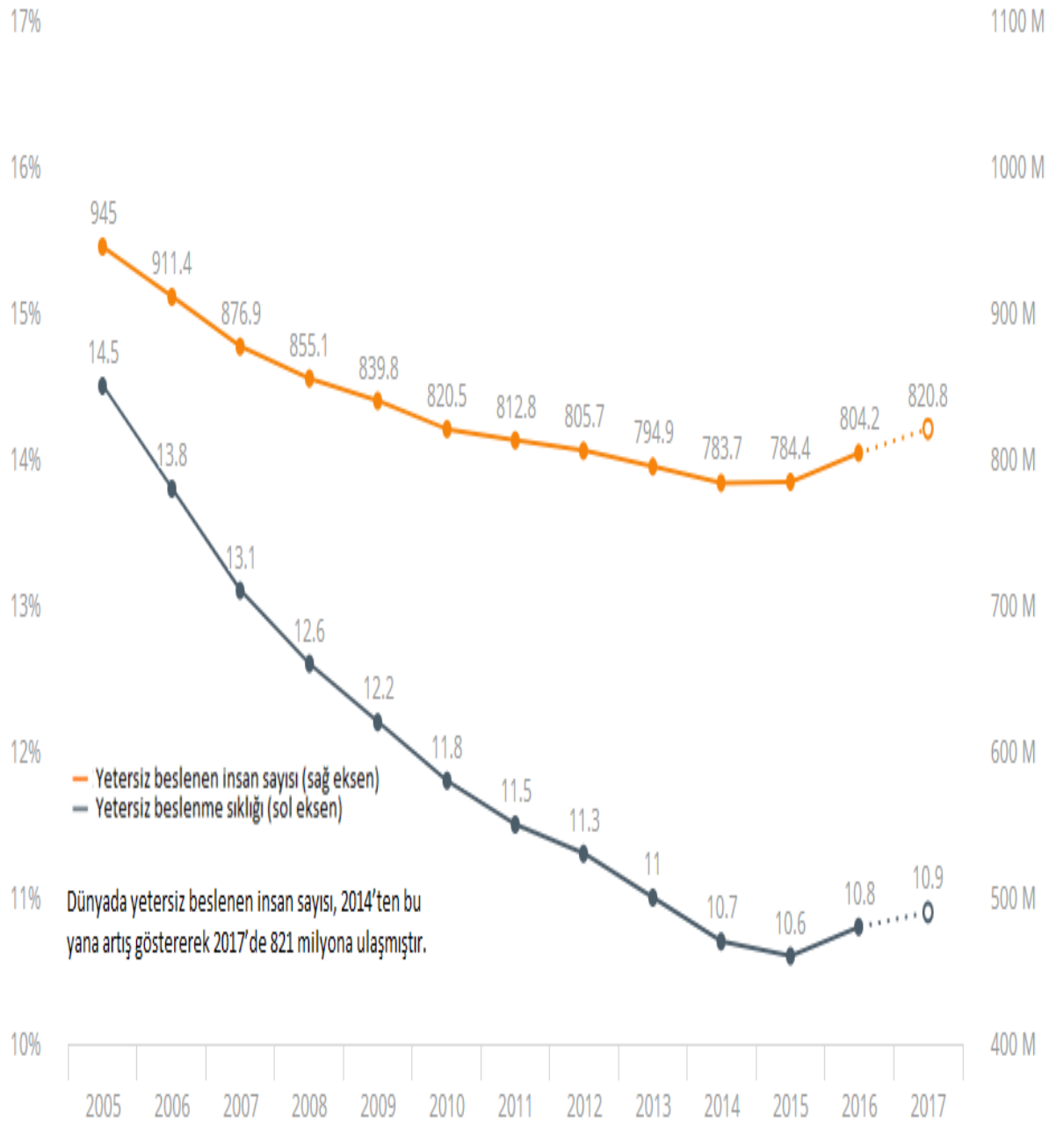


Şekil 1.1. 2000-2080 arası Dünya’da nüfus artışı ve düşüşü beklenen alanlar (Anonim 2018a)

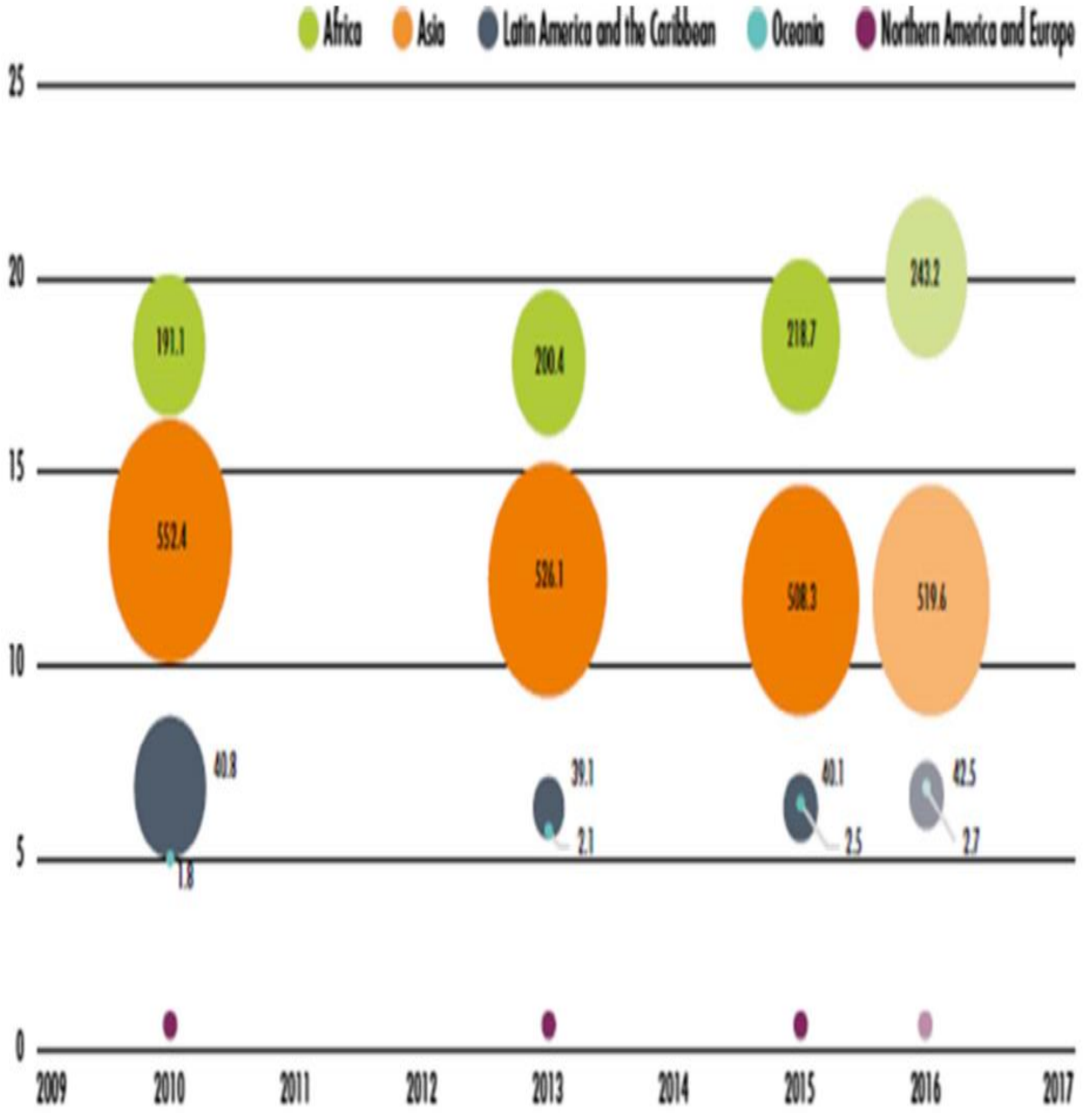
2014 yılındaki bir raporda; Dünya’da 805 milyon insanın gıda güvencesine sahip olmadığı belirlenmiştir. Afrika’nın güneyine doğru gidildiğinde her 4 kişiden birinin açlıkla mücadele ettiği, Asya kıtasında ise 526 milyon insanın aç olduğu belirtilmiştir. On yıldan uzun bir süredir düşüş eğilimi gösteren küresel açlık son yıllarda artmaya başlayarak Dünya nüfusunun yüzde 11’ini etkilemektedir. Kronik açlıktaki artışa ek olarak yetersiz beslenen birey sayısının da 2015 yılında 785 milyon iken 2016 yılında 805 milyona yükseleceğini öngörmüştür (Çizelge 1.1) (FAO 2014). Bu durum göstermektedir ki, tüm ortak çabalara rağmen, Dünya’daki yetersiz beslenen ve aç olan insanların sayısı sürekli artmaktadır. Dünya Bankası ise 2017 yılında 45 ülkede 83 milyon insanın aç olduğunu belirtmiştir. Dünya’nın gelişmiş bölgelerinde, yetersiz beslenen insanların oranı nüfusun % 5’ini oluşturmakta, gelişmekte olan bölgelerde % 13’e, Asya ülkelerinde % 13’e, Afrika ülkelerinde % 20’ye ulaşmaktadır. Afrika, Güneydoğu Asya ve Batı Asya’da bazı ülkelerde gıda yetersizliğinde gözle görülür bir artış görülmektedir. Afrika’da, özellikle Sahra altı Afrika ve bazı Asya ülkelerinde, açlık sorunu çok büyüktür. Birleşmiş Milletler Örgütleri dünya nüfusunun sürekli arttığını belirtmektedir. Bu arada mevcut durumlar daha büyük bir nüfus artışına işaret etmektedir. Uzmanlara göre bu durum gıda ihtiyacının % 50-75 arası artışına neden olacaktır. Aynı zamanda, gelişmekte olan ülkelerin bir bütün olarak ihtiyaçları iki katına çıkacak ve pirinç tüketen ülkelerin de ihtiyaçları

%60 oranında, Sahra Altı Afrika’da ise %250 oranında artacaktır. Açlık oranının sadece gelişmiş Avrupa ülkelerinde ve Ortodoks ülkelerinde azalması beklenmektedir (Prosekov ve Ivanova 2018). Çizelge 1.2’de Dünya’da bölgelere göre yetersiz beslenen insanların dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Dünya’da 2005-2017 yılları arasında yetersiz beslenmiş insan sayısının yaygınlığı (Şekilde görülen 2017 yılı rakamları öngörülen tahminlerdir) (FAO 2018)



Çizelge 1.2. Yetersiz beslenen insanların bölgelere göre karşılaştırılması (Prosekov ve Ivanova 2018)



Yapılan bu çalışma neticesinde Dünya nüfusunun giderek arttığı, mevcut gıda kaynaklarının yetersiz kaldığı, kıtlık probleminin ortaya çıktığı, gıda arzının dengesiz dağıldığı ve buna bağlı olarak obezite ve yetersiz beslenme oranının arttığı, genel olarak gıda güvencesinin insanlar arasında sağlanamadığı görülmüştür. Bu kapsamda günümüz gıdalarına alternatif olabilecek yeni kaynaklar ve teknolojileri hakkında ve gıda güvencesinin sağlanması için yapılabilecek çalışmalar hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Dünya’da 2017 yılında temel gıda türlerinin üretim hacminin günlük ortalama kişi başı 117 gram (g) et veya et ürünleri, 303 g süt veya süt ürünleri, 406 g tahıl ve 117 g yağ olduğu belirlenmiştir. Gıda ürünlerinin mevcut oranını, nüfusun büyümesini göz önünde bulundurarak sorunsuz şekilde sürdürmek için, 2050 yılına kadar % 75 arttırmak gerekmektedir. Sonuç olarak Dünya gıda rezervini genel olarak %14 oranında, Latin Amerika ülkelerinde %8 oranında, gelişmekte olan ülkelerde %14 oranında, Asya ülkelerinde %14 oranında, Afrika ülkelerinde %30 oranında arttırmak gerekmektedir (FAO 2017).

Birleşmiş Milletler verilerine göre de 2050 yılına kadar tarımsal üretimin, Dünya nüfusuna yiyecek sağlamak için % 75 oranında artırılması gerekmektedir. Modern teknolojiler, denizlerin ve okyanus sularının biyolojik kaynaklarını, güneş enerjisini, genetikteki ilerlemeleri kullanarak mahsulleri iyileştirmek, genetik yollarla hayvanların daha verimli ırklarını yetiştirmek ve toprakların verimliliğini arttırarak dünya gıda üretiminin artmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Genetik olarak değiştirilmiş organizmaların (GDO) ve GDO’lu ürünlerin yaratılmasının yetersiz beslenme de dâhil olmak üzere insanların geniş bir tabakasının refahını sağlamayı amaçlamakla beraber GDO çalışmalarının sadece bu konuda uzmanlaşan sınırlı bir grubun gelirlerini arttıracığı düşüncesine varılmıştır. Aynı zamanda bazı uzmanlar bu teknolojilerin kullanımının ekolojik sorunlara yol açabileceğini de düşünmektedirler (Godfray ve ark. 2010).

GDO’lu gıdalara ve GDO üretim teknolojilerine karşı olanlar organik tarım ile biyolojik ve ekolojik süreçleri kullanarak sağlıklı ve sürdürülebilir yiyecekler üretmeyi önermişlerdir (Azadi ve ark. 2011). Çünkü organik gıda genellikle geleneksel olarak üretilen gıdalardan daha çevre dostu olarak kabul edilir. Organik tarım için izin verilen kimyasal tarım ilaçları ve sentetik gübre listesi, geleneksel üretime göre kesinlikle daha sınırlıdır. Böylelikle çevreci bir yaklaşım sergilenerek devamlı üretim amaçlanır (EFSA 2016, Gomiero 2018).

Sadece mevcut üretim yöntemleri geliştirilmekle kalmamalı aynı zamanda gıda arzının da dengeli dağılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Çünkü açlık sorununun sebeplerinden birisi de gıda arzının dengesiz dağılımıdır. Bazı insanlar gereğinden fazla beslenmekte ve bu durum obeziteye neden olmaktadır. Obezite çağımızın önemli hastalıklarından biridir. Obezite görülen insan sayısının azaltılması, yetersiz beslenenlerin sayısının azaltılması kadar önemli bir sorundur. Bu nedenle, nüfusun sadece gıda ile değil, aynı zamanda insanların sağlığını garanti

eden sağlıklı bir beslenme çerçevesindeki ürünlere kavuşturulması da gerekli olacaktır (Black ve ark. 2013, Ng ve ark. 2014).

Sonuç olarak Dünya nüfusunun hızla artmasına bağlı olarak besin gereksiniminin de artması ve gelecekte ortaya çıkmasından büyük endişe duyulan kıtlık tehlikesi insanlığı alışılmışın dışında yeni besin kaynaklarından yararlanmaya ve mevcut kaynakları geliştirmeye yöneltmiştir. Bilinen gıdalara alternatif olarak çok sayıda materyal ve yöntemler önerilmektedir. İnsanlar tarafından gıda olarak kullanılmayan ürünlerin gıda olarak kullanılabilir hale getirilmesi, gıda atıklarının değerlendirilmesi, bazı mikroorganizmaları bol miktarda üretip bu biyokütlenin besin maddesi olarak kullanılması, biyofermantasyon teknolojisi ile selülozdan gıda üretimi, farklı mikrobiyal kaynaklardan protein üretimi (tek hücre proteini), laboratuvar koşullarında üretilen et, çiftlik ürünü olmayan süt içecekleri, dünyada bazı ülkelerde diyetin bir parçası olan insektlerin yeni gıda işleme teknikleri geliştirilerek gıda olarak kullanımının sağlanması başlıca alternatifler olarak sayılabilmektedir (Pereira ve Magalhaes 2014).

3. GELECEĞİN ALTERNATİF GIDA KAYNAKLARI VE GIDA TEKNOLOJİLERİ

3.1 Algler

Algler, dış görünüş olarak tek hücreli ve ip şeklinde mikroskobik şekillerden birkaç metre boyunda bitkilere kadar değişik morfolojide gözlenebilen, genellikle sucul ve yarı sucul habitatlarda çok geniş bir yayılma alanında hayatını sürdüren, kendi besinini sentezleyebilen, fotosentez yapan, selüloz çepere sahip, genellikle ökaryotik, basit yapıli canlılardır. Algler okyanuslarda, nehirlerde, tatlı su ve kutup göllerinde, neredeyse bütün su birikintilerinde rastlayabiliriz (Pereira ve Magalhaes 2014). Özdemir ve Erkmen (2013) yapmış oldukları bir çalışmada; deniz yosunları olarak bilinen deniz alglerinin, suda yaşayan birçok canlının beslenmesinde önemli bir role sahip olduklarını, fotosentez için karbon kaynağının büyük bir kısmını sağladıklarını ve bu sebeple çevresel denge için çok önemli olduklarını belirtmişlerdir.

Alglerin yaklaşık 160 türü insanlar tarafından besin olarak tüketilmektedir. Çin, Kore ve Japonya başta olmak üzere Uzakdoğu ülkelerinde yaygın olarak kullanılan algler gelecekte öngörülen açlık tehlikesine karşı alternatif gıdalar listesinde yer almaktadır (Ünver Alçay ve ark. 2017). McHugh (2003) yapmış olduğu bir çalışmada; deniz yosunlarının daha çok Japon topluluklarının yaşadığı yerlerde tüketildiğini belirtmiştir. Bu yerlere örnek olarak Kaliforniya, Hawaii gibi bölgeleri göstermiştir. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da, bazı şirketlerin ticari olarak insan tüketimine yönelik deniz yosunları yetiştirdiğini ve bu yosunları daha çok Japon toplulukların yaşadığı bölgelere ihraç ettiğini belirtmiştir. Tüketiciler günümüzde daha doğal ve organik ürünlere yöneldiği için deniz yosunlarına olan ilgi de artmıştır.

Alglerin insanlara ekonomik anlamda sağladığı katkılar şu şekilde sınıflandırılabilir:

Gıda maddesi olarak: Çoğunluğunu *Phaeophyceae* ve *Phodophyceae* türlerinin (spp) oluşturduğu yüzden fazla tür birçok makro ve mikro besin içeriğinden dolayı gıda olarak tüketilmektedir (Anonim 2018b).

Mineral kaynağı olarak: Bazı yosunlar demir, bakır, manganez ve çinko gibi birçok mineral içermektedir (Anonim 2018b).

Agar: Kırmızı alglerin hücre duvarında bulunan jelimsi yapıda bir polisakkarittir. Bazı alglerden elde edilen agar; mikrobiyolojik incelemeler, bakteriler ve fungusların kültürü için laboratuvar ortamlarında kullanılmaktadır. Gıdaların ambalajlanması, bazı sindirim

rahatsızlıklarının giderilmesi, giyim ve deri sanayiinde, cilt bakım ürünlerinde kullanım alanı bulmaktadır (Sharma 1986).

Karragenan: Kırmızı alglerden elde edilmektedir. Polisakkarit yapıdadır. Gıda sektöründe kıvam arttırıcı ve stabilizör olarak, mayalamada, losyon gibi cilt bakım ürünlerinde, giyim sanayiinde ayrıca kanın pıhtılaşmasına yönelik tıbbi uygulamalarda ve ortam havasını temizleyici jel olarak kullanılmaktadır (Anonim 2018b, Anonim 2019ab). Gıda sanayiinde et ürünleri ve kanatlılarda su kapasitesini arttırır, süt ve süt ürünlerinde etkin vizkozite oluşturur ve yağ ayrışmasını önler, jöleli tatlılarda jöle olarak da kullanılabilir (Anonim 2019ab).

Aljinatlar: Aljinik asit ve tuzlarının türevleri bir tür karbonhidrattır ve kahverengi deniz alglerinden üretilmektedir. Gıda endüstrisinde stabilizör, jelleştirici, koyulaştırıcı ve emülgatör olarak, plastik cerrahi, kâğıt endüstrisi gibi gıda dışı uygulamalarda ise çok amaçlı olarak kullanılan hidrokolloidlerden biridir. Ayrıca karragenan gibi kan pıhtılayıcısı olarak aljinik asitlerden faydalanılmaktadır (Anonim 2018b).

Funori: Funori, kırmızı alg *Gloiopeltis* türlerinden elde edilen bir polisakkarittir. Gıda, kozmetik ve medikal endüstrilerde uygulama alanı bulmaktadır. Ayrıca kâğıt koruyucu ve yapıştırıcı özelliğinden de çeşitli alanlarda faydalanılmaktadır (Anonim 2018b).

Hayvan yemi olarak: Alglerin bazı türleri hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada beta (β) -glukanların, deniz yosunu ve *Phaeophyceae* gibi alglerde doğal olarak bulunan heterojen bir polisakkarit grubu olduğu ve tüm β -glukan tipleri benzer immün modülatör etkiler göstermese de, laboratuvar koşullarında anti-tümör ve immünomodülatör etkilere sahip oldukları belirtilmiştir. Aynı çalışmada domuz yavrularına β -glukan içeren diyet verilerek, tüm deney dönemi boyunca diyare sıklığının azaldığı, bağırsak bütünlüğünün artarak, F18 *Escherichia coli* (*E. coli*) ile enfekte olmuş domuzların ishalesini hafiflettiği ve ayrıca *E.coli* enfeksiyonuna karşı bağışıklık sisteminin arttığı tespit edilmiştir (Anonim 2019ac).

Gübre olarak: Yapılan bir çalışmada Amerika Birleşik Devletleri Tarımsal Araştırma Servisi'ne sahip bir mikrobiyolog, gübrenin azot ve fosforlu besin maddelerinin neredeyse yüzde 100' ünü geri kazanmak için yosun kullanmış ve elde ettiği sonuçlara göre kurumuş alglerin gübre görevi görebileceğini önermiştir. Deneyler, alglerin Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından dört süt işletmesinde kanıtlandığı gibi, gübre-tatlı su karışımından yüzde 60 ile 90 azot ve yüzde 70 ile 100 fosfor tutabildiğini göstermiştir. Ayrıca

USDA mikrobiyoloğu Walter Mulbry, mısır ve salatalık fidelerinin kurumuş alglerden elde edilen organik bir gübre üzerinde başarılı olabileceğini de önermiştir (Anonim 2019ad).

Antibiyotikler: Örnek olarak *Chorellin* antibiyotik etken maddesi *Chorella* yeşil alginden izole edilmektedir. Bunun yanında kahverengi ve diğer alglerden pek çok ilaç hammaddesi elde edilmekte ve tıpta kullanılmaktadır (Anonim 2018b). Chang ve arkadaşları (1993) yapmış oldukları bir çalışmada yeşil alglerden olan *Dunaliella primolecta* C-525'i seçmiştir. Bu alg'ten elde edilen ham bir özüt, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* ve *Enterobacter aerogenes* gibi bakterilerin büyümesini kuvvetle inhibe etmiştir (Cheng ve ark. 1993).

Atıkların arıtılmasında: Atıkların temizlenmesi sırasında gerekli olan oksijenlendirme işlemi algler tarafından gerçekleştirilir. Ayrıca ortamda bulunan azot ve fosfor gibi bileşiklerin ortamdaki uzaklaştırılma işleminde de alglerin bu bileşikleri besin kaynağı olarak kullanmaları özelliğinden faydalanılır (Anonim 2018b). Mikroalg kültürleri, mikroalglerin büyümeleri için inorganik azot ve fosfor kullanma kabiliyetlerinden dolayı, üçüncü ve ikinci dereceden arıtma sistemlerine zarif bir çözüm sunar. Ayrıca, bazı toksik organik bileşikler ve ağır metalleri absorbe etme özellikleri sonucunda ikincil kirlenmeye yol açmaz. Bu özellikleri ile algler atık su arıtılmasında kullanılabilir (Abdel-Raouf ve ark. 2012).

3.1.1 Yenilebilir makroalgler

Çok hücreli ökaryotik organizmalardan olan makroalglerin % 6'lık kısmını oluşturan 800 bin tonluk kısmı doğadan toplanırken geriye kalan % 94'lük kısmı yetiştiricilik yoluyla kültüre edilir. Ancak ülkemizde ticari olarak kültüre edilmesine başlanmamıştır (Ak 2015). Gıda olarak tüketilen bazı alg türlerine Çizelge 3.1.'de yer verilmiştir. Deniz makroalgleri arasında laver, nori, dulse ve marul gibi kırmızı ve yeşil algler, çoğu kahverengi alglere nazaran yüksek oranda protein (% kuru ağırlık olarak) içerir. Bununla birlikte, kıyı sularının yaz mevsiminde olduğu gibi besin kısıtlaması dönemlerinde, makroalg protein içeriği azalır ve amino asitlerin nispi oranları değişir. Makroalg çalışmalarındaki tüm besin bileşenleri için olduğu kadar, proteinlerin ve amino asit analizlerinin daha iyi replikasyonuna ve ayrıca analiz edilen numunelerin ticari alanda daha iyi tanımlanmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır (Wells ve ark. 2017).

Çizelge 3.1. Gıda olarak tüketilen bazı algler (Darcy-Vrillon 1993, MacArtain ve ark. 2007)

Genel İsmi	Tüketilen Ülke	Bilimsel Adı
Kombu/Konbu, Dashima, Hai dai, Kelp, Oarweed, Tangleweed, Sea Girdle, Sea Tangle, Sea Ribbon	Japonya, Kore, Çin	<i>Laminaria (L) digitata</i> , <i>L. japonica</i> , <i>L. longissima</i> , <i>L. angustata</i> , <i>L. Coriacea</i> , <i>L. ochotensis</i>
Nori, Mor Laver	Japonya, Kore, Çin	<i>Porphyra umbilicalis</i>
Aonori veya Yeşil Laver	Japonya, Kore	<i>Monostroma</i> , <i>Enteromorpha</i> , <i>Ulva spp.</i>
Laver	İrlanda	
Wakame	Japonya, Kore, Çin	<i>Undaria pinnatifida</i>
Limu kohu	Havai	<i>Asparagopsis taxiformis</i>
Limu kala	Havai	<i>Sargassum echinocarpum</i>
Limu wawaeiole	Havai	<i>Codium Türü (Sp)</i>
Limu huluhuluwaena	Havai	<i>Grateloupia filicina</i>
Limu palahalaha	Havai	<i>Ulva Spp.</i>
Limu manauea	Havai	<i>Gracilaria coronopifolia</i>
Limu 'ele'ele	Havai	<i>Enteromorpha prolifera</i>
Limu lipoa	Havai	<i>Dictyopteris plagiogramma</i>
Dulse, Dillisk, Sol	İskoçya, İrlanda, İzlanda	<i>Rhodymenia palmata</i>
Hiziki	Japonya	<i>Hizikia fusiformis</i>
İrlandalı moss veya karragenan moss	İrlanda	<i>Chondrus crispus</i>
Nori veya amanori Zicai	Japonya, Çin	<i>Porphyra Sp.</i>
Deniz marulu	İskandinavya, Büyük Britanya, İrlanda, Çin, Japonya	<i>Ulva lactuca</i> , <i>Enteromorpha Spp.</i>
Düğümlü yosun (egg wrack), Kaya otu, Norveç kelpi	Kanada, Norveç ve İskoçya	<i>Ascophyllum nodosum</i>

Çizelge 3.1. Gıda olarak tüketilen bazı algler (Darcy-Vrillon 1993, MacArtain ve ark. 2007)
(Devam)

Genel İsmi	Tüketilen Ülke	Bilimsel Adı
Royal veya Tatlı kombu	İrlanda, İngiltere, Avrupa'nın kuzey Atlantik kıyıları, Kuzey Amerika'nın Atlantik kıyıları	<i>Laminaria saccharina</i>
Deniz spagettisi	Kuzeydoğu Atlantik Okyanusu ve Kuzey Denizi	<i>Himantalia elongata</i>
Deniz üzümü veya yeşil havyar	Japonya, Filipinler	<i>Caulerpa lentillifera</i>

Yenilebilir algler içerisinde en bilineni Japonya'da nori adı ile bilinen kırmızı alglerden *Porphyra spp*'dir (Şekil 3.1). Suşi kaplamasında, onigiri adı verilen pirinç sandviçlerinde, tsukudani aonori denen lüks bir yemeğin üretiminde kullanılmaktadır (Ole 2013). Nori yapımı için kültüre edilen *Porphyra umbilicalis* hasat edilip yıkanır ve küçük parçalar haline getirildikten sonra bulamaç haline getirilir. Hasırlar ve çerçeveler üzerine yayılıp kurutulur ve paketlenerek kullanıma hazır hale getirilir. Bu ürün 'hoshi-nori' olarak adlandırılır. Kızartılmış çeşidi ise 'yaki-nori' olarak adlandırılır (Nisizawa 1987).



Şekil 3.1. a) *Porphyra umbilicalis*
(Nisizawa 1987)



b) Laver (*Porphyra umbilicalis*'in çikolatalı kurabiyede kullanımı) (Wells ve ark. 2017)

Aonori, diğeri adıyla yeşil laver; *Monostroma spp.*, *Enteromorpha spp.* ve *Ulva spp.* gibi deniz yosunlarının karıştırılarak tüketime hazır hale gelmiş halidir (Şekil 3.2). Nori gibi hasat edilip yıkandıktan sonra kurutulur ve kızartılır. Bir kısmı da toz haline getirilerek çorbalarda kullanılır (Nisizawa 1987).

Ulva lactuca deniz maruludur. Orta derecede açık kayalarda ve korunaklı kıyılarda, derin olmayan sularda bulunur. Acılı sularda, özellikle organik olarak zenginleştirilmiş sularda büyür. Bu yosun ince, yassı yapraklıdır. Yaprakları yeşil renklidir ve şekil olarak marula benzemektedir. Karadeniz sahillerinde ve İstanbul Boğazı'nda doğal olarak yetişmektedir (Akyurt ve ark. 2011, Turna ve Uzunköprü 2015, Anonim 2019ae). *Ulva lactuca* kuru maddede % 38-54 polisakkarit içermektedir (Kim 2012, Kim 2013). Fast foodlara toz halde ilave edilerek kullanılmaktadır (Akyurt ve ark. 2011). Yemeklerde, çorbalarda, et ve balık ile salatalarda da kullanılır. Brezilya'da kıyı çiftçileri, bitkileri için gübre olarak deniz marulu kullanmışlardır (Anonim 2019ae).



(a)

(b)

Şekil 3.2. a) *Enteromorpha intestinalis*
(Nisizawa 1987)

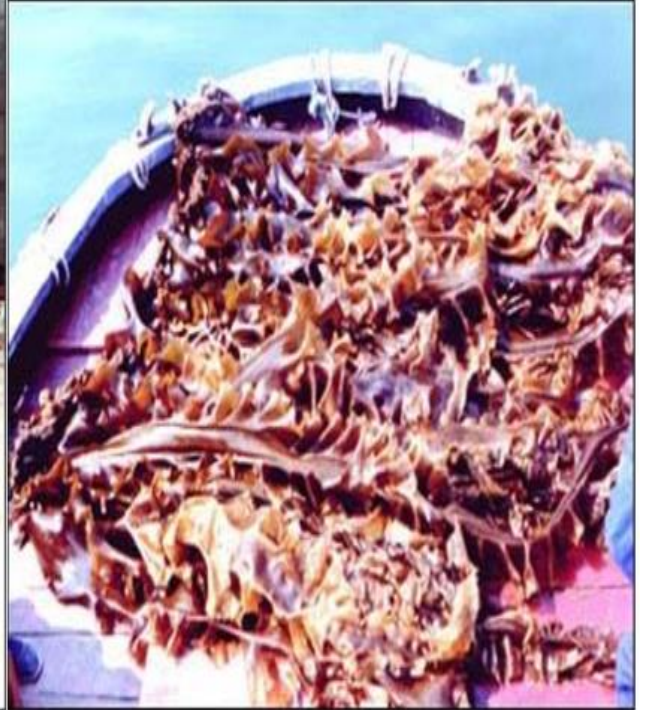
b) *Ulva lactuca* (Anonim 2018c)

Laminariales boyları metrelerce uzun olabilen ve tallusları rizoit, sap ve yapraksı bir kısımdan ibaret olan büyük esmer yosunlardır. İyot bakımından zengin olduğu için aktif guatr tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca kıvam verici, emülsifiye edici ve stabilizatör olarak da kullanılmaktadır (Ak 2015).

Kombu, *Laminaria* türlerinin karışımından üretilen kurutulmuş deniz yosununun Japonca adıdır (Şekil 3.3). Üretim prosesinde yosunlar deniz suyuyla yıkanıp, kesilip, kurutulup balyalar halinde paketlenir. Şeritler halinde doğranıp soya sosuna batırılarak turşusu yapılır (Nisizawa 1987). Kombu aynı zamanda yüksek oranda esansiyel amino asitlerden biri olan glutamik asidi bünyesinde bulundurur (Chapman ve Chapman 1980).



(a)



(b)

Şekil 3.3. a) *Laminaria japonica*

b) *Undaria pinnatifida* (Nisizawa 1987)



Şekil 3.4. Kırmızı alglerden *Gracilaria* (Cirik ve Cirik 2011)

Cirik ve Cirik (2011) yapmış oldukları bir çalışmada *Gracilaria* ve *Gelidium* gibi alglerden izole edilen agarın; jelleştirici, kıvam arttırıcı, stabilize edici gibi özellikleri sayesinde gıda katkı maddesi olarak yaygın bir kullanım alanına sahip olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 3.4).

Dulse (*Palmaria palmata*) Kuzey Pasifik ve Atlantik sahilleri boyunca İzlanda, Kanada ve İrlanda'da yetişen yosun türüdür (Şekil 3.5). Dulse ince vazyette kıyılarak, et ürünlerinin yanında monosodyum glutamat alternatifi olarak tüketilmektedir (McHugh 2003).

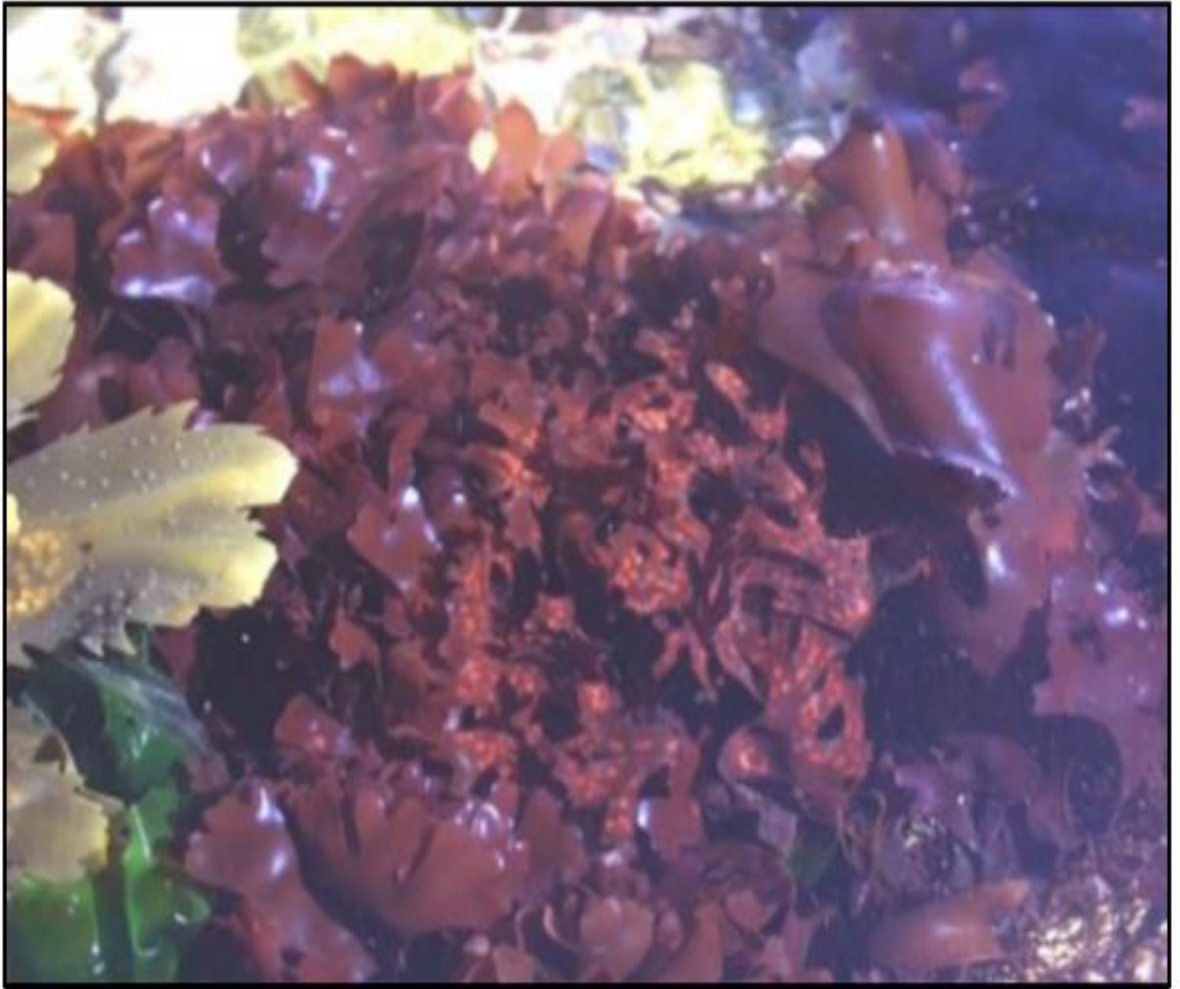


Şekil 3.5. a) Dulse (*Palmaria palmata*),
(Nisizawa, 1987)



b) Dulse cipsi ile üretilen geleneksel
Galler laver kekleri (Wells ve ark. 2017)

Moss veya karragenan moss (*Chondrus crispus*) Avrupa'nın bir kısmında gıda olarak tüketilmektedir (Şekil 3.6). Kaynatılıp içerdiği karragenanın koyulaştırıcı özelliğinden yararlanılmaktadır (Ak 2015). Üç farklı formu bulunmaktadır. Bunlardan jel özellik gösterenler kappa karragenan ve iota karragenandır. Kappa karragenan katı ve dış etkilere mukavemetli jel yapısı gösterirken iota karragenan onun aksine sert olmayan ve suyu bünyesinde hapseden yapıda jel özelliğine sahiptir. Lambda karragenan ise jelleşmez ancak viskozitenin çok iyi ayarlanması gereken gıdalarda kullanılmaktadır. Esnek yapıları sayesinde oda sıcaklığında farklı özellikte jel oluşturmaları gıda sanayiinde viskozite ayarlayıcı ve stabilizör olarak değerlendirilmektedir. Süt proteinleri ile etkileşime girerek kıvamı artırır. Süt ve süt ürünlerinde, soslarda viskoziteyi artırıcı, birayı durultucu, sütlü pudingte pıhtılaşmayı önleyici, işlenmiş et ürünlerinde yağ ikame edici olarak görev yapmaktadırlar (Onoğur 2009).



Şekil 3.6. Karragenan moss (*Chondrus crispus*) (Ak 2015)

Ascophyllum nodosum alginatlar gübre, insan gıdası ve hayvan yemi üretimi için hasat edilir. Fukoidan, alginat, askofilan, laminarin ve polifenol kaynağıdır. Daha önce olan gıda kıtlığı sırasında önemli bir kaynak olarak kullanılmıştır. Çorba, yemek ve salatalarda kullanılabilir (Kadam ve ark. 2015, McHugh 2003).

3.1.2 Yenilebilir mikroalgler

Mikroskobik canlılar olan mikroalgler karbondioksiti (CO₂) kullanarak güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürebilirler (Raja ve ark. 2008). Mikroalglerin biyokütlesinin çoğu, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), karotenoidler, fikobiliproteinler, polisakkaritler ve fitotoksin gibi çok çeşitli yüksek değerli ürünler elde etmek için değerli bir kaynaktır. Bununla birlikte, mikroalglerden elde edilen ürünler, insan beslenmesi, kültür balıkçılığı ve nutrasötik amaçlar için yüksek protein takviyesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (DelCampo ve ark. 2007). Çeşitli mikroalg türleri, karbonhidratlar, proteinler, lipitler ve besinsel olarak değerli bileşenler açısından zengin olarak tanımlanmaktadır (Becker 1994). Mikroalglerin A, B₁, B₂, C ve E gibi vitaminler ve ilaç etken maddesi olan nikotinat; iyot; potasyum; demir; magnezyum ve kalsiyum gibi minerallerin kaynağı olduğu bildirilmiştir (Becker 2004).

Pek çok sayıda alg, gıda sektöründe değerlendirilmek üzere ticari olarak üretilmektedir (Çizelge 3.2). Mikroalglerin ticari üretimi yaklaşık 5.000 ton / yıl kuru maddedir (Raja ve ark. 2008). Asya-Pasifik bölgesinde, kapasiteleri 3 ile 500 ton / yıl arasında değişen yaklaşık 110 ticari mikroalg üreticisi bulunmaktadır. Bunların çoğunluğu Çin, Hindistan ve Tayvan'dadır (Sathasivam ve ark. 2018).

Tarıma elverişli olmayan arazilerde yetiştirilebilmesi, üretim döngülerinin karasal bitkilere göre kısa olması, fermentasyon proseslerinin iklim koşullarından bağımsız olması, üretimde atık ürünlerin kullanılabilmesi, rekombinant biyoteknoloji uygulamaları ile yeni suşların geliştirilmesi ve bu sayede değerli ve nadir bulunan tek hücre yağlarının yüksek miktarda üretilmesi en önemli avantajlarıdır (Becker 1994). Bir çeşit mikroalg olan siyanobakterilerin hücre duvarında polisakkaritlerin olmaması nedeniyle sindirimlerinin kolay olması sebebiyle insan tüketimi için uygun birer kaynaktırlar (Richmond ve Preiss 1980). Mikroalg ürünleri piyasada kapsül, tablet ve sıvı formlarda bulunarak macunlar, atıştırmalıklar, şekerler, sakızlar, erişteler, şarap, içecek ve kahvaltılık gevrekleri gibi ürünlerle karıştırılarak kullanılır (Sathasivam ve ark. 2018).

Çizelge 3.2. İnsan tüketimi için kullanılan mikroalgler (Borowitzka 1998)

Alg	Kaynağı
Cyanobacteria (Mavi-yeşil algler)	
<i>Spirulina platensis</i>	ABD, Tayland, Çin, Tayvan, Hindistan vs ülkelerde kültüre edilmiştir.
<i>Spirulina maxima</i>	ABD, Tayland, Çin, Tayvan, Hindistan vs ülkelerde kültüre edilmiştir.
<i>Nostoc commune</i>	Sahadan toplanmıştır
<i>Aphanizomenon flos-aqua</i>	Sahadan toplanmıştır (ABD, Klamath Gölü)
Chlorophyta	
<i>Chlorella spp.</i>	Tayvan ve Japonya'da kültüre edilmiştir
<i>Dunaliella salina</i> (beta karoten için)	Avustralya, İsrail ve ABD'de kültüre edilmiştir
<i>Scenedesmus sp.</i>	Çekoslovakya'da ve deneysel olarak kültüre edilmiştir
<i>Haemotococcus pluvialis</i> (astaksanthin için)	Sadece deneysel olarak kültüre edilmiştir

Mikroalglerin ticari olarak önemli olanları *Spirulina* (*Arthrospira*) ve *Chlorella* (*Co*)'dur. *Spirulina* (*Arthrospira*) yüksek protein, esansiyel yağ asitleri, %62 aminoasit, A, B₁, B₂, B₁₂ vitaminleri içeriği bakımından zengin bir kaynaktır. Bir gramı yetişkinler için günlük A vitamini ihtiyacının yarısını karşılar. *Spirulina* ayrıca, bağırsak florasını besleyen *Lactobacillus* ve *Bifidus* bakterilerini içermesiyle fonksiyonel bir gıda görevi görür. *Spirulina*'dan saflaştırılmış PUFA'lar, sağlığı arttırmak amacıyla Avrupa ülkelerinde bebek süt formüllerine eklenir. *Chlorella* ise hemogloblin konsantrasyonunu artırabilir, kan şekeri seviyesini düşürebilir ve yetersiz beslenme ve etiyonin zehirlenmesi sırasında hipokolesterolemik ve hepatoprotektif ajanlar olarak işlev görebilir. *Chlorella*'daki en önemli madde, aktif bir immünoestimülantör, serbest bir radikal temizleyici ve bir kan lipidini düşürücü olan β -1,3-glukandır. Bir Alman firmasında (Klotze, Almanya) boru şeklindeki bir foto-reaktör kullanılarak, 130-150 ton kuru biyokütle üretilmiştir. Japon araştırmacılar, *Chlorella ellipsoidea*' dan birkaç deneye mahsus gıda ürünleri (toz yeşil çay, çorbalar, erişte, ekmek, kurabiyeler, dondurma ve soya sosu) geliştirmiştir (Sathasivam ve ark. 2018).

Algler renklerine göre klorofil a, b ve c, β -karoten, astaksantin, fitosiyenin, ksantofil, fitoeritrosin gibi önemli pigmentler üretirler. Elde edilen pigmentler gıda sanayiinde doğal renklendirici olarak kullanılmaktadırlar (Begum ve ark. 2016).

Karotenoidler, yüksek bitkilerde, mikroalglerde ve fotosentetik olmayan organizmalarda ortaya çıkan izoprenoid yapılu lipofilik pigmentlerdir (Del Campo ve ark. 2007, Takaichi 2011). Karotenoidlerin çoğu, organizmaları oksidatif strese karşı korumak için kullanılan güçlü antioksidan etkiye sahiptir (Cardozo ve ark. 2007). β -karoten en önemli karotenlerden biri olarak kabul edilir, çünkü multivitamin preparatlarına ve gıda ürünlerine katkı sağlayan aktif bir provitamin A formuna sahiptir. Bu pigmentin doğal formu daha güçlü bir etkiye sahiptir ve sentetik forma kıyasla vücut tarafından kolayca emilebilir (Chen ve ark. 1993). β -karoten üretimi için kullanılan mikroalg türleri *Dunaliella spp*' den *Dunaliella salina* (*D. salina*) ile *Dunaliella bardawil* 'dir (Bai ve ark. 2011). β -karoten bakımından zengin *Dunaliella*'nın kullanılması düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) oksidasyonunu inhibe eder ve plazma trigliseritlerini, kolesterolü ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) seviyelerini etkiler (Shaish ve ark. 2009). *Dunaliella spp*' den oral β -karoten alımı insanlarda ultraviyole (UV) kaynaklı eritemi önleyebilir (Heinrich ve ark. 2003). Phang ve ark. (2007), bir çalışmada *Dunaliella bardawil*' den β -karoten takviyesinin, diyabetik hastalarda LDL'nin oksidasyonunu inhibe ettiğini ve ateroskleroz gelişiminin geciktirilmesinde önemli olabileceğini bildirmiştir.

Mikroalglerden sentezlenen ikinci önemli karotenoid astaksantindir. Bu pigment, tatlı su yeşili yosunu *Haematococcus pluvialis* (*H. pluvialis*) tarafından üretilen bir keto-karotenoiddir (Cysewski ve Lorenz 2004). β -karotene göre 10 kat, alfa (α)-tokoferole göre 500 kat daha fazla antioksidan özellik göstermesi sebebiyle güçlü bir antioksidandır (Shah ve ark. 2016). Astaksantin üretimi için kullanılan bir başka mikroalg *Chlorella zofingiensis* ve üretim hızı *H. pluvialis*' inkinden daha düşüktür (Pelah ve ark. 2004). Birçok çalışma astaksantin kanserler, enflamatuar hastalıklar, metabolik sendrom, diyabet, diyabetik nefropati, nörodejeneratif hastalıklar ve göz hastalıkları gibi hastalıklara karşı koruyucu etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Yuan ve ark. 2011).

Coelastrella striolata ve *Co. zofingiensis*, tuz stresi ve azottan mahrum bırakma koşulları altında büyük miktarda bir kırmızı karotenoid olan ve gıdalarda ve yemlerde renklendirici olarak kullanılan kantaksantini üretir. *Scenedesmus komareckii* ve *D. salina*'nın aplanosporları gibi diğer bazı mikro algler, kantaksantin birikimini artırır (Sathasivam ve ark. 2018).

Muriellopsis sp. ve *Scenedesmus almeriensis* gıdalardaki ve insan serumundaki en önemli karotenoidlerden olan luteini yüksek miktarda biriktirir. Lutein retina ve göz

merceğinde makula lutea (veya sarı nokta) içinde bulunan pigmentin temel bir bileşenidir (Jin ve ark. 2003).

Fikoeritrin ve fikosiyanın suda eriyebilir ve gıdalarda renklendirici olarak kullanılmaktadır. *Porphyridium sp.* soluk pembe renk pigment (fikoeritrin) kaynağıdır. Daha çok süt sektörü ve pastacılık ürünlerinde kullanılır. *Porphyridium-fikosiyanın* ise *Porphyridium aeuquineum*' den izole edilir. Mavimtrak renkte bir pigmenttir. Özellikle CO₂ içeren içeceklerde ve dondurmada renk maddesi olarak kullanılmaktadır. Sağlıklı beslenmeye önem verilen günümüzde algler doğal renklendirici kaynağı olarak önem kazanmaktadır (Çelikel ve ark. 2006).

Mikroalg türlerinden bazıları (*Cryptocodinium, Schizochytrium, Thraustochytrids ve Ulkenia*) esansiyel yağ asitlerini üretmek için kullanılır. Antioksidan özellikli α / β -tokoferol / α -tokotrienol (E vitamini) ve yağda çözünen fenoller biriktirme yeteneğine sahiptirler. Azot yoksunluğu koşulları altında kültürlenmiş *D. tertiolecta* ve *Tetraselmis suecica* gibi mikroalgler E vitamini üretimini arttırır. Diğer bir mikroalg türü olan *Spirulina sp.* ise bitki veya hayvansal gıdalarla karşılaştırıldığında daha fazla B₁₂ vitamini sentezler (Sathasivam ve ark. 2018).

3.1.3 Alglerin besin değeri

Makro alglerden yapılan nori yaklaşık %75'i sindirilebilir olan %30-50 oranında protein, önemli miktarda A ve C vitamini, niasin ve folik asit içermektedir (Chapman ve Chapman 1980). Aonori- yeşil laver (çeşitli deniz yosunları karışımı) yaklaşık %20-26 protein, %19-23 mineral madde, az miktarda sodyum, yüksek miktarda demir ve kalsiyum içerir. Ayrıca birçok sebzededen daha yüksek oranda B grubu vitaminleri ve A vitamini içerir (Yamamoto 1982). Kombu; vitamin, mineral, aminoasit açısından zengindir. Çok amaçlı aminoasitlerden Glutamik asit ve eikosapentaenoik yağ asidi (EPA) içeriği yönünden besleyicidir. Wakame B grubu vitaminlerinden özellikle B₃ vitaminince oldukça zengindir (Fujiwara ve ark. 1984, Nisizawa 1987).

Deniz yosunları lif bakımından karasal bitkiler ile karşılaştırıldığında değerlerin karasal bitkilere göre yakın ya da daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu liflerin bağırsakta sindirimi tamamıyla mümkün değildir. Bu sebeple bağırsak hacmini arttırıp tokluk hissi yaratırlar. Bu özellikleriyle obezite rahatsızlığında kullanılabilir. Wakamenin lif oranı nori ve kombuya göre daha fazladır. Alginatların (kahverengi deniz yosunu) da bağırsak sağlığı için faydalı olduğu tespit edilmiştir. Sindirim kanalında su bağlama ve polisakkaritlerin bağlanma kapasitesiyle

ilgili fekal bulkun artışını sağlarlar. Bu nedenle kolon kanseri bakımından önemlidir. Alginat polisakkaritleri iyi birer metal bağlayıcı oldukları için sistemde ağır metal emilimini azaltırlar (Brownlee 2005).

Deniz yosunları kalsiyum başta olmak üzere demir, bakır ve iyot gibi mineraller bakımından zengindir (Garrow ve ark. 1999). Kuru ağırlıklarının %2'si kadar çoklu-doymamış yağ asitlerinden oluşan lipitler içermektedirler. Yosunlar insanların beslenmesinde önemli olan yağ asitlerinden omega (ω) -3 ve ω -6 asitlerini içermektedirler (Marinho ve ark. 2015). İlerleyen zamanlarda yemeklik yağ eldesi kapsamında mikroalglerin önemli bir kaynak olacağı düşünülmektedir. İklimden bağımsız olarak kapalı sistemlerde kültüre edilmeleri ve mikroorganizmaların hızlıca büyümesi yağlık bitkilerle üretime nazaran en büyük avantajlarıdır. Ancak maliyet ve sürdürülebilirlik bakımlarından gıda pazarına girmeden önce iyice araştırılmalıdır (Klok ve ark. 2014, Thevenieau ve Nicaud 2013).

Deniz yosunları K ve E vitamini, riboflavin (B₂), tiamin (B₁), niasin (B₃) ve folik asit (B₉) gibi vitaminleri ve pek çok antioksidan türünü içerirler. Kırmızı deniz yosununun sebzelere göre daha yüksek oranda β karoten içerdiği tespit edilmiştir (MacArtain ve ark. 2007). *Porphyra spp.* (nori) gibi bazı yosunlar, kuru ağırlığının %47'si gibi yüksek oranlarda protein içeriğine sahiptir. *Laminaria japonica* (kombu) Asya'da yaygın kullanılan monosodyum glutamatın (Çin tuzu) orijinal kaynağıdır (MacArtain ve ark. 2007). *Ulva pertusa* yumurtadaki düzeyde histidin içermektedir. Mikroalgler de protein, karbonhidrat ve yağ asidi içeriği bakımından zengindir (Çizelge 3.3). Özellikle B₁₂ vitamini yönünden zenginlikleri dikkat çekmektedir. Sodyum, magnezyum, kalsiyum, fosfor, kükürt ve demir gibi mineralleri içermektedirler.

Çizelge 3.3. Farklı mikroalglerin genel kompozisyonu (% kuru ağırlık olarak) (Becker 2007)

Alg	Protein	Karbonhidrat	Yağ
<i>Anabaena cylindrica</i>	43–56	25–30	4–7
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	62	23	3
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	48	17	21
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	57	26	2
<i>Chlorella vulgaris</i>	51–58	12–17	14–22
<i>Dunaliella salina</i>	57	32	6
<i>Euglena gracilis</i>	39–61	14–18	14–20
<i>Porphyridium cruentum</i>	28–39	40–57	9–14
<i>Scenedesmus obliquus</i>	50–56	10–17	12–14
<i>Spirogyra sp.</i>	6–20	33–64	11–21
<i>Arthrospira maxima</i>	60–71	13–16	6–7
<i>Spirulina platensis</i>	46–63	8–14	4–9

Mikroalgler dünyadaki en önemli fotosentezlerdir ve doğal olarak klorofil a, b ve c, astaksantin, fikobiliproteinler, β -karoten, ksantofiller gibi önemli pigmentleri üretir. Bununla birlikte, sentetik renklendiricilerin zararlı etkileriyle ilişkili problemler nedeniyle, mikroalgel pigmentlerinin doğal renk kaynağı olarak kullanılması cazip bir seçenek haline gelmektedir. Bu pigmentler besinlerde, ilaç eldesinde, giyim sanayiinde ve cilt bakım ürünlerinin eldesinde çokça tercih edilmektedir. Bazı mikroalglerden elde edilen pigmentler çizelge 3.4’de gösterilmektedir. Dünyada gıda renklendiricisi olarak en çok kullanılan pigment β -Karoten’dir. Özellikle margarin, peynir, meyve suları ve süt ürünleri gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Dunaliella türlerinden elde edilen pigmentin verim ve kalite açısından yüksek özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir (Cheng ve ark. 1974, Begum ve ark. 2016). Dunaliella türlerinden elde edilen karotenoidin antikanser özelliği olan ksantofil karotenoid olduğu tespit edilmiştir (Yeum ve Russel 2002).

Çizelge 3.4. Farklı mikroalglerden elde edilen pigmentler

Alg	Yaygın Adı	Pigmentler	Referanslar
<i>Chlorophyta</i>	Yeşil mikroalg	Klorofil α -6, β -karoten, bazı aksantinler (asta,prasin,siphon)	Graham and Wilcox 2000, Van den Hoek ve ark. 1995, Lee 1999
<i>Diatomophyceae</i>	Kahverengi mikroalg	Klorofil α -c, β -karoten, bazı aksantinler (fuso,diadino)	Hasle ve Syvertsen 1997, Round ve ark. 1990, Canter-Lund ve Lund 1995.
<i>Cryptophytes</i>	Kriptomonad	Klorofil α -c, karotenoidler and psikobiliprotein	Graham ve Wilcox 2000, Van den Hoek ve ark. 1995, Lee 1999
<i>Cyanobacteria</i>	Mavi-Yeşil mikroalg	Klorofil α , aksantofil ve psikobiliprotein	Graham ve Wilcox 2000
<i>Euglenophyta</i>	Öglenoidler	Klorofil α -6, diadinoaksantin, neoaksantin, and β -karoten	Graham ve Wilcox 2000, Van den Hoek ve ark. 1995, Lee 1999
<i>Dinophyta</i>	Dinoflagellatlar	β -karoten, Klorofil α -c, peridinin	Graham ve Wilcox 2000, Van den Hoek ve ark. 1995, Lee 1999

3.1.4 Alglerle ilgili genel sonuç

Alglerin tanınmaları nedeniyle gelecekte beslenme ihtiyacının giderilmesinde önemli bir kaynak haline gelmeleri mümkündür. Mikro algler, sağlığı teşvik eden ve hastalıkları baskılayan metabolitlerin zengin bir kaynağına sahiptir. Mikroalglerdeki çeşitli karotenoidler, yağ asitleri, amino asitler, antioksidanlar ve diğer ikincil metabolitler, insan ve hayvan diyetlerinin besin değerini artırır. Uygun şartlarda ağırlıkları 2-3 katına çıkabildiği için üretimleri kolaydır ve üretimde atıkların kullanılması sebebiyle çevreye duyarlıdırlar. Su ürünleri yetiştiriciliği, kümes hayvanları ve büyükbaş familyasında, üretimini arttırmada faydalıdırlar. Mikroalglerin farmakolojik kullanımı insan ve hayvanlarda çeşitli hastalıkların iyileştirilmesine yardımcı olmuştur. Gelecekte alternatif bir gıda kaynağı olarak kullanılmaları mümkündür (Ünver Alçay ve ark. 2017, Sathasivam ve ark. 2018).

3.2 Böcekler

3.2.1 Böcek nedir?

Böcek kelimesi, “çentikli ya da bölünmüş bir gövdeyle” anlamına gelen Latin harfli insektumdan türetilmiştir ve böceklerin bedenlerinin üç bölümü vardır (Anonim 2017).

Böcekler, eklemli bir dış iskelete, üç parçalı bir gövdeye (baş, göğüs ve karın), eklemli bacaklara, bileşik gözlere ve iki antene sahip olan eklem bacaklı grubundaki bir hayvan sınıfıdır. Gezegendeki en çeşitli hayvan grupları arasındadırlar. Toplam tür sayısı 6-10 milyon olarak tahmin edilmektedir ve farklı canlı gruplarının yüzde 90'ından fazlasını potansiyel olarak temsil etmektedirler. Böcekler hemen hemen bütün ortamlarda bulunabilir ancak okyanuslarda az sayıda türü bulunmaktadır (Delong 1960). Böceklerin genel özelliklerine değinecek olursak;

- Böcekler onları dış ortamdan korumaları için dış kabuğa sahiptirler.
- Kanatlı omurgasız olan tek canlı böceklerdir.
- Soğukkanlıdırlar.
- Mevsimsel değişikliklere uyum sağlayabilen metamorfoza uğrarlar.
- Hızlıca çoğalırlar ve popülasyonları artar.
- Solunum sistemleri hava ve vakum basıncına, yüksek irtifa uçuşu ve radyasyona toleranslıdır (Delong 1960).

3.2.2 Neden böcekler yenir?

Sağlık için;

- Böcekler, tavuk, domuz eti, sığır eti ve hatta balık gibi ana besinlere sağlıklı, besleyici alternatiflerdir.
- Birçok böcek, protein ve iyi yağ bakımından zengindir ve kalsiyum, demir ve çinko bakımından yüksek değerlerdedir.

Çevre;

- Yiyecek olarak önerilen böcekler, çoğu hayvandan çok daha az sera gazı (GHG) yayar (örneğin, metan termitler ve hamamböceği gibi sadece birkaç böcek grubu tarafından üretilir).
- Böcek yetiştiriciliği sadece toprak bazlı bir faaliyet değildir ve üretimi genişletmek için toprak temizliği gerektirmez.
- Amonyak emisyonu geleneksel hayvancılıkta olduğundan daha düşüktür.
- Böcekler soğukkanlı canlılar oldukları için yemi proteine dönüştürmede çok etkilidirler (örneğin cırcır böcekleri, sığırlardan 12 kat daha az, koyunlardan 4 kat daha az ve aynı miktarda protein üretmek için domuzlar ve broiler tavukların yarısı kadar yeme ihtiyaç duyarlar).
- Böcekler organik atık akıntılarıyla beslenebilirler.

Geçim kaynağı (Ekonomik ve sosyal faktörler);

- Böcek hasadı ve yetiştiriciliği toplumun en fakir kesimlerine bile giriş sağlayan düşük sermayeli ve düşük teknoloji bir yatırımdır (Van Huis ve ark. 2013).

3.2.3 Böceklerin doğaya faydaları

Böcekler bitki üremesinde önemli bir rol oynarlar. Tahmini 100.000 tozlayıcı tür tanımlanmıştır ve bunların neredeyse tamamı (% 98) böceklerdir (Ingram ve ark. 1996).

Böcekler atıkların biyobozunmasında da önemli bir rol oynamaktadırlar. Böcek larvaları, sinekler, karıncalar ve termitler ölü bitki maddelerini temizleyerek mantar ve bakteri tarafından tüketilinceye kadar organik maddeyi parçalarlar. Bu şekilde, ölü organizmaların mineralleri ve besinleri toprakta bitkilerin alımına hazır hale gelir. Örneğin hayvan leşleri sinek

kurtları ve böcek larvaları tarafından tüketilir. Yaklaşık 4 000 bilinen türün bulunduğu gübre böcekleri gübrenin ayrıştırılmasında da önemli bir rol oynamaktadır. Gübreyi ayrıştırıp gübredeki karbon ve minerallerin toprağa geri dönmesini sağlarlar (Van Huis ve ark. 2013).

3.2.4 Entomofaji

Böcek yiyicilik entomofaji olarak bilinmektedir. Entomofaji, kültürel ve dini uygulamalardan büyük ölçüde etkilenmiştir ve böcekler, dünyanın birçok bölgesinde genellikle bir besin kaynağı olarak tüketilmektedir. Entomofajiden en erken bahseden kaynak İncil'dir. Bugün birçok batılı toplumda böcek yemek hala tabu olarak görülmektedir (Van Huis ve ark. 2013).

Bugüne kadar böcekler Gıda ve Tarım Örgütü de (FAO) dâhil olmak üzere dünya genelinde tarımsal araştırmaların gündeminde yer almadılar. Bununla birlikte, böcek tüketimi dünyanın birçok yerinde yeni bir kavram değildir. Tayland ve Avustralya'daki aşiret diyetlerinin bir parçası olarak kabileler tarafından yenilen arı larvaları ve karıncalardan, Tayland'da popüler, kızartılmış çekirge ve böceklere kadar dünya çapında en az 2 milyar insanın böceklerle düzenli olarak beslendiği tahmin edilmektedir. Literatürde çoğu tropikal ülkelerde olmak üzere 1900'den fazla yenilebilir böcek türü belgelenmiştir (Şekil 3.7) (Van Huis ve ark. 2013).



Şekil 3.7. Yenilebilir böcek türlerinden bazıları (Anonim 2019a)

Küresel olarak, en çok tüketilen böcekler; kın kanatlılar (*Coleoptera*) (% 31), tırtıllar (*Lepidoptera*) (% 8) ve arılar, eşek arıları ve karıncalardır (*Hymenoptera*) (% 14). Bunların ardından çekirge (*Orthoptera*) (% 13), ağustos böcekleri, yaprak bitleri, bitki örtücüler, ölçek böcekleri ve gerçek böcekler (% 10), termitler (*Isoptera*) (% 3), yusufçuklar (*Odonata*) (% 3), sinek (*Diptera*) (% 2) ve diğer türler (% 5) gelmektedir (Van Huis ve ark. 2013).

Yenilebilir böcekler her zaman insan diyetlerinin bir parçası olmuştur, ancak bazı toplumlarda tüketimleri bir derece rahatsızlık vermektedir. Yenilebilir böceklerin çoğunluğu orman habitatlarından toplanmış olsa da, birçok ülkede kitlesel yetiştirme sistemlerinde yenilikler başlamıştır. Böcekler Dünya ülkelerinde geleneksel bilgi ve modern bilimi birleştirmek için önemli bir fırsat sunmaktadır (Van Huis ve ark. 2013).

Popüler inanışın aksine, böcekler, yiyecek kıtlığı zamanlarında ya da “geleneksel yiyecekleri” satın alırken ve hasat ederken sadece “kıtlık” gıdaları olarak kabul edilmemekle birlikte bugün dünyada pek çok insan; böcekleri lezzeti ve yerel gıda kültürlerindeki yerleşmiş yerlerinden dolayı tercih etmektedirler (Van Huis ve ark. 2013).

Böceklerin en az 2 milyar insanın geleneksel diyetlerinin bir parçasını oluşturduğu tahmin edilmektedir. Gıda olarak 1900'den fazla türün kullanıldığı belirtilmektedir. Böcekler, insanoğlunun hayatta kalması için temel bir dizi ekolojik hizmet sunarlar. Ayrıca, bitki üretiminde polinatörler olarak, atık biyo-dönüşüm yoluyla toprak verimliliğini iyileştirmede ve zararlı haşarat türleri için doğal biyokontrolde önemli bir rol oynarlar (Van Huis ve ark. 2013).

Yenilebilir böcekler, sucul ekosistemlerden ve çiftlik arazilerinden ormanlara kadar çok çeşitli yaşam alanlarına sahiptir. Yakın zamana kadar, böcekler, doğadan hasat edilerek elde edilebilen, görünüşte bitmez tükenmez bir kaynaktı. Ancak, bazı yenilebilir böcek türlerinin nesli günümüzde tehlikededir. Aşırı hasat, kirlilik, orman yangını ve habitat bozulması gibi bir dizi antropojenik faktör, yenilebilir böcek popülasyonlarının azalmasına neden olmuştur (Van Huis ve ark. 2013).

Bir böcek türü olan kriketler, her 1 kilogram vücut ağırlığı kazancı için sadece 2 kilogram yeme ihtiyaç duyarlar. Ayrıca, böcekler organik yan akıntılarda (insan ve hayvan atıkları dahil) yetiştirilebilir ve çevresel kirlenmenin azaltılmasına yardımcı olabilirler. Böceklerin sığır veya domuzlara göre daha az sera gazı ve daha az amonyak yaydıkları ve sığır yetiştiriciliğinden daha az arazi ve suya ihtiyaç duydukları bildirilmiştir. Memeliler ve kuşlar ile karşılaştırıldığında, böcekler daha fazla araştırma gerektirmesine rağmen, insanlara,

hayvanlara ve yabani hayvanlara zoonotik enfeksiyonlar iletme riski daha azdır (Van Huis ve ark. 2013).

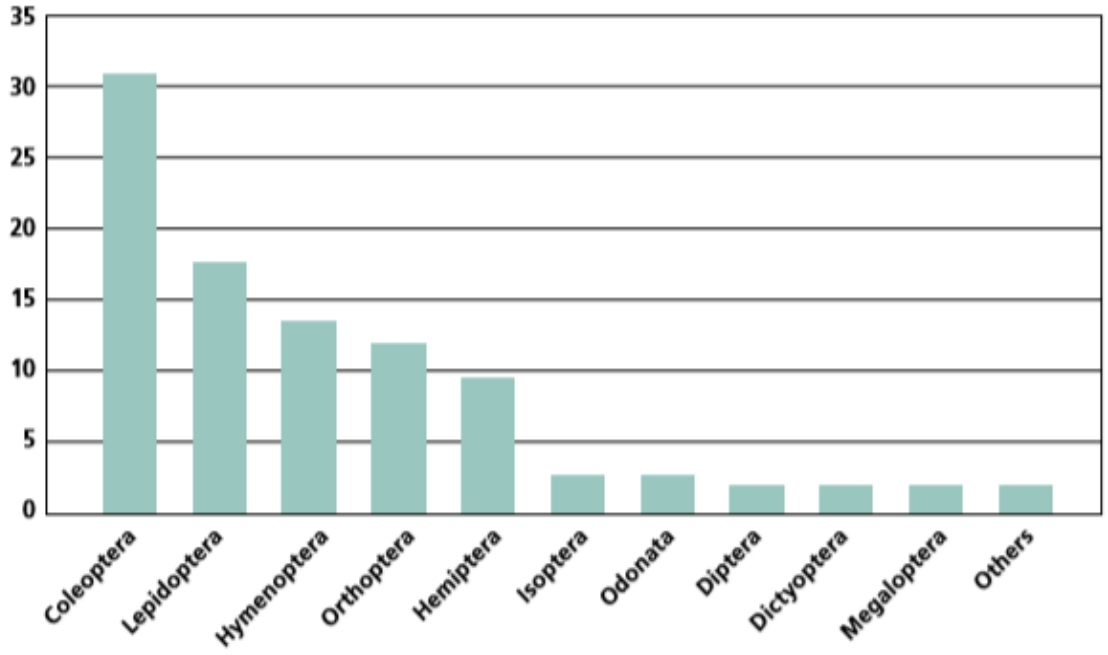
3.2.5 Yenilebilir ana böcek grupları

Yenilebilen ana böcek grupları Çizelge 3.5. 'te görülmektedir. Küresel olarak, tüketilen en yaygın böcekler yüzde 31'lik oranla kınkanatlılardır (Şekil 3.8). Tırtıllar (*Lepidoptera*) (Şekil 3.9) özellikle Sahra altı Afrika'da popülerdir ve tüketimi % 18 civarındadır. Özellikle Latin Amerika'da yaygın olan arılar (Şekil 3.10), eşekarısı ve karıncalar (*Hymenoptera*) % 14'le üçüncü sırada yer alır. Bunları takiben %13 oranında çekirge ve cırcır böceği (*Orthoptera*), %10 oranında ağustosböcekleri, çekirgeler ve tartı böcekleri (*Hemiptera*), %6 (%3-3) oranında termitler (*Isoptera*) ve yusuşuklar (*Odonata*), %2 oranında sinekler (*Diptera*) ve %5 oranında diğer türler tüketilmektedirler. Kelebeklerin neredeyse tamamı tırtıl olarak tüketilir ve *Hymenoptera* çoğunlukla larva veya pupa aşamalarında tüketilir. *Ortoptera*, *Homoptera*, *Isoptera* ve *Hemiptera* türleri genellikle olgun aşamada yenilirken, *Coleoptera* cinsinin hem yetişkinleri hem de larvaları yenir (Cerritos 2009).

Hanboonsong (2010) yapmış olduğu bir çalışmada çekirgelerin kırk yıl önce Tayland'da bir salgına sebep olduğunu, çekirgelerin ölmesi için yapılan ilaçlama işleminin başarısız olduğunu, bunun üzerine böceklerin yenmesine yönelik bir kampanya yapıldığını, bu kapsamda çekirgelerin derin yağda kızartılıp kraker olarak tüketildiğini ve pişirme sosu yapmak için fermente edildiğini belirtmiştir. Bahsedilen çekirge bugün Tayland'daki en iyi bilinen ve en popüler yenilebilir böceklerden biridir ve bu olay sayesinde çekirgeler artık büyük bir tarımsal zararlı olmaktan çıkmıştır. Hatta bazı çiftçiler, satılık mısır hasadı yerine böcekleri beslemek için mısır mahsulleri yetiştirmektedir.

Witchetty kurtçukları Avustralya'da bulunan çeşitli güvelerin (*Cossidae* ve *Hepialidae*) ve böceklerin (*Cerambycidae*) büyük, beyaz, odun yiyen larvalarını ifade eder. Kuru ağırlığının % 38'i kadar yağ içermektedirler. Sıcak olarak çiğ veya hafif pişmiş olarak yenilebilmektedir. Badem gibi tadı olan kurtçuklar pişirildiğinde renkleri kızarmış tavuk gibi olur ve içi açık sarı renkte olmaktadır (Van Huis ve ark. 2013).

Çizelge 3.5. Yenilebilir böcek grupları (Cerritos 2009)



Note: total number = 1 909.



Şekil 3.8. Yenilebilir kınkanatlı (*Coleoptera*) türünden bir böcek (Anonim 2019b)



Şekil 3.9. Yenilebilir tırtıl (*Lepidoptera*) türlerinden bazıları (Anonim 2019c)



Şekil 3.10. Yenilebilir arı larvası (Anonim 2019d)

3.2.6 Böceklerin besin değeri

Böcekler yüksek yağ, protein, vitamin, lif ve mineral içeriğine sahip son derece besleyici ve sağlıklı bir besin kaynağıdır. Yenilebilir böceklerin besin değeri, çok çeşitli yenilebilir böcek türleri nedeniyle oldukça değişkendir. Aynı türler grubunda bile, besin değeri, böceğin metamorfoz evresine, içinde yaşadığı habitata ve diyetine bağlı olarak değişebilir. Örneğin, yemeklik kurtlarda doymamış ω -3 ve ω -6 yağ asidinin bileşimi balıklar ile (sığır ve domuzlardakinden daha yüksektir) benzer olmakla beraber yemeklik kurtların protein, vitamin ve mineral içerikleri balık ve ete benzemektedir (Van Huis ve ark. 2013).

Yağlar, hayatı sürdürmek için gerekli enerjinin çoğunu sağlarlar. *Holometabolous* böceklerin olgunlaşmamış aşamalarında yüksek miktarda çoklu doymamış yağ bulunur. Böcekler, organizmamızın yaşamsal işlevleri için gerekli enerjiyi verimli bir şekilde sağlayabilirler. Yenilebilir böceklerin enerji içeriği bulunan türe ve bölgeye göre değişir. *Coleopteran* ve *Lepidopteran* türleri daha fazla enerji sağlar. Yenilebilir böcekler 217-777 kcal / 100 g, organik atıklarda yetiştirilen böcekler ise 288-575 kcal / 100 g enerji verirler. Aynı gramaj düşünüldüğünde bu değer hayvansal ürünler için 165 ile 705 kcal ve sebzeler için 308 ile 352 kcal. Bununla beraber yenilebilir böceklerin eldesinin maliyeti, omurgalıların eldesine göre daha düşüktür (Ramos-Elorduy 2008).

3.3 Lupin Tohumu

Et alternatifleri ve fonksiyonel gıdalar olarak bitki bazlı proteinlere olan ilgi son on yılda artmıştır. Yeni hayvansal olmayan protein kaynakları ve yeni işleme yöntemleri, değişen müşteri taleplerini karşılamak ve besleyici, lezzetli yiyecekler ve hammaddeler üretmek için gıda endüstrisi tarafından birleştirilebilir. Baklagiller, yüksek protein içeriği ve bunlarla ilişkili sağlık yararları nedeniyle son dönemde ilgi çekmektedir. Soya fasulyesi (*Glycine max*) ve Avustralya tatlı lupini (*Lupinus angustifolius*) insan gıdaları için mükemmel protein kaynaklarıdır (Kaczmarek ve ark. 2018).

Genellikle lupin olarak bilinen *Lupinus* cinsinin (*Fabaceae* familyası) bitkileri zengin protein ve diyet lifi kaynağı olan tohumlara sahip nişasta içermeyen baklagillerdendir. Kuru ağırlığın % 35-40' ına yakın protein, çoğunlukla yaklaşık % 1 ile 9 oranında albümin ve globülinlerden oluşur (Arnoldi ve ark. 2015). Besin maddelerine ek olarak lupin (acı bakla tohumları), fenolik bileşikler, fitosteroller, tokoferoller ve skualen gibi sağlığa faydalı potansiyele sahip önemli miktarda fitokimyasal içerir (Karamac ve ark. 2018). Lupin çekirdeği, % 75-80 çözünür lif, % 18-25 çözünmeyen lif ve % 5-9 hemiselülozdan oluşan % 39' a kadar

lif içerir. Lupin çekirdeği genel manada mükemmel bir lif kaynağıdır. Sindirilebilir karbonhidrat içeriği baklagillerin çoğundan daha küçüktür ve çoğunlukla oligosakkaritler içerir, ayrıca nişastayı ya çok az içerir ya da hiç içermez. Yağ içeriği türlere bağlı olarak % 8 ile 12 aralığında değişkendir ve iyi bir α -linolenik asit mevcudiyetine sahiptir. Lupin tohumları ayrıca 6-13 mg / 100 g tokoferol, temel olarak, Gama (γ) -tokoferol içerir, 50-230 g / 100 g karotenoidler, esas olarak lutein, β -karoten ve α -karoten ile birlikte eşlik eden zeaksantin içermektedir (Arnoldi ve ark. 2015). Yapılan bir çalışmada bir protein olan lupinin çok miktarda lisin içerdiği tespit edilmekle beraber düşük oranda metiyonin ve sistin içerdiği görülmüştür. Lupin tohumunun aminoasit profilinin soya proteinine çok benzemesi ve soyaya göre daha yüksek oranda protein içermesinden dolayı soya fasülyesi yerine bir alternatif olarak kullanılabilmesi önerilmiştir (Şekil 3.11) (Anonim 2018d).

Soya fasülyesi tripsin inhibitörleri içermezken onun aksine lupin tohumu içermektedir (Hickish ve ark. 2016). Bununla birlikte, insan tüketimi için istenmeyen kinolizidin alkaloidleri (QAs), lupin tohumlarında bulunur. Bu acı, toksik bileşikler, acı bakla bazlı gıdalar için önemli bir güvenlik sorunudur. Orta doğu ve Avrupa’da acılığının giderilmesinin ardından beyaz lupin tohumları (*L. albus*) geleneksel olarak atıştırmalık gıdalarda kullanılır. Son zamanlarda baklagil tohumları, unlu mamuller (ekmek, kek, kraker vb.), süt ürünleri ve fermente gıdaların eldesinde gıda bileşeni olarak önem kazanmıştır. İn vivo ve in vitro çalışmalar göstermektedir ki lupin tohumu ununun veya lupin bazlı işlenmiş gıdaların kullanılmasıyla dislipidemi, diyabet, obezite, hipertansiyon ve bağırsak fonksiyon bozukluğu riskinin azaldığı görülmüştür. Bu etkiler spesifik proteinler, diyet lifler, ve biyoaktif bileşenler içeren lupin tohumunun sinerjik aktivitesinden kaynaklanmaktadır. Tohumların sahip olduğu antioksidan kapasiteleri içermiş oldukları fenolik bileşiklerden gelmektedir (Karamac ve ark. 2018).

Yapılan bir çalışmada *Lupinus angustifolius* (mavi acı bakla)’un protein izolatlarından lupin bazlı süt alternatifi elde edilmiştir. Ayrıca acı bakla beslenme açısından fakir toprakları da tolere eder ve piyasada genetiği değiştirilmiş çeşitleri mevcut değildir (Hickish ve ark. 2016).

Çoban 2018 yılında yapmış olduğu çalışmada lupin ununu mısır unu ve tam buğday ununa %25-60 oranlarında ilave ederek çeşitli baharatlı cipsler üretmiş ve çalışma sonucunda elde ettiği analiz verileri neticesinde lupin ununun cipslerin glisemik indeksini, mineral madde içeriğini, yağ asidi kompozisyonunu ve p-Anisidin değerini önemli ölçüde değiştirdiğini; buna karşın cipslerin rengi, yağ absorpsiyonu ve peroksit değerlerinde önemli farklılıkların olmadığını belirtmiştir.



Şekil 3.11. a) Lupin tohumu (Anonim 2018e) b) Lupin tohumu (Anonim 2018f)

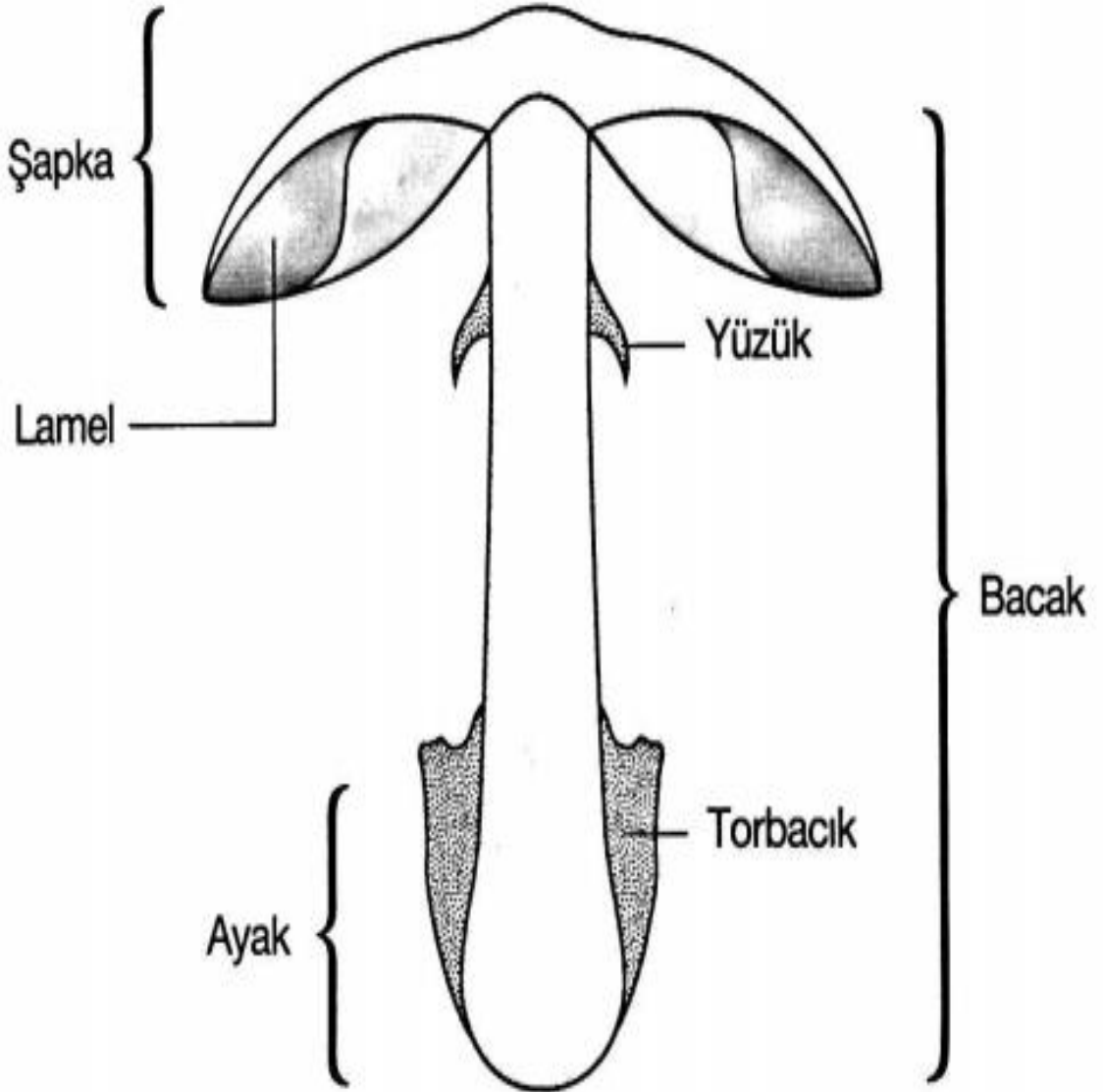
Sirtori ve arkadaşları (2012) yapmış oldukları bir çalışmada Batı Avrupa'da uzun yıllardır tüketilen ve yaygın olarak ekili bir ürün olan lupin tohumunun kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi kapsamında hayvansal protein alternatifi olarak bitki proteinleri tüketimini düşünen bireyler için uygun olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında kazein bazlı kolesterol + kolik asit diyeti ile beslenen sıçanlara iki hafta için sonda yardımıyla 50 miligram (mg) / gün lupin proteini özütü verilmiştir. Lupin özütü verilen sıçanların toplam plazma ve HDL + LDL kolesterol oranlarının sırasıyla % 21 ve % 30 azaldığı görülmüştür.

Lupin tohumunun en önemli avantajlarından birisi dünyanın değişik bölgelerinde farklı yükseltilerde ve iklimlerde yetiştirilebilmesi ve yoğun tarımsal uygulamalara ihtiyaç duyulmamasıdır. Ayrıca, acı bakla çeşitli fizyolojik, teknolojik ve ekolojik faydalar taşıdığı için, bu baklagil insan ve hayvan beslenmesinde daha verimli bir şekilde kullanılabilir (Anonim 2018d).

3.4 Yabani Mantarlar

Mantarlar, hareketsiz olmaları, hücrelerinin kitin çeperli olması ve spor yöntemiyle üremeleri sebebiyle bitkiler âleminde yer alırlar. Hücre çekirdeği etrafında zar bulunması ve çekirdekçiğe sahip olması sebebiyle bakterilerden ayrılırlar. Klorofil bulundurmaması

nedeniyle de alglerden ayrılırlar. Mantarlar heterotrof ve klorofilsiz bitkiler grubunda yer alırlar. Mantarların genel yapısı Şekil 3.12.'de verilmiştir. Özümlenme yapamadıklarından yaşamlarını sürdürebilmek için gerekli olan besin maddelerini buldukları ortamdan alırlar. Bu nedenle kültürü yapılan mantarların çoğunluğu saprofit yani çürükçüdür (Sarıtış 2015). Klorofile sahip olmadıkları için, yaşamları için kendi başlarına şeker, yağ ve nişasta gibi organik maddeleri üretemezler. Bundan dolayı ihtiyaç duydukları besinleri diğler canlılardan ve ölü artıklardan alırlar. Bu şekilde besin elde etmeleri hayvanlarınkine benzemektedir (Sümer 1987).



Şekil 3.12. Genel olarak mantarların yapısı (Barutçıyan 2012)

Günümüzde mantarların tıbbi özellikleri ve kimyasal içerikleri pek bilinmemektedir. Mantarların daha çok tercih edilmesinin sebebi tatlarıdır. Manzi ve arkadaşları (1999) mantarların diyet lifler, protein ve mineral maddeler bakımından zengin olduğunu, yağ ve yağdan kaynaklı kalori değerlerinin düşük olduğunu belirtmişlerdir. Southgate ve arkadaşları (1990) ise mantarların yapılarındaki lifler sayesinde besin sindirimine yardımcı olduğunu, kandaki HDL ve LDL seviyelerinin düşürdüğünü ve dolaşım sistemi rahatsızlıklarını engellediğini, kolon kanserini önlediğini belirtmişlerdir. Yabani mantarlar diyet lif için iyi bir kaynaktır. Kitin, hemiselüloz, mannan ve beta-glukan içerir. Özellikle β -glukanın kandaki kolesterol ve kan şekeri seviyesinin düşürülmesinde, çoğu enfeksiyonun önlenmesinde önemli rolü vardır (Manzi ve ark. 2000, Cheung ve ark. 1998, Rajarathnam ve ark. 1998). Yabani mantarların şapka yapılarındaki protein miktarı pek çok sebzenin protein oranına yakın veya yüksek olmasına rağmen yumurta, et gibi hayvansal ürünlere nazaran daha düşüktür. Ayrıca bazı yenilebilir mantar türleri kardiyovasküler, antitümör, antiviral ve antibakteriyel aktiviteye sahiptir (Bonatti ve ark. 2004, Cohen ve ark. 2002). Doğada 2000'den fazla yenilebilir şapkalı mantar bulunmaktadır. Ancak bunların yalnızca 22 tanesinin kültürü yapılmaktadır (Manzi ve ark. 2001). En fazla kültürü yapılan türlerin; *Agaricus* spp., *Pleurotus* spp., *Lentinus edodes*, *Volvariella volvacea*, *Auricularia* spp. olduğu ifade edilmiştir. (Diez ve ark. 2001).

3.4.1 Türkiye'de yenen yabani mantarlar

- *Boletus edulis*

Halk arasında ayı mantarı, taş mantarı, çörek mantarı olarak bilinmektedir. Bütün dünyada, İtalyanca kökenli Porçini (Şekil 3.13) adıyla tanınan mantardır. Mat açık kahverengi ve kızıl kahverengi şapkaya sahip mantarlardır. Şapkaları 15-25 cm çapında ve dolgundur. Yaz ve sonbahar aylarında her türlü ormanda rastlanır, dilimlenerek kurutulabilir (Barutçuyan 2012).

Yapılan bir çalışmada anti-enflamatuar özellikler sergileyen *Boletus edulis* mantarından çıkan bir polisakkarit ekstraktının etkinliği, bir astım fare modelinde test edilmiştir. *Boletus edulis* mantarından elde edilen polisakkaritin anti-enflamatuar etkileri arttırdığı ve astım tedavisinde yeni bir yöntem olabileceği tespit edilmiştir (Wu ve ark. 2016).

- *Russula virescens*

Kurak dönemlerde bile yetişebilen 8-15 cm çaplarında yeşil gri renkli şapkaya sahip lezzetli ve değerli bir mantar türüdür (Şekil 3.14) (Barutçuyan 2012). Yapılan bir çalışmada

Russula virescens'in taze meyve veren gövdelerinden kaynar su özütlemesi ile *Russula virescens* polisakkarit (RVP) olarak adlandırılan suda çözünür ham polisakkarit elde edilmiştir. RVP'nin iyi antioksidan özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir (Sun ve ark. 2010).

- *Lactarius deliciosus*

Halk arasında kanlıca, çıntar, melki adlarıyla bilinen ülkemizde en çok tüketilen yabani mantar türüdür (Şekil 3.15). İğne yapraklılar altında, yağmurlu yaz aylarında ve sonbahar mevsiminde bulunmaktadır. Şapkası turuncu renklidir ve unsu yapıdadır (Barutçıyan 2012).

Yapılan bir çalışmada *Lactarius deliciosus*'un meyve veren organlarından bir polisakkarit fraksiyonu olan LDP-1 özütlenip saflaştırılmış ve bu polisakkaritin sağlık açısından potansiyel bir immünomodülatör ajan olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir (Cheng ve ark. 2019).



Şekil 3.13. *Boletus edulis* (Anonim 2019e)



Şekil 3.14. *Russula virescens* (Anonim 2019f)



Şekil 3.15. *Lactarius deliciosus* (Anonim 2019g)

- *Lactarius sanguifluus*

Kesildiğinde ya da berelendiğinde kırmızı renkli bir süt aktığı için kara kanlıca olarak anılmaktadır (Şekil 3.16). Pek fazla tanınmadığı için renginden ötürü toplanmaz. Acı tadı nedeniyle pek tercih edilmemektedir. İğne yapraklılar altında, yağmurlu yaz aylarında ve sonbaharda rastlanır. Güney Avrupa’da en çok sevilen *Lactarius* türüdür ancak çabuk bozulduğu için ihracat değeri yoktur. Haşlama suyu dökülüp pişirme uygulanarak tüketilmesi önerilmektedir (Barutçıyan 2012, Anonim 2018j).

- *Hygrophorus marzuolus*

Mart mantarı da denen çapı 10-15 cm’e varan genç örneklerde şapka kirli beyaz ve dışbükey; gelişkin örneklerde dalgalı gri renklerde (Şekil 3.17). Genellikle iğne yapraklılar altında bulunan karlar çekilince ilk beliren mantar türüdür. Aralık ayı ortalarında Belgrad ormanlarında, Haziran ayı ortalarında ise Giresun yaylalarında gözlenmiştir. Lezzetli bir mantar türüdür (Barutçıyan 2012).

Yapılan bir çalışmada ergosterol (5,7,22-ergostatrien-3 β -ol) ve farklı türlerdeki yenilebilir mantarlardan ergosteril türevleri ayrılmış ve izokratik ters fazlı yüksek performanslı bir sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi ile ölçülmüştür. Bu teknik mantarlarda oluşan serbest ergosterol ve iki ergosteril türevinin hızlı bir şekilde ayrılmasını sağlamıştır. Böylece, en yüksek ergosterol içeriğinin *Agaricus bisporus* ve *Hygrophorus marzuolus* türlerinde olduğu (6.4-6.8 mg / g, kuru madde), ardından *Pleurotus ostreatus*, *Calocybe gambosa*, *Lentinus edodes* ve *Boletus edulis* (3.3-4.0 mg / g) türlerinin geldiği tespit edilmiştir (Villares ve ark. 2014).



Şekil 3.16. *Lactarius sanguifluus* (Anonim 2019h)



Şekil 3.17. *Hygrophorus marzuolus* (Anonim 2019ı)

- *Pleurotus ostreatus*

Halk arasında istiridye mantarı olarak da anılan mantar türüdür (Şekil 3.18). 25-30 cm çapına ulaşabilen dil biçiminde yapısıyla ağaçlardan yatay olarak çıkar. Kültürü de yapılır ve sonbahardan kış aylarına kadar görülür (Barutçıyan 2012).

Yapılan bir çalışmada *Pleurotus ostreatus*'tan enzimatik kalıntı polisakkaritlerini (EnRPS) çıkarmak ve yüksek yağ içeren yüksek kolesterol emülsiyonu ile uyarılmış karaciğeri hasarlı fareler üzerinde antioksidan ve antihiperlipidemik etkileri araştırmak amaçlanmış ve sonuç olarak EnRPS'nin karaciğer hasarına karşı oksidatif stres ve antihiperlipidemik fonksiyonel gıdalar olarak kullanılabileceği görülmüştür (Dong ve ark 2019).



Şekil 3.18. *Pleurotus ostreatus* (Anonim 2019i)

-Pleurotus eryngii

Bu mantar türüne Bodrum bölgesinde körek denir (Şekil 3.19). Şapkaları 5-10 cm çapında genç tiplerinde dışbükey, ara yaşlarda hafif memeli, erişkin yaşlarda ise hafif içbükey şekildedir. Şapkaların kenarları içe kıvrık ve soluk bej renklidir. *Eryngium campestre* dikeninin kökleri ve ölü parçaları üzerinde çıkar. Ege ve Akdeniz bölgelerinde sevilerek yenilen bir türdür. Son yıllarda kültürü de yapılmaktadır (Barutçıyan 2012).

Yapılan bir çalışmada *Pleurotus ostreatus* ve *Pleurotus eryngii*'den ekstrakte edilen glukanlar kan nötrofilleri üzerinde fagositik aktivite göstermiştir. Ayrıca farelerde anti-enflamatuar etki gösterdiği görülmüştür (Vetvichka ve ark 2019).



Şekil 3.19. *Pleurotus eryngii* (Anonim 2019j)

- *Lepista nuda*

Halk arasında mavi cincile olarak da bilinen şapkasının çapı 8-20 cm olan, genç örneklerde dışbükey, büyük örneklerde düzleşen ve dalgalı kenarlı biçimlerdedir (Şekil 3.20). Şapka üstü mavi leylak renklindedir ancak mantar büyüdükçe kızılımsı kahverengi renk alır. Her türlü ormanda sonbahar ve ılıman kış aylarında, ilkbaharda Toroslar'da ve Giresun bölgesinde gözlenmiştir. Son yıllarda kültüre alınan türleri düşük lezzetlidir (Barutçıyan 2012).

Besin değeri ve tıbbi değeri yüksek bir mantar türüdür. Özellikle antioksidan, antitümör ve antiviral aktiviteleri yüksektir. % 56,39 protein, % 45 toplam şeker, % 3,87 yağ ve % 7,92 lif içermektedir. Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada kanserli hücreleri % 90 oranında inhibe ettiği, glikoz metabolizmasını düzenlediği ve sinir iletimini önlediği tespit edilmiştir (Shu ve ark. 2019).

-*Tricholoma caligatum*

Halk arasında sedir mantarı, katran mantarı, matsutake olarak bilinen şapkası dolgun dışbükey biçimli, çapı 10-20 cm olabilen, soluk beyaz renk üzerine kızıl kahverengi paslı

görünümlüdür (Şekil 3.21). Hoş, baharatlı ve baygın kokuya sahiptir. Sonbahar ortalarından itibaren sedir ormanlarında yetişir. Sedir ormanlarından toplanıp Japonya'ya ihraç edilmektedir (Barutçıyan 2012). Japon kızıl çamı, nadiren köknar ve baldıran otu ve ladin ile birlikte bulunmaktadır. Mantarın yıllık satışları Japonya'da 30 milyar yeni bulunmaktadır. Avrupa'da siyah trüf olarak bilinir (Bouregba ve ark 2016).



Şekil 3.20. *Lepista nuda* (Anonim 2019k)



Şekil 3.21. *Tricholoma caligatum* (Anonim 2019l)

- *Calocybe gambosa*

Halk arasında cincile mantarı olarak bilinen etli, mat beyaz-krem renkli, şapka çapı 8-15 cm olan, un kokulu mantar türüdür (Şekil 3.22). Nisan, Mayıs aylarında yayvan yapraklıların bulunduğu ormanlarda ve bu ormanlara yakın çaylarda bulunur. Leziz ve aranan bir mantar türüdür (Barutçıyan 2012).

Entoloma sinuatum (*Entoloma lividum*) türü zehirli olup bu türle karıştırılmamalıdır. *Entoloma sinuatum* çürümüş gıda veya balık gibi kokmaktadır. *Entoloma sinuatum*'un sapı şapkadan kolayca ayrıldığı için şüpheli durumlarda diğer türlerden ayrılabilir. Nadiren tüketildiğinde az miktarda geçici kan şekeri düşüklüğü yapmaktadır (Anonim 2018k).

- *Marasmius oreades*

Halk arasında mih mantarı, mih başı mantarı isimleriyle bilinen, şapkası 3-7 cm çapında, genç örnekleri dışbükey, bazen düz, hafif memeli formda krem bej renklere olan mantar türüdür (Şekil 3.23). Şapka kısmı çok lezzetlidir ancak bacak kısımları çok lifli olduğu için yenmez. Şapka kısmı kurutularak saklanabilir. Kış mevsimi dışında çayırli arazilerin hepsinde çıkar (Barutçıyan 2012). Çayırli alanlarda etrafı koyu renkli ve uzun otlarla kaplı çember şeklinde ocaklar oluştururlar. Dikkatli bakılmadığında hayvan gübresiyle beslenmiş alanlarla karıştırılabilirler ve küçük yapıları nedeniyle görülmeyebilirler (Anonim 2018l).



Şekil 3.22. *Calocybe gambosa* (Anonim 2019m)



Şekil 3.23. *Marasmius oreades* (Anonim 2019n)

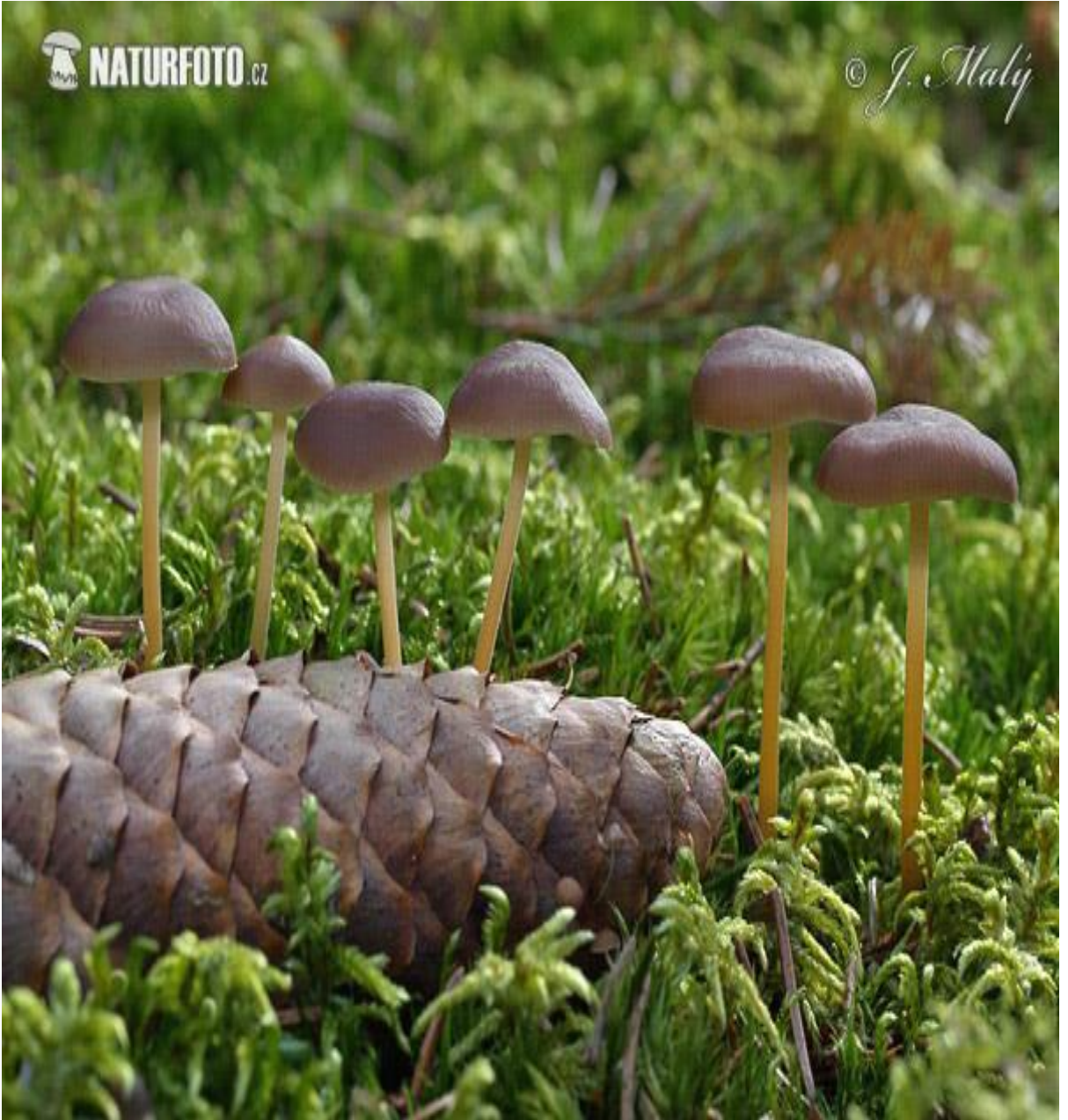
- *Strobilurus esculentus*

Şapka çapı 1-1,5 cm, şapka rengi genç örneklerde soluk sarı; yetişkin örneklerde mat kırmızı kahverengi renkli olan çürümüş kozalaklar üzerinde yetişen mantar türüdür (Şekil 3.24). İlkbaharda karların erimesinden sonra dağlık bölgelerde bulunur. Mantar çeşitliliğinin az olduğu bir dönemde bulunması nedeniyle önemlidir (Barutçıyan 2012).

- *Coprinus comatus*

Halk arasında söbelen, pösteki mantarı olarak bilinen şapka çapı 6-15 cm uzunluğunda olan, şapkası eliptik ve beyaz yumuşak pullarla kaplıdır (Şekil 3.25). Yetişkin örneklerde şapka kenarları alt kısımdan itibaren kararmaya başlar. Körpe olan örnekleri lezzetlidir ancak çabuk bozulur. Azot ve gübre bakımından zengin çayır, çimen, ormanlarda ve yol kenarlarında rastlanır (Barutçıyan 2012). Et yemekleriyle servis edilecek çorba veya sos yapmak veya basitçe şeritler halinde kesmek ve kızartmak için kullanılabilir. En önemli nokta, kullanılan mantarların genç ve taze olduğundan kesinlikle emin olmaktır, çünkü bu mantarlar yaşlandıkça yapışkan bir yapıya neden olurlar. Bu sebeple toplanıp hemen pişirilip yenildiğinde ideal bir kahvaltı mantarıdır. Bu mantarlar buzdolabında tutulduklarında bile çok çabuk bozulduklarından, toplanmasından bir veya iki saat sonra tüketmeleri önerilmektedir (Anonim 2019ai).

Yapılan bir çalışmada *Coprinus comatus* etanol ekstraktının alloksan kaynaklı diabetes mellitus (DM) ile erkek Wistar sıçanlarının (*Rattus norvegicus*) kan glikozu, glikozile edilmiş hemoglobin, süperoksit dismtaz ve plazma insülin seviyeleri üzerindeki etkisini analiz edilmiş ve *Coprinus comatus*'un hipoglisemik ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve ayrıca DM tedavisi için de potansiyel olduğu tespit edilmiştir (Ratnaningtyas ve ark. 2019).



şekil 3.24. *Strobilurus esculentus* (Anonim 2019o)



Şekil 3.25. *Coprinus comatus* (Anonim 2019ö)

- *Agaricus campestris*

Halk arasında çayır mantarı, içi kızıl olarak bilinen, şapka çapı 6-10 cm olan beyaz lamelli, lezzetli bir mantar türüdür (Şekil 3.26). Azot bakımından zengin olan otlak ve çayırlarda yetişir (Barutçıyan 2012). Koyun, büyükbaş hayvan veya atların otladığı çayırlarda sonbaharın başlarında çok miktarda görülebilmektedir. Uygun şekilde pişirilmeleri ve ılımlı olarak yenilmeleri koşuluyla çayır mantarı sağlıklı ve lezzetlidir. Tarla Mantarı çok iyi bir yenilebilir türdür ve kültür mantarlarının kullanıldığı herhangi bir tarifte kullanılabilir. Risotto ve omletlerde harikadır ve kesinlikle etli çorbalar veya et yemekleriyle servis edilecek soslar yapmak için uygundur (Anonim 2019a1). Yapılan bir çalışmada kentsel alanlarda yetişen *Agaricus campestris* mantarının bileşimi tespit edilmiş ve kentsel yeşil alanlarda yüksek konsantrasyonlarda kalsiyum ($1600 \pm 1000\text{mgkg}^{-1}$ kuru madde), demir ($200 \pm 109\text{mgkg}^{-1}$ kuru madde), sodyum ($3900 \pm 2200\text{mg kg}^{-1}$ kuru madde) içerdiği ve peri-kentsel çayırlarda yetişenlerde gümüş ($70 \pm 24\text{mg kg}^{-1}$ kuru madde), bakır ($96 \pm 21\text{mg kg}^{-1}$ kuru madde) ve kükürt ($5600 \pm 460\text{mg kg}^{-1}$ kuru madde) içerdiği tespit edilmiştir. Ekili *Agaricus bisporus* potasyum ($44000 \pm 3800\text{mgkg}^{-1}$ kuru madde) ve fosfor ($14000 \pm 1500\text{mgkg}^{-1}$ kuru madde) bakımından zengin, ancak esansiyel mineraller bakımından fakir bulunmuştur. Arsenik, kadmiyum ve kurşun için Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü tarafından verilen geçici haftalık alım değerlerine dayanarak, *Agaricus campestris*'in haftalık 300 g miktarında düzenli tüketiminin güvenli olduğu sonucuna varılmıştır (Zsingmond ve ark. 2018).



Şekil 3.26. *Agaricus campestris* (Anonim 2019p)

- *Agaricus bisporus*

Kültür mantarı olarak da bilinen, şapka çapı 5-10 cm olan, doğal ortamda sıkça rastlanan, lamelleri açık kahverengiden başlayıp yaşına göre koyu kahverengiye kadar değişen, dünyada en çok üretilen mantar türüdür (Şekil 3.27). Kır, mera, şehirlerin park ve bahçelerinde azot bakımından zengin yerlerde doğal olarak rastlanan bir türdür. Kültüre alınan türlerin raf ömrü doğadan toplananlara göre daha uzundur. Bunun nedeni ise steril ortamda yetiştirilip en körpe haliyle pazara sunulmasıdır (Barutçıyan 2012).

- *Amanita caesarea*

Gelin mantarı, yumurta mantarı olarak bilinen şapka çapı 10-20 cm olan, şapkası parlak turuncu renkli, lamel ve bacakları sarı renkli olan dünyanın en lezzetli ve aranan mantarlarından biridir (Şekil 3.28). Yaz sonları ve sonbahar mevsiminin başında kestane, meşe ve ıhlamur ormanlarında rastlanır. Adını (Caesarea - Sezar) imparatorların sofrasına layık görüldüğü için alır. Avrupa’da nadir bulunan ancak ülkemizde bolca rastlanan kıymetli bir türdür. Çiğ olarak tüketilebilir fakat taze olarak tüketilmelidir (Barutçıyan 2012).



Şekil 3.27. *Agaricus bisporus* (Anonim 2019r)



Şekil 3.28. *Amanita caesarea* (Anonim 2019s)

- *Cantharellus cibarius*

Halk arasında balkadın, tavuk mantarı, kaz ayağı gibi isimlerle anılan şapka çapı 5-15 cm olabilen, dalgalı içbükey şekilli, sarımsı renkli, kayısı kokusuna benzeyen kokusu olan bir mantar türüdür (Şekil 3.29). Dilimlenerek kurutulabilir ve turşusu yapılabilir. Avrupa mutfağında en çok sevilen türlerdendir. Daha önce yapılan çalışmalarda bu mantarın kuru madde oranının %7.62-17.43 olduğu, kuru maddede ise kül miktarının 9.44-15.70g/100g, lif miktarının 12.80g/100g, protein miktarının 18.20-69.14g/100g, yağ miktarının 1.60-4.99g/100 g, karbonhidrat miktarının 14.25-66.07g/100g ve selüloz miktarının 7.46g/100g olduğu

bildirilmiştir. Yağ asitlerinden linoleik asit, palmitik asit, oleik asit ve linoelaidik asit; amino asitlerden ise glutamik asit, lizin, alanin ve treonin içerdiği belirtilmiştir. (Barutçıyan 2012, Bulam ve ark. 2016).

- *Cantharellus tubeaformis*

Cantharellus tubeaformis, mantar mevsiminde çok geç saatlerde bulunan sarımsı kahverengi ve trompet biçimli bir mantardır, bu sayede kış mantarı olarak da bilinir. Şapkası dışbükeydir ve bazen orta kısmı oyuktur. Solungaçları geniş ölçüde ayrılır ve şapkadan daha açık renktedir. Yosun veya çürümüş ağaçları sever. Kuzey Amerika'da çoğunlukla kozalaklı bataklıklarda bulunur. Özellikle kızartılmış halde veya çorbalarda kullanımı sonucu mükemmel bir gıda elde edilir. Korunması için kolayca kurutulur (Kuo 2015).

Civciv ayağı da denen çapı 5-6 cm, ortası oyuk huni biçimli kenarları dalgalı, kahverengi şapkalı mantar türüdür (Şekil 3.30). Kıvrımları gri-kahverengidir. İğne yapraklıların altında bulunan lezzetli ve aranan bir mantar türüdür (Barutçıyan 2012).



Şekil 3.29. *Cantharellus cibarius* (Anonim 2019ş)



Şekil 3.30. *Cantharellus tubeaformis* (Anonim 2019t)

- *Craterellus cornucopidides*

Halk arasında Borazan mantarı olarak bilinen şapka çapı 5-15 cm olabilen, şapka kenarları dalgalı ve koyu gri külah biçimli, ekonomik değeri yüksek olan lezzetli bir mantar türüdür (Şekil 3.31). Yayvan yapraklılar altında sonbahar ortalarında ve ılıman kış aylarında yetişir. Meyve gövdeleri, yaprak döken ağaçların altındaki toprakta yetişir. Tekstürleri serttir. Bu sayede nadiren kurtçuklar tarafından istila edilirler. *Craterellus cornucopioides*'in görüldüğünden çok daha iyi bir tadı vardır. Bu mantarlar kurutularak daha sonra kullanılmak üzere hava geçirmez kavanozlarda saklanabilir. Ayrıca sos haline getirilip kışın yemeklerle birlikte kullanılabilir (Barutçıyan 2012, Anonim 2019ah).

- *Laetiporus sulphureus*

Kükürt mantarı olarak adlandırılan *Laetiporus sulphureus*, *Polyporaceae* familyasından yenilebilen bir mantar türüdür. Tadı tavuğu andırmakla beraber bu mantar, büyük yığınlar halinde yetiştirilmekte ve kilolarca ağırlıkta olabilmektedir. Özellikle okaliptus, karaağaç ve ceviz ağaçlarının üzerinde görülür. Genç mantarlar, nemli, etli, gövdesi sarı ve uçları turuncu renkte olurken yaşlı örnekler daha solgundur. Bu mantar alerjendir. Alerjisi olan kişiler için genç mantarın tüketilmesi önerilmektedir. Diğer yabancı mantar türlerinde olduğu gibi, *Omphalotus olearius* gibi zehirli mantarlarla karıştırılabileceğinden dikkatli olunmalıdır (Şekil 3.32) (Anonim 2019af, Anonim 2019ag). Ülkemizde Kastamonu bölgesinde Kiraz mantarı olarak bilinen mantar türüdür. Yassı katmanlar halinde bulunan sarı renkli mantar türüdür (Şekil 3.33). Üzerinde bulunduğu ağacın bütün iç yapısını ele geçirir ve ağacın ölmesine neden olur. Avrupa mutfağında sık kullanılmaktadır (Barutçıyan 2012).



Şekil 3.31. *Craterellus cornucopidides* (Anonim 2019u)



Şekil 3.32. *Omphalotus olearius*(Anonim 2019ag)



Şekil 3.33. *Laetiporus sulphureus* (Anonim 2019ü)

- *Morchella deliciosa*

Morchella esculenta türleri gibi klasik sarı morel, etli bir dokuya ve zarif bir tada sahip olan bu tür en değerli ve lezzetli mantarlardan biridir. *Morchella deliciosa* ayrıca sarı bir morel örneğidir. Çoğu Kuzey Amerika'da bulunan diğer birçok çeşit vardır. Genellikle Büyük ovaların doğusunda bulunurlar, ancak bazı türler Kuzeybatı Pasifik'te bulunur. Boyutları değişir ancak bu mantarlar bir ayağa kadar büyüyebilir. Ayrıca uzun çukurları ve sırtlarıyla da bilinir (Anonim 2018j). Bu mantarlar ayrıca Kuzugöbeği adıyla bilinmektedir (Şekil 3.34). Şapka yapısı 5-7 cm, petekli, soluk sarı- açık kahverengi renklindedir. Bacakları beyazdır. İlkbahar aylarında çıkar ve çevresindeki ağaçlarla ortak yaşam sürer. Ekonomik değeri yüksek olan mantar türüdür (Barutçıyan 2012).



Şekil 3.34. *Morchella deliciosa* (Anonim 2019v)

3.5 Tek Hücre Proteini

Günümüzdeki beslenme şekliyle proteinler sadece bitkisel ve hayvansal kaynaklardan alınmaktadır. Tarımsal üretimin toprak, iklim ve hava koşulları gibi değişkenlere bağımlı olması, hayvansal üretimin de tarımsal üretimle bağlantılı olması nedeniyle elde edilen ürün miktarı belirli bir seviyenin üzerine çıkamaz. Dünya’da üretilen proteinin % 62’si bitkisel kaynaklı, % 38’i hayvansal kaynaklıdır ve bu değer üretim ihtiyacının ancak % 80’ini karşılamaktadır (Öztürk 1996).

Tek hücre proteini (THP), insan tüketimine yönelik büyükbaş, kanatlı ve deniz canlıları gibi hayvanlardan sağlanan günlük besin ihtiyaçlarının karşılanmasında alternatif besin olarak kullanılır. Gıdalarda ise aromalandırıcı ve emülsifiye edici özelliklerine bağlı olarak hazır yemek üretiminde kullanılmaktadır (Zubi 2005).

THP alg, bakteri, maya ve küflerin büyük miktarlarda üretilerek kurutulmasıyla elde edilir (Öztürk 1996). En büyük avantajları yüksek oranda protein içermeleridir. Bu proteinler esansiyel aminoasitler bakımından zengindir. Tek hücre proteinleri kolay ve hızlı çoğalırlar. Ayrıca üretim maliyetleri düşüktür. Üretilmeleri için büyük alanlara ihtiyaç yoktur ve iklim koşullarından etkilenmezler (Kaya 1993). Yaklaşık 1 kilometrekarelik (km²) fermenterde Dünya’daki insanların ihtiyaç duyduğu proteinin %10’u üretilir (Nasseri ve ark. 2011).

Üretimlerinde endüstri atıkları ve artıkları da kullanıldığı için çevre kirliliğine sebep olmazlar (Akman 1980a). Balık, soya gibi ürünlerin protein miktarına yakın oranda protein içerirler (Çizelge 3.6) (Öztürk 1996). THP üretiminde kullanılan materyal daha çok algler, bakteriler, mayalar ve bazı mantar türleridir (Akman 1980a).

THP üretiminde kullanılacak mikroorganizmaların sahip olması gereken özellikler şunlardır;

1. Kültür saf olmalıdır.
2. Protein oranı yüksek olmalı ve hızlı üreyebilmelidir.
3. Uzun süre saklanıp kontaminasyona dayanıklı olmalıdır.
4. Ekstrem koşullarda (düşük pH ve yüksek sıcaklık) gelişebilmelidir.
5. Substrattan kolay ayrılabilenlidir (Aran ve ark. 1985).

Çizelge 3.6. Bazı besinlerin ve mikroorganizmaların protein içerikleri (%) (Öztürk 1996)

Besin Maddesi	Protein Miktarı
Patates	2,0
Yumurta	12,4
Balık	20,0
Soya fasülyesi	38,0
Bakteriler	47-87
Mayalar	45-50
Mantarlar	19-57
Algler	24-80

Tek hücre proteini üretiminin en yaygın olduğu ülkeler; İngiltere, Rusya, ABD, Tayvan ve Güney Afrika'dır (Öztürk 1996).

3.5.1 THP eldesinde alglerin kullanılması

Kaynak olarak alglerin kullanılmasının sebepleri; basit besiyerlerinde hızlı çoğalmaları, fotosentez yapabilme kabiliyetleri ve yüksek oranda protein içermeleridir (Ötük ve Johansson 1980). Algler, protein içeriklerinin yanı sıra çeşitli vitaminleri ve içerdikleri pigment maddeleri ile kümes hayvanlarının yumurtalarına sarı renk vermeleri açısından önemlidirler (Borcaklı 1986). Protein içerikleri yüksek olan algler; *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Spirulina* ve *Ascophylum*'dur (Öztürk 1996). Alglerin buharda ısıtılma, öğütülme işlemlerine tabi tutulmasıyla sindirilebilirliği artmaktadır (Katırcıoğlu ve Aksöz 2003).

Dünyadaki okyanusların yıllık mikroalg üretimi 550×10^9 tondur ve bu değer dünya nüfusuna bölündüğünde kişi başına düşen 100 ton ürün ile tüm dünyanın protein ihtiyacı karşılanmaktadır (Akman 1980a).

3.5.2 THP eldesinde mayaların kullanılması

Mayalar yüksek oranda protein ve B vitamini içerdikleri için gıdaların zenginleştirilmesinde kullanılırlar. Yüksek protein oranının yanında içerdikleri aminoasit oranı düşüktür (Öztürk 1996). Kurutulmuş mayanın besin içeriği Çizelge 3.7' de verilmiştir.

Mayaların üretiminde substrat olarak melas, patates nişastası, petrol ürünleri, şeker, meyve posası, bira, peynir altı suyu, kâğıt endüstrisinin atıkları, odun şekeri mayası kullanılmıştır (Katırcıoğlu ve Aksöz 2003).

Rose (1979) yapmış olduğu bir çalışmada THP eldesinde *Saccharomyces (S) cerevisiae*, *S. fragilis*, *S. pasteurianus*, *Torulopsis utilis*, *Brettanomyces*'ler, *Candida (C) tropicalis*, *C. utilis*, *C. lipolytica*, *C. maltosa* ve *C. Intermedia* gibi mayaların kullanılabileceğini söylemiştir. Ekonomik değeri olan Torula mayası olarak bilinen maya *Torulopsis utilis* yemeklerde çeşni eldesinde kullanılmakta, hatta ABD'de özellikle bebek mamalarına katılmaktadır (Akman 1980a, Pamir 1981).

Bazı araştırmacılar maya proteinin günde 15 gramdan fazla tüketilmesinin sindirim bozukluklarına sebep olduğunu belirtmesine rağmen, bazıları ise günde 3 sefer 85 gram maya proteinin herhangi bir rahatsızlığa sebep olmadığını belirtmişlerdir (Çetin 1983).

Çizelge 3.7. Kurutulmuş mayanın besin içeriği (Öcal ve ark. 1977, Çetin 1983)

Protein	%45
Yağ	%2
Selüloz	%2
Kül	%7,8
Kalsiyum	% 0,1-0,6
Fosfor	% 1-5

3.5.3 THP eldesinde bakterilerin kullanılması

Bakteriler diğer mikroorganizmalar tarafından sindirilemeyen substratları karbon ve enerji kaynağı olarak kullandıkları ve hızlı çoğaldıkları için önemlidirler. *Lactobacillus fermentas* türü % 87 oranında protein içermektedir. Aminoasit içerikleri değerlidir ancak yüksek oranda nükleik asit içerirler (Pamir 1978). THP eldesinde kullanılan bakteriler Çizelge 3.8' de verilmiştir.

Bakteriler şuan için insanlar tarafından gıda kaynağı olarak kullanılmamaktadır. Bunun en önemli sebepleri protein içeriğinin yanında nükleik asit içermesi ve nükleik asitlerin insan metabolizmasını olumsuz etkilemesidir. Ayrıca fermantasyon sonrası ürünün ortamdaki zor ayrılması da olumsuz yanlarından biridir (Çetin 1983). Ancak hayvanlar tarafından bakteriyel biyomasın yem olarak kullanılması olumlu özelliğidir (Öcal ve ark. 1977).

Çizelge 3.8. THP eldesinde kullanılan bakteriler (Katırcıoğlu ve Aksöz 2003)

Bakteri ismi	Özelliği
Azotobacter	Topraktaki azotu bağlarlar
Aeromonas Rhizobium Clostridium	Havadaki Nitrojeni (N ₂) kullanabilenler
Methanomonas Pseudomonas	Metanı kullanabilenler
Methylomonas	Metanol'de çoğalabilirler
Acinetobacter	Alkanlar üzerinde çoğalabilirler
Pseudomonas	Petrol parafini üzerinde üreyebilenler

3.5.4 THP eldesinde küflerin kullanılması

Küfler %30-60 oranında protein içermeleri, B grubu vitaminler bakımından zengin olmaları, bakteri ve mayalardan daha düşük nükleik asit içermeleri ve fermantasyon sonunda ortamdaki ayrılmaları kolay olduğu için THP eldesinde kullanılmaları avantajlıdır (Çizelge 3.9) (Öztürk 1996).

THP eldesinde *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Geotrichum* türlerinin miselleri kullanılmaktadır (Katırcıoğlu ve Aksöz 2003).

Çizelge 3.9. Tek hücre proteini kaynaklarının bileşimi (Demirel ve Demirel 2018)

Besin Maddeleri	%Bileşim			
	Su yosunu	Mantar	Bakteri	Maya
Gerçek Protein	40-60	30-70	50-83	-
Toplam Nitrojen (Protein + Nükleik Asit)	45-65	35-50	60-80	45-55
Lisin	4,6-7,0	6,5-7,8	4,3-5,8	-
Metiyonin	1,4-2,6	1,5-1,8	2,2-3,0	-
Yağ	5-10	5-13	8-10	2-6
Karbonhidrat	9	-	-	-
Safra Pigmentleri ve Klorofil	6	-	-	-
Nükleik Asitler	4-6	9,70	15-16	6-12
Mineral Asitler	7	6,6	8,6	-
Amino Asitler	-	54	65	-
Kül	3	-	-	5-9,5
Nem	6	4,5-6	2,8	-
Selüloz	3	-	-	-

3.5.5 THP'nin besin olarak değerlendirilmesi

THP eldesinde en fazla mayalar kullanılmaktadır. Maya proteinlerinin insan vücudunda kullanılabilme oranı % 40-68 arasındadır. Kükürt içeren esansiyel aminoasitleri (sistin ve metiyonin) yeteri kadar içermediği için proteinin biyolojik değerinin düşmesine sebep olur. Bu sebeple metiyonin ilave edildiği zaman proteinin biyolojik değeri yükselir (Katırcıoğlu ve Aksöz 2003). Ancak bu işlem de maliyetin artmasına sebep olmaktadır (Özyurt 1980). Mikroorganizmalardan üretilen tek hücre proteini kaynaklarının bileşimleri ve esansiyel amino asit içerikleri sırasıyla Çizelge 3.10'da verilmiştir. THP üretiminde kullanılan bazı substratlar Çizelge 3.11' de verilmiştir.

Çizelge 3.10. Bazı referans proteinlerle tek hücre proteinlerinin esansiyel amino asit içerikleri (g 100g⁻¹ protein) (Demirel ve Demirel 2018), *BP THP: British petrol tek hücre proteini

Aminoasit	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Spirulina maxima</i>	<i>Cellulomonas</i>	BP* THP	Buğday	Yumurta	İnek sütü
Lisin	7,7	4,6	7,6	7,0	2,8	6,3	7,8
Treonin	4,8	4,6	5,4	4,9	2,9	5,0	4,6
Metiyonin	1,7	1,4	2,0	1,8	1,5	3,2	2,4
Sistin	-	0,4	-	-	2,5	2,4	-
Triptofan	1,0	1,4	-	-	1,1	1,6	-
İsolösin	4,6	6,0	5,3	4,5	3,3	6,8	6,4
Lösin	7,0	8,0	7,3	7,0	6,7	9,0	9,9
Valin	5,3	6,5	7,1	5,4	4,4	7,4	6,9
Fenilalanin	4,1	5,0	4,6	4,4	4,5	6,3	4,9
Histidin	2,7	-	7,8	2,0	-	-	-
Arjinin	2,4	-	6,4	4,8	-	-	-

Çizelge 3.11. THP üretiminde kullanılan substratlar (Öztürk 1996)

Petrokimya ürünleri	Gazyağı n-alkanlar Doğalgazlar
Organik çözücüler	Metanol Etanol Asetik Asit
Gıda ve Tarım Sanayi	Selüloz Hububat ve sebze nişastaları Sakkaroz Glikoz Peynir altı suyu Zeytin kara suyu Narenciye kabukları Gübre Melas Şeker içeren atıklar

THP üretimi; uygun karbon kaynağı içeren besi ortamının hazırlanması, istenilmeyen kontaminasyonun önlenmesi, istenilen mikroorganizmanın üretimi ve biyokütlenin ayrılarak, hasat işleminin tamamlanması aşamalarını kapsar. Üretim iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlar su içinde ve yarı katı fermentasyon şeklindedir. Su içinde olan üretimde besin maddeleri sürekli sıvı ortamda tutulur ve substrat sürekli fermenter içindedir. Ürün hasatının sürekli olduğu sistemde ürün filtre edilir ve santrifüjlenerek kurutulur. Yarı katı fermentasyonda substrat olarak sert atıklar da kullanılabilir. Su içinde olan fermentasyon yöntemi daha maliyetlidir ve elde edilen protein miktarı daha azdır (Demirel ve Demirel 2018).

THP eldesinde ana substrat karbon içeren maddelerdir. Alglerde enerji kaynağı güneş, karbon kaynağı CO₂, diğer mikroorganizmalarda ise enerji karbon içeren substratın oksidasyonundan elde edilir (Katırcıoğlu ve Aksöz 2003).

Karbonhidrat içeren substratlar herhangi bir işleme uğramadan fermantasyona katılmasına rağmen selülozik yapıda olan kaynaklar selülaz enzimi ile hidrolize bırakılıp kullanılmaktadır. Böylece özellikle *Cellulomonas* cinsine ait bakteriler ve çeşitli küf ve mayalarla THP üretebilecek bir substrat elde edilmektedir (Öztürk 1996). İngiltere’de bir tesiste *Candida lipolytica*, substrat olarak bir hidrokarbon olan parafinin kullanılması ile üretilmektedir (Karapınar 1983).

3.5.6 THP tüketimini etkileyen etmenler

Dünya’da beslenme yetersizliğinin olması yanında THP tüketimi aşağıda belirtilen konularda tartışılmaktadır.

-Protein, vitamin ve mineral içeriği tartışılmaktadır.

-Bakteri ve alg türlerinin bazıları lezzet açısından olumsuz olarak değerlendirilmiş ve mayaların sindirilebilirliği daha yüksek bulunmuştur. Günde 2 gram biyomasın sağlıklı bir insanın tüketimi için uygun olduğu tespit edilmiştir.

-Diğer bir problem ise toksik bileşiklerden ayırma ile ilgilidir. Mikrobiyal hücre materyalinden oluşan kütlenin nükleik asit içeriği kandaki ürik asidin artmasına neden olmaktadır. Artan ürik asit guta sebep olmaktadır (Rose 1979). Ayrıca toksisitenin insan ve hayvanlarda alerjik etkisi, karsinojenik olup olmadığı, yaşam süresine etkisinin olup olmadığı henüz kesinleşmemiştir (Köksal 1980). Yapılan araştırmalarla olumlu yanlarının yanında sindirim bozukluğu, el ve ayaklarda soyulma, deride döküntü, gut ve böbrek taşı oluşumu gibi olumsuz yanlarının da olduğu belirtilmiştir (Akman 1980b). Üretimde substrat olarak petrokimya ürünlerinin kullanılması da elde edilecek ürünün güvenliği ve çevre kirliliği konularında soru işareti oluşturmaktadır.

THP üretiminde fermantasyon sırasında nükleik asit sentezi sınırlanır ve substrat olarak atıklar kullanılırsa daha ekonomik ve çevreci bir yaklaşım sergilenmiş olacaktır (Katırcıoğlu ve Aksöz 2003).

Davy ve arkadaşları (1985) yaptıkları bir çalışma sonucunda karbonhidrat içeren atıkların maya üretim prosesinde kullanılabilmesini belirtmişlerdir.

Çinkır ve Dığrak (2016) yaptıkları bir çalışmada (*Citrullus vulgaris* Schrad) karpuz kabuklarının mekanik olarak parçalanması sonucu elde ettikleri ekstraktı kaba filtre kağıdı ile süzüp sonra membran filtre ile sterilize etmek suretiyle *Candida utilis* ve *Saccharomyces*

cerevisiae gibi mayaların üretilmesinde substrat olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada maya hücreleri besiyerinde aktive edilir ve karpuz ekstraktı içeren ortama aşılır. Kültür ortamı inkübasyona bırakılır ve süre sonunda oluşan biyokütle santrifüj edilir. Oluşan süpernetant ayrılarak kalan biyokütle yıkanır ardından kurutulur. Hassas terazide tartılarak miktarı belirlenir. Çınkır ve Dığrak (2016) yaptıkları başka bir çalışmada ise (*Citrullus vulgaris* Schrad) karpuz suyuna aktif olan bu mayaları aşilayarak THP üretiminde *Saccharomyces cerevisiae*'nin %30 karpuz suyu içeren ortamda, *Candida utilis*'in ise % 20 karpuz suyu içeren ortamda en iyi gelişme sağladığını; karbonhidratların etkisi kapsamında *S. cerevisiae* için %1 glukoz, %2 fruktoz, %3 sakkaroz; *C. Utilis* için ise %2 glukoz, %3 fruktoz, %2 sakkaroz içeren ortamların uygun olacağını belirtmişlerdir.

Kamikubo (1985) yaptığı bir çalışma sonucunda enzimatik parçalanmayla selülozdan elde edilen şekerli ortamın *C. utilis* ve *S. cerevisiae*'nin gelişmesi için elverişli olduğunu belirtmiştir.

3.6 İn Vitro Et

Et beslenmenin temel taşlarından. Hayvansal gıda olan et; bitki kaynaklarında bulunmayan birçok temel besin maddesine sahiptir. Özellikle ω -3 yağ asitleri, B₁₂ vitamini ve yüksek oranda demir kaynağı içermektedir (Bender 1992). Kararında tüketildiği zaman sağlığa faydaları çok olmasıyla beraber etin aşırı tüketimi sonucu sahip olduğu yüksek oranda doymuş yağ içeriğinden kaynaklı kanser ve kardiyovasküler hastalıklar tetiklenir (Demeyer ve ark. 2008). Son elli yılda, pek çok ülkenin ekonomik kalkınması nedeniyle et tüketimi çok artmıştır (Sans ve Combris 2015). Bugün, et ürünlerinin demokratikleşmesi (çoğu kişi için erişilebilir), Fransa gibi birçok gelişmiş ülkede tercihlerin tersine çevrilmesine neden olmuştur. Yüksek sosyal sınıflar daha az et tüketir ve daha çok kuzu ve kümes hayvanlarını tercih etme eğilimindeyken daha az zengin sosyal sınıflar ise sığır eti ve kurutulmuş etleri tercih etme eğilimindedirler (Laisney 2013).

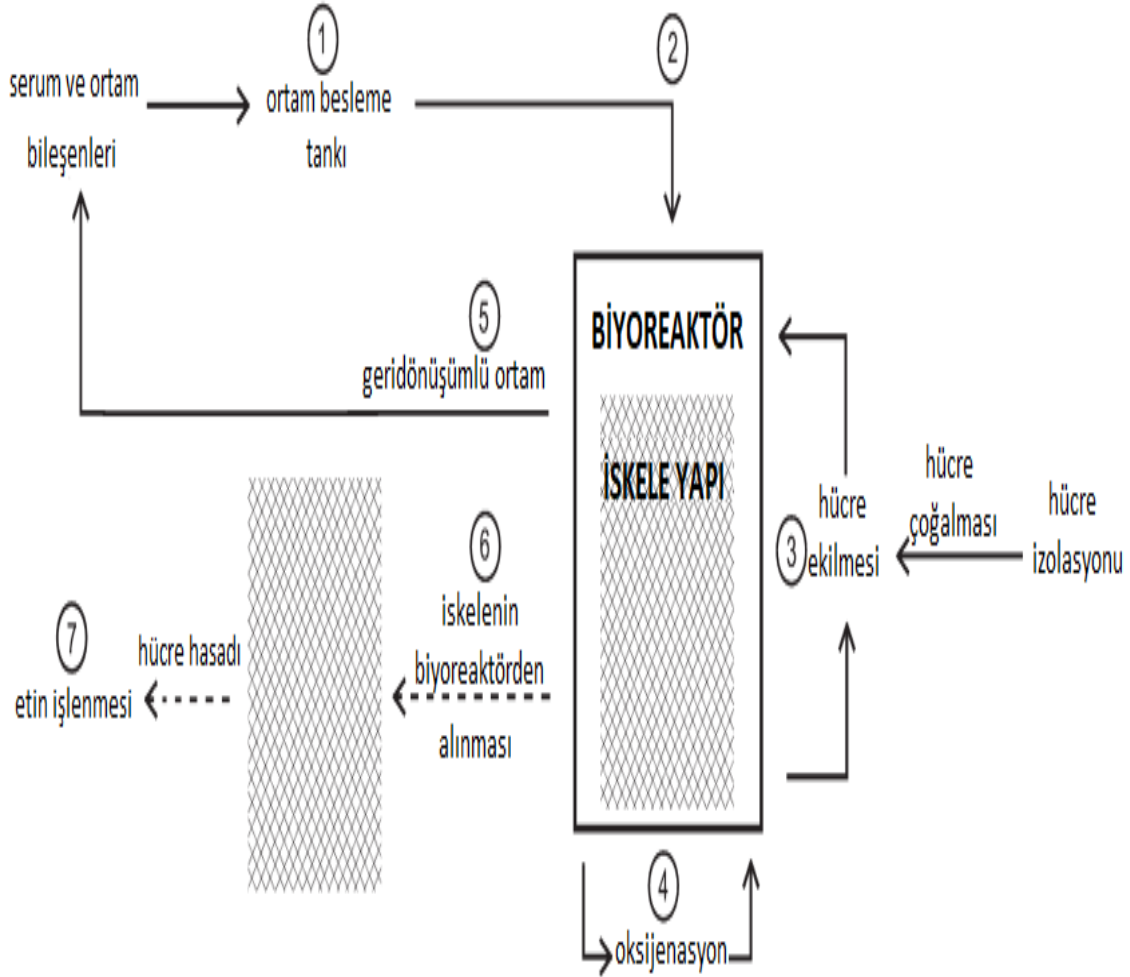
Dünya nüfusunun ihtiyaç duyduğu besin, nüfus artışından kaynaklı gün geçtikçe artmaktadır. Dünya nüfusunun artması ve gelişmekte olan ekonomilerdeki et tüketiminin artması nedeniyle, kırk yılda et tüketiminin iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir (FAO 2006). Dünya et ihtiyacının gün geçtikçe artması kapsamında çeşitli çözümler sunulmaktadır. Bu öneriler genelde çiftliklerin ölçeklerinin sürekli artırılması ve büyük alanlarda tarım yapılmasıdır. Fakat bu öneriler kalıcı bir çözüm olmamakla birlikte özellikle ekolojik açıdan başka sorunları tetiklemektedir.

Mevcut et üretim yöntemleri fosil yakıtları kullanarak büyük bir kirlilik kaynağı oluşturmakta, toprak ve su kaynaklarının önemli bir bölümünü yok etmektedir. Şu anda dünya et üretimi, mevcut sera gazı emisyonlarının % 15-24'üne etki etmektedir. Bu yüzdenin büyük bir kısmı ormanların tahrip edilmesi sonucu açılan alanda otlaklar oluşturularak meydana gelir (Steinfeld ve ark. 2006). Bir ton sığır eti üretimi için 15.500 metreküp (m³) bir ton tavuk için 3.918 m³ su gerekir (Hoekstra ve Chapagain 2007). 1 kg kümes hayvanı, domuz eti ve sığır eti için sırasıyla 2-4-7 kilogram tahıl gerekmektedir (Rosegrant ve ark. 1999). Bu kıstaslar göstermektedir ki büyüyen Dünya nüfusu için geleneksel et üretim koşullarının sürdürülebilirliği mümkün değildir. Gelecekte tarımsal kaynak kullanımının en üst seviyeye çıkarılması ve sera gazı üretiminin azaltılması çalışmaları neticesinde et talebinin karşılanması iyice zorlaşacaktır. Bununla birlikte yüksek hacimli hayvan sürülerinin katli, hayvan refahı ve halk sağlığı ile ilgili toplumsal kaygılara yol açmaktadır (Post 2012). Modern toplumumuz, ürün kalitesi ve hayvan refahı için tüketici ve vatandaş taleplerini yerine getirirken, aynı zamanda güvenli, uygun fiyatlı ve daha düşük bir çevresel ayak izine sahip olan hayvansal ürünler (veya hayvansal ürünlerin yerine geçmektedir) sağlamalıdır (Henchion ve ark. 2014).

Fiala (2008) mevcut et tüketim modellerine göre yapmış olduğu bir çalışmada, 2030'da dünya çapında tüketilen toplam et miktarının 2000'de tüketilene göre % 72 daha fazla olacağını ön görmektedir. Bu hususlardan dolayı Dünya et ihtiyacını karşılama kapsamında laboratuvar koşullarında üretilen et; üretimi maliyetli olan kesim sonucu elde edilen hayvan eti yerine insancıl, güvenli ve çevreye faydalı bir alternatif gıda olarak ileri sürülmektedir. Diğer bir ifadeyle yapay et, sentetik et terimleri de kullanılmaktadır (Kadim ve ark. 2015). Bu yöntem kontrollü koşullar altında hastalıklı hayvanlardan kaynaklanan ürün kayıplarını teorik olarak ortadan kaldıracaktır. Miyosit kültürü; atık ürün veya yan ürünü az miktarda içeren veya hiç içermeyen, küçük bir arazi ve az miktarda kaynak gereksinimi olan bir yöntem olarak bugünün et toplama tekniklerinin sergilediği çevresel yükü hafifletebilir (Datar ve Betti 2010). Sonuç olarak kg et başına daha az su, toprak ve enerji girişi gerektirecektir (Post 2012).

İn vitro et üretim sisteminin (IMPS) temel metodolojisi; az miktarda hücre (veya doku) kültürü içeren kas hücrelerinin büyük bir kas hücresi kütesine veya dokusuna çoğalmasını sağlayan, kontrol edilen bir ortamda kültürlenmesiyle daha iyi et olarak bilinen yenilebilir hayvan kasının üretimidir (Bhat ve Fayaz 2011). Kültürleme büyük oranda sıvı bir ortamda gerçekleştirilir. Kültür, hücrelerin çiftlik hayvanından çıkarılmasını ve kök hücrelerin bir biyoreaktör içindeki olgun kas hücrelerine büyümesi ve farklılaşması için gereken besinleri,

enerji kaynaklarını, büyüme faktörlerini vb. etmenleri içeren bir biyoreaktör içine aktarılmasını içerir (Şekil 3.35) (Bhat ve ark. 2015).



Şekil 3.35. İn vitro et üretim şeması: (1) Ortam, iskele sistemini içeren biyoreaktöre (2) bırakılmadan önce bir besleme tankında hazırlanır ve tutulur. (3) Ortamın akışkan olması daha önce izole edilmiş ve çoğaltılmış hücrelerin biyoreaktör içindeki iskele yapısına ekilmesini sağlar. (4) Kültürleme işlemi sırasında ortam, harici bir sıvı döngüsünde sürekli olarak oksijenlenir. (5) Kültürlenme tamamlandığında, ortam geri dönüştürülebilir ve yeniden oluşturulabilirken, (6) iskele ve kültürlenmiş doku biyoreaktörden uzaklaştırılır. (7) Dokunun hasadı, daha sonraki işlemler için dokunun iskeleden ayrılmasını içerir (Datar ve Betti 2010).

Canlı bir hayvandan elde edilen embriyonik ya da başkalaşmış kök hücreler önce çok sayıda besin maddesi (karbonhidrat, amino asit, lipit, vitamin, mineral), büyüme faktörleri (büyüme faktörü dönüşümü beta (TGF β), büyüme faktörü dönüşümü (FGF) ve insülin benzeri büyüme faktörü (IGF)) ve hormonlar (insülin, tiroid hormonları ve / veya büyüme hormonu) içeren uygun ortamda çoğalmaları için bırakılırlar. Yeterli sayıya ulaşan myoblast adı verilen kas hücreleri biyoreaktörde yer alan iskele yapı üzerine yerleştirilir. Hücreler elektrik-mekanik uyarıcılar yardımıyla kaynaşarak kas lifleri şeklinde çoğalmaya başlar. Kas lifleri yeterli miktara ulaşmış plaka şeklinde et elde edildikten sonra et hasat edilir ve işlenir. Bu iskele bazlı teknikler, biftek gibi yüksek derecede yapılandırılmış etler üretmez, ancak yumuşak tutarlılıkta öğütülmüş ve kemiksiz et ve et ürünleri (sosis, hamburger köftesi, nugget) üretmek için kullanılabilir (Anonim 2019y, Hocquette 2016). Üç boyutlu doku kültürüne ve etin karmaşık yapılanmasına izin veren kolajen gibi doğal ve yenilebilir biyomalzemeler kullanılarak geliştirilen iskeleler de önerilmiş ve denenmiştir (Hopkins ve Dacey 2008).

Hücrelerin kendilerini bir doku konfigürasyonunda düzenlemelerine yardımcı olmak için bir biyomalzeme kullanılır. Bu amaçla, hücreler geçici destek veren bir jel veya yapı iskelesine batırılır. Bu yapı hücrelerin birleşmesini ve birbirine bağlanmasını sağlar. Bu şekilde, ortaya çıkan doku için bağlantı noktaları sağlanır. Daha sonra, hücreler bağlantı noktaları arasında hizalanır ve gerginlik oluşturmaya başlar. Bu gerginlik, kendileri gerginlik yaratan kasılma proteinlerinin sentezi için gereklidir. Şimdiye kadar sığır miyoblastları oluşturmak için geçici destek sağlamak üzere Martigel jel olarak kullanılmıştır (Langelaan ve ark. 2010).

Aslında et, hayvanın kesilmesini takiben oksijen yokluğunun bir sonucu olarak kasın pH'ının azalması önemli biyokimyasal dönüşümlerin meydana geldiği olgunlaşmış kastaır. Dikkate alınmayan bir diğer konu ise gerçek kas dokusunun aslında büyük oranda miyoblastlardan oluşması ancak az miktarda kan, sinir ve yağ hücresi içermesidir. Oluşturulan yapay ette ise sadece kas dokusu üzerinde durulmakta ve kan, sinir ve yağ hücresi içeriği oldukça az olmaktadır. Üreticiler hücrelerin ortak kültür tekniklerinin (veya farklı hücre tiplerinin birleşik kültürlerinin) geliştirilmesi üzerinde çalışmaktadır. Günümüzde, kök hücreler geleneksel olarak bazı besleyicileri ve fetal sığır veya yenidoğan buzağı serumu içeren bir ortamda kültürlenir. Serum bileşiminin kesin yapısı bilinmemektedir. Serumsuz sentetik kültür ortamı geliştirmek için bakteriyel özütlerden, maya hücrelerinden, mantarlardan veya mikroalglerden hazırlanan kültür ortamı için araştırma çalışmaları halen devam etmektedir (Hocquette 2016).

1990' larda ilk defa hayvanlardan kültürlenmiş kök hücreler kullanılarak doku üretilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), hindi hücrelerinden kas kültürü üzerine araştırmalar yapmıştır ve bu araştırmalar kapsamında ilk yenilebilir kültür balık filetosu akvaryum balığı hücrelerinden üretilmiştir (Edelman ve ark. 2005; Webb 2006). Van Eelen (2007), kök hücreleri üretiminde kollajen matriks yapısı kullanılarak kas şeritlerinin oluşabileceğini belirtmiştir. 2013 yılında, sığır kök hücrelerinden kültürlenerek 10.000 ayrı kas şeridinin birleştirilmesiyle dünyanın ilk yapay burgeri yapılmıştır (Şekil 3.36). İnek omzundan toplanan kök hücreler kullanılarak laboratuvarında sığır eti yetiştirmek sadece üç ay sürmüştür. Hücrelerin ortam oksijen koşullarında kültürlenmesi, kırmızı rengi ete veren miyoglobin ekspresyonunu baskılar. Bu nedenle üretilen kültürlenmiş et renksiz olmuştur ve daha çok tavuk etine benzemiştir. Böylece eti renklendirmek için biraz kırmızı pancar suyu ve safran eklenmiştir (Bhat ve ark. 2015, Zaraska 2013).

Ticari bir işletme in vitro et kullanarak üreteceği hamburgerin 2021'e kadar piyasaya sürülebilmesi için 7,5 M € bütçe ayırmıştır (Anonim 2019z).

Ülkemizde in vitro et imalatı için faaliyet gösteren ilk ticari yapı olan biftek.co, Ankara Üniversitesi Teknokent'te çalışmalarını sürdürmektedir (Anonim 2018g).



Şekil 3.36. Profesör Mark Post tarafından üretilen in vitro köfte (Anonim 2018i)

3.6.1 İn vitro etin avantajları

- Kültür ortamının kompozisyonu değiştirilerek, kültürlenmiş etin lezzeti ve yağ asidi kompozisyonu değiştirilebilir. Bazı vitamin türleri de eklenerek daha sağlıklı bir ürün elde edilebilir (Van Eelen ve ark. 1999). Diğer hücre tipleri ile birlikte kültürleme yapılarak et kalitesi daha da artabilir. Örneğin doğru kültür besiyerini kullanarak ve yağ üreten hücreler eklenerek son ürünün yağ içeriği artırılabilir. Yağ içeriği ayrıca üretimden sonra yağ takviyesiyle de kontrol edilebilir ve doymuş poli-doymamış yağ asitleri oranı daha iyi kontrol edilebilir. Ayrıca, fonksiyonel ve zenginleştirilmiş gıdaların ortaya çıkmasıyla birlikte tüketiciler, özel beslenme özelliklerine sahip olan değiştirilmiş ürünleri denemeye daha istekli hale gelebilirler (Korhonen 2002, Burdock ve ark. 2006). Örneğin her memeli kaynağından alınan kök hücreler veya hücre kaynaklarının karışımları, yeni etler için bir temel olarak kullanılabilir. Ek olarak, etin biyokimyasal bileşimi ve kültür koşullarındaki değişimlerle daha önce de bahsedildiği gibi çoklu doymamış yağ asitlerinin içeriğini artırarak daha sağlıklı veya özel bir diyet ürünü yapılabilir (Post 2012).
- Laboratuvar ortamında üretilen et canlı bir hayvandan gelmediğinden, Jhatka, Helal vb. gibi dini önyargıları önemli ölçüde azaltır (Pathak ve ark. 2008, Bhat ve Bhat 2011).
- Gıda kaynaklı hastalıkların görülme sıklığı önemli ölçüde azaltılabilir. Modern hayvan çiftlikleri, mezbahalar veya et paketleme tesislerinde İyi Üretim Uygulamaları gibi katı kalite kontrol kurallarını uygulamak zordur. Bu sebeple bu tesislerde üretilen ete nazaran in vitro etin kirlenme olasılığı daha düşük olacaktır. Ayrıca pestisitlere, arsenik, dioksin ve hormonlara maruz kalma riski önemli ölçüde azaltılabilir (Bhat ve Fayaz 2012).
- Hayvan ölümünden tamamen kaçınarak, tipik olarak biyopsi yoluyla donörden hücreleri çıkartarak ve hayvan kan serumu yerine mantar özü içeren ortamda hücreleri yetiştirerek elde edilir. Bu nedenle in vitro et üretim sistemi, hayvanların kullanımını azaltacaktır ve teorik olarak, dünyanın et tedarikini sağlamak için tek bir çiftlik hayvanı kullanılabilir (Bhat ve ark. 2015).
- Nesli tükenmekte olan birçok vahşi hayvan türünün popülasyonu dünya et ticareti sonucu azalmıştır. Teoride, nesli tükenmek üzere olan nadir veya tehlike altındaki hayvanlardan (veya nesli tükenmiş hayvan örneklerinden elde edilen hücrelerden)

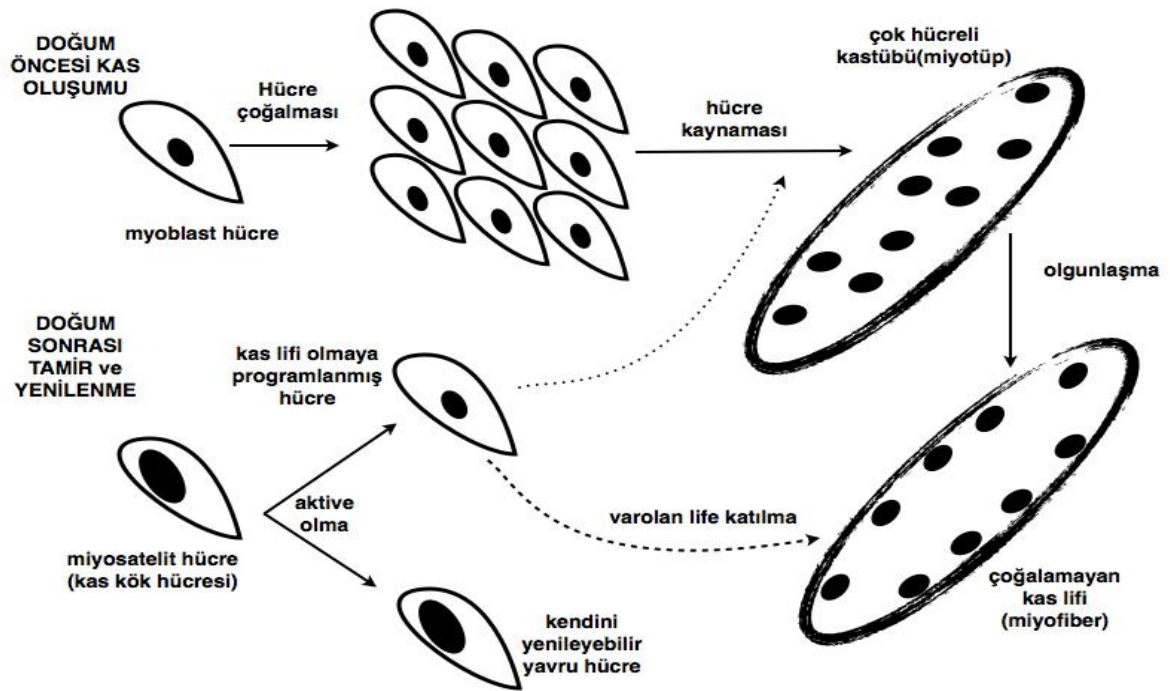
gelen hücreler, kültürlerde egzotik etler üretmek için kullanılabilir (Bhat ve Fayaz 2012).

- Geleneksel et üretimi için tutulan bir hayvan, uygun bir yaşam ortamı, hareket yeteneği ve üreme için gereken biyolojik şartların sağlanması gerekir. Bunları sağlamak da maliyetlidir. İn vitro bir sistemde ise kas dokusunun büyümesi ve bakımı için gerekli besin ve enerji miktarı azdır (Bhat ve ark. 2015).
- İn vitro sistem, eti büyütmek için geleneksel et üretimine kıyasla önemli ölçüde daha az zaman alır. Etin hasat edilmesi aylar (tavuklar için) veya yıllar (domuzlar ve inekler için) yerine birkaç hafta alır. Bu, dokunun korunması için gereken sürenin çok daha az olduğu ve bu nedenle, in vitro kültürlenmiş etin kg'ı için gereken besleme ve işçilik miktarının çok daha düşük olduğu anlamına gelir (Bhat ve Fayaz 2012).
- Çiftlik hayvanlarının aksine, in vitro et üretimi için biyoreaktörler fazladan alana ihtiyaç duymaz. Tesisler yerleşim yerlerinin yakınına kurulabileceğinden taşımacılık maliyetleri azalacaktır (Bhat ve ark. 2015).
- İn vitro kültürlenmiş etin beslenme maliyetleri geleneksel olarak kültürlenmiş ete kıyasla önemli ölçüde düşük olacaktır. Fakat in vitro et prosesinde kullanılan daha katı bir hijyen rejimi, daha sıkı kontrol, bilgisayar yönetimi vb. alanlarda çalışmalar devam ettiği için geleneksel üretimdeki kaynak, işçilik ve arazi maliyetlerindeki düşüşün getireceği finansal avantajlar henüz net değildir (Bhat ve Fayaz 2012).
- İn vitro et üretim sistemleri hayvancılıktan kaynaklanan sera gazı emisyonlarını % 90'a kadar azaltabilir ve et yetiştirmek için gerekli toprak ve su kaynaklarının kullanımını % 80'e kadar azaltabilmektedir (Bhat ve ark. 2015).
- Uzun süreli insanlı uzay görevlerinin maliyetleri şu anda oldukça yüksektir. Kısa süreli uzay görevlerinde, gıda tedariki ve fizyokimyasal rejenerasyon (su ve oksijenin) maliyeti uygundur ancak daha uzun süreler ve kalıcı bazlar için biyo-rejenerasyona ihtiyaç kaçınılmazdır (Drysdale ve ark. 2003). Kontrollü bir ekolojik yaşam destek sistemi sadece astronotlara taze yiyecek sağlamakla kalmaz, aynı zamanda atıkları da kullanarak oksijen ve su sağlar (Saha ve Trumbo 1996, Benjaminson ve ark. 1998, Drysdale ve ark. 2003). Bu nedenle, Ay'daki bir yerleşim veya Mars'a bir uçuş gibi uzun vadeli uzay görevleri için uzay aracı kalkış ağırlığını ve buna bağlı maliyetleri

azaltmak için bir yerleşim veya uzay aracı içerisinde yerinde gıda üretimi faydalı olacaktır (Bhat ve Fayaz 2012).

3.6.2 Kas dokusu oluşumu

Embriyolojik gelişim sırasında, kas dokusu oluşumu, sınırlı çoğalma kapasitesine sahip mononükleer miyoblastlarla başlar (Benjaminson ve ark. 2002). Miyoblastlar miyotüpte birleşerek çok çekirdekli çoğalma yeteneği olmayan miyofiberlere dönüşür (Campion 1984). Doğum sonrası, miyofiber sayısındaki artış ve miyofiber başına düşen çekirdek sayısı, onarım veya yenilenme gerektiren durumlar dışında, minimum düzeyde tutulur. Onarım ve yenilenme durumlarında, miyosatellit hücreleri yeni miyofiber üretiminde yer alır veya mevcut olan miyofiberlere katılır. Birleşen bir miyofiberin bazal laminası ve sarkoması arasında yer alan, tek çekirdekli miyosatellit hücreleri normalde hareketsiz, bölünmeyen bir durumdadır (Hill ve ark. 2003). Normal koşullarda spor yapmak suretiyle kasları strese sokma ya da yaralanma durumlarında miyosatellit hücreleri asimetrik olarak kendi kendini yenileyerek miyoblastlara bölünür ve miyofiberleri işlerler (Benjaminson ve ark. 2002, Le Grand ve Rudnicki, 2007). Böylelikle yeni kas dokusu oluşur (Şekil 3.37).



Şekil 3.37. Kasların doğum öncesi ve doğum sonrası oluşumu (Datar ve Betti 2010)

Miyosatellit hücreleri, kas dokusu hücre popülasyonunun % 1-5'ini oluşturur. Bu oran, kas lifi bileşimi ve organizma yaşına bağlıdır (Allen ve ark.1997). Bir organizma yaşlandıkça, miyosatellit hücre popülasyonunun rejeneratif potansiyeli de hızla düşer. Bu sebeple in vitro et üretiminde daha uzun miyofiberler ve daha fazla miyofiber yoğunluğu istendiği için bu hücrelerin yenidoğanlardan toplanması gerekir.

3.6.3 Kök hücre

Etin kültürlenmesi için, birkaç kök hücre tipi ilgi konusudur. En önemlisi Mauro (1961) tarafından tarif edilen myoblast veya yetişkin iskelet kası uydu hücreleridir. Bu yetişkin, dokudan türetilmiş kök hücreler, yaralanmadan sonra kas yenilenmesinden sorumlu olan hücrelerdir. Uydu hücrelerinden biyo-yapay kasların üretilmesi yaklaşık 15 yıldan beri devam etmektedir. Ancak bu uygulama önemli bir hayvansal protein kaynağı olmasına rağmen et üretimi için hiç kullanılmamıştır (Post 2012). İskelet kası yeterli sayıda kültürlendiğinde uydu hücresi kolayca myotüplere ve daha olgun myofibrillere farklılaşır (Collins ve ark. 2007). Domuz ve sığır embriyonik kök hücreleri üzerinde araştırmalar devam etmektedir (Telugu ve ark. 2010).

İskeletsel olmayan kas hücresi tiplerinin kültürlenmiş bir et ürünü üretirken kullanılabilmesi belirtilmiştir. Ancak in vitro et burada öncelikle iskelet kası dokusunun bir kültürü olarak tanımlanmaktadır ve çalışmalar arzu edilen doku tipini yaratmaya yönelik ilerlemektedir (Post 2012).

3.6.4 İn vitro et oluşumu

-Hücre kültürü

İn vitro et üretiminde doku mühendisliğinin gelişmekte olan alanına dayanan iki ayrıntılı öneri vardır (Boland ve ark. 2003; Zandonella 2003). Her iki öneri de aynı niteliktedir ve ikisi de test edilmemiştir. Önerilerden biri NASA için Vladimir Mironov tarafından (Wolfson 2002), diğeri de bu sistem için dünya çapında bir patenti olan Willem van Eelen tarafından yazılmıştır (Van ve ark. 1999). Bu sistemlerin ikisi de bir kültür ortamında süspansiyon halinde miyoblastları büyütür ve çalışır. Mironov yaptığı çalışmalardan elde ettiği bilgiyle; üzerinde miyoblastların çoğalıp farklılaşabileceği bir substrat sağlamak üzere hücrelerin kolajen küreleriyle birlikte büyüdüğü bir biyoreaktör önermiştir (Edelman ve ark. 2005). Bununla birlikte Van Eelen'in önerisine göre miyoblast üretiminde bir kolajen ağ örgüsünü kullanılır ve kültür ortamı zaman zaman yenilenir veya ağ örgüsü boyunca süzülür. Miyofiberlere

farklılaştırıldığında, kollajen ve kas hücrelerinin karışımı toplanabilir ve et olarak kullanılabilir. Kolajen yerine diğer yenilebilir proteinler veya yapay substratlar kullanılabilir. Alternatif olarak, Van Eelen'in önerisi, hasattan sonra birbirine yapıştırılmış iki boyutlu tek katlı kas hücrelerini kullanabilir. Bu hücre kültürü temelli önerilerin her ikisi de et üretiminde kullanılamayacak, ancak işlenmiş et ürünlerinde kullanılacak kas proteinleri sağlayacaktır.

Van Eelen ve ark. (1999) çalışmasında kullandığı süngerimsi iskele formu bölmecikli yapısı, artan yüzey alanı ve difüzyona izin verir, ancak doku kültürünün toplanmasını engelleyebilir. Diğer olası iskele formları arasında büyük elastik tabakalar veya uzun, ince filament vardır. İskele formunun seçimi öncelikle difüzyonu ve yetiştirilebilecek doku miktarını arttıran yüzey alanını arttırmaya dayanır (Post 2012). Doğal kas yapısını taklit etmek için, Lam ve arkadaşları (2006), dalgalı mikro kaplamalı bir yüzeye sahip bir substrat üzerinde miyoblastları kültürlemiş ve dalga modelinin, gruplaşmış miyotüpleri üretmek için miyoblast birleşmesini teşvik ederken farklı kas hücrelerinin gruplaştığını bulmuştur. Miyofiber yapısı, kasın fonksiyonel özellikleri ve etin dokusal özellikleri için önemlidir. Bu yüzeyler, iskele yapısı tekniği ile kültürlenen kas dokusunun, doğal kökenli etinkine benzer iki boyutlu bir yapı almasına izin verebilir.

-Doku kültürü

Doku mühendisliğinde olduğu gibi kas dokusu kendiliğinden oluşturularak veya Altın balık (*Carassius auratus*) kas eksplantlarını kültürleyen Benjaminson ve arkadaşları (2002) gibi mevcut kas dokusunu çoğaltarak yapılabilir. Doku kültürü teknikleri, eksplantların eti doğru oranlarda oluşturan tüm dokuları içermeye ve normal koşullarda eti yakından taklit etme avantajlarına sahiptir, ancak üretim süreci üzerindeki kontrol sınırlıdır. Vladimir Mironov'a göre, doku mühendisliği teknikleri ile tamamıyla yapay kas oluşturulabilir ve içinden besin maddelerinin perfüze edildiği ve miyoblastların ve diğer hücre tiplerinin bağlanabileceği yenilebilir gözenekli bir polimer ağı oluşturulabilir (Wolfson 2002). Yapay kılcal damarları doku mühendisliği amacıyla kullanan böyle bir tasarım önerilmiştir. Miyoidler gibi, myoblastları diğer hücre tipleriyle birlikte kültürlemek, gerçek kaslarla aynı şekilde organize edilebilecek daha gerçekçi bir kas yapısı oluşturmak mümkündür (Dennis ve Kosnik 2000, Dennis ve ark. 2001, Kosnik ve ark. 2001).

Bu işlemlerin hiçbiri ayrıntılı olarak test edilmemiştir. Ayrıntıya inilememesinin nedeni, canlı hayvan çizgili kas hücrelerinin laboratuvar ortamında iyi oluşturulamamış olmasıdır (Talbot ve Blomberg 2008).

-Kompozisyon

İn vitro et üretim sistemi için birkaç farklı polimer, yapı iskelesi malzemesi olarak kullanılabilir. Yenilebilir, doğal olarak türetilmiş polimerlere kollajen, selüloz, aljinat veya kitosan örnek verilebilir. Bu polimerleri et ürünü yapımında kullanmak hem güvenli olacak hem de dokusal bir kalite katabilecektir. Edelman ve arkadaşları (2005), farklı pH ve sıcaklık koşulları altında yüzey alanı değişikliğine uğrayabilen bu polimerlerden yapılan gözenekli boncukların, myoblast hücrelerinin kasılma ihtiyaçlarını karşılayabileceğini öne sürmüşlerdir.

Buna karşılık yenmeyen polimerler, kas dokusu oluşumuna yardımcı olabilecek bazı özelliklere sahiptirler. Miyofiber hizasında yardımcı olabilen mikro-kaplanmış yüzeyler, ısıya dirençli kaplamalar gibi yenmez. Jun, Jeong ve Shin (2009), elektriksel olarak iletken lifler üzerinde büyüyen myoblastların farklılaşmasını teşvik eden, elektrikle uyarım yapılmadan daha uzun süreli ve daha fazla miyotüp oluşturduğunu bulmuşlardır. Yenmeyen yapı iskelesi sistemlerinin kullanılması durumunda kültürün iskeleden çıkarılması için basit ve zararsız teknikler uygulanmalıdır.

-İskele yapısının uzaklaştırılması

İskele yapıya dayalı teknikle çoğalmanın teknik bir zorluğu iskele sisteminin uzaklaştırılmasıdır. Birbirine kenetlenmiş kültürlenmiş hücre tabakalarının çıkarılması geleneksel olarak enzimatik veya mekanik olarak yapılır, ancak bu iki yöntem hücrelere ve üretebilecekleri hücre dışı matrikse zarar verir (Canavan ve ark. 2005). Da Silva, Mano ve Reis (2007), düşük sıcaklıklarda hidrofobik olandan hidrofilik olana değişen sıcaklığa duyarlı kaplamaların, soğutulduktan sonra kültürlenmiş hücreleri ve hücre dışı matriksi hücre tabakaları bozulmadan serbest bırakabileceğini belirtmiştir. "Isıl kalkma" olarak adlandırılan bu yöntem, başka bir alt tabakaya aktarılsa yapışma yeteneğini koruyan hasarsız tabakalar elde edilir (Da Silva ve ark. 2007). Böylece istifleme tabakalarının üç boyutlu bir ürün yaratma olasılığı ortaya çıkar.

Lam, Huang, Birla ve Takayama (2009), seçici bağlanma proteini lamininin biyolojik ayrışmasını kullanarak yapışmaz bir mikro kaplamalı yüzeyden bir birleştirme tabakası olarak kültürü ayırmak için bir yöntem ileri sürmüşlerdir.

-Biyoreaktör

Kültürlenmiş dokunun yeterince beslenmesi, büyük kültür miktarları üretilmesinde kilit öneme sahiptir. Kalınlığı 100-200 mikrondan daha yüksek olan canlı dokular oluşturmak için,

iskele üzerinde hücre ekimi sırasında yeterli oksijenin ortamda bulunması gerekir (Radisic ve ark. 2008). Sisteme yeterli oksijen taşımak için kültür ortamı ile hücreler arasında kütle taşınımını artıran biyoreaktörler ve hemoglobin tarafından sağlanan oksijen tedarikini taklit etmek için oksijen taşıyıcılarının kullanılması gerekir (Datar ve Betti 2010).

-Ortam perfüzyonu

Doku, organ ve hücrelerin yaşamlarını devam ettirebilmek için ihtiyaçlarını karşılamasına perfüzyon denir. Doku ve organlar kan yoluyla ihtiyaçlarını karşılarlar. Bir biyoreaktörün tasarımının, kültürlerin yeterince gelişimine izin veren bir ortam sağlarken, etin doğal dokusuna tam olarak benzeyen doku kültürlerinin büyümesini teşvik etmesi amaçlanmaktadır. Dönen duvar haznesi biyoreaktörlerinin silindirik duvarı, merkezkaç kuvveti, sürükleme kuvveti ve yerçekimi kuvvetini dengeleyen bir hızda döner ve ortada üç boyutlu kültürün sürekli serbest düşme durumunda bırakılmasını sağlar (Carrier ve ark. 1999). Bu, minimum kesme gerilmesi seviyelerinde yüksek kütle transfer hızları ile difüzyonu geliştiren ve in vivo olanlara çok benzer yapılara sahip üç boyutlu dokular üreten ortamın laminar bir akışını yaratır (Martin ve ark. 2004). Doğrudan perfüzyon biyoreaktörler, bir dış akışkan döngüsünde yer alan gaz değişimi ile gözenekli bir iskeleden ortama akarlar (Carrier ve ark. 2002). Bu tip biyoreaktör, iskele bazlı miyosit yetiştiriciliği için daha uygun görünmektedir. Yüksek kütle transferi aynı zamanda kayma gerilmesi meydana getirmektedir. Bu nedenle uygun bir akış hızının belirlenmesi gerekir (Martin ve ark. 2004). Doğrudan perfüzyon biyoreaktörler ayrıca yüksek yoğunluklu, homojen miyosit hücre tohumlaması için de kullanılır (Radisic ve ark. 2003). Ortam perfüzyonunun artırılmasının bir başka yöntemi de, yetiştirilen dokunun vaskülerleştirilmesidir(damarlı yapının artırılması).

-Oksijen taşıma

Stabil olarak büyütülmüş doku kültürlerinde hücre canlılığı ve yoğunluğu, oksijen gradyanı ile pozitif korelasyon gösterir (Radisic ve ark. 2008). Oksijen taşıyıcıları, kandaki konsantrasyona benzer şekilde yüksek oksijen konsantrasyonlarını korumak için çözeltiliye takviye edilebilir. İki farklı oksijen taşıyıcı çeşidi vardır. Bunlar hemoglobinin modifiye edilmiş versiyonları ve kimyasal olarak atıl olanlar, yapay olarak üretilmiş perflorokimyasallardır (PFC'ler) (Lowe 2006). Perflorokimyasallar (PFC'ler) büyük miktarda oksijeni çözer ve bu nedenle hemoglobin ile aynı işlevi gerçekleştirebilir. PFC'lerin sulu koşullarda karıştırılabilir olması için emülsifiye edilmesi ve emülsifikasyonların in vitro ve in vivo koşullarda kullanılabilir olması gerekir (Lowe 2006). Shine ve arkadaşları (2005), tıbbi PFC'lerin molekül

bazında son derece güçlü sera gazları olduğunu ve şu anda iklim değişikliğine önemsiz bir katkıda bulunmalarına rağmen, kullanımlarının arttırılması halinde dikkatli bir şekilde ele alınmaları gerektiğini vurgulamışlardır. Yapay kanın geliştirilmesi aktif bir araştırma konusudur ve ilgili çalışmalar devam etmektedir.

-Sistemin kontrolü

IMPS, geleneksel hayvancılık yöntemleri ile ulaşılamayan bir kontrol seviyesi sunar. Miyosit kültürü, hayvanlarda hastalığın yayılması ve zoonozların gelişmesi de dâhil olmak üzere hayvancılıkta var olan kontrol edilemez, öngörülemeyen komplikasyonları önler. Hayvanlarda görülen kuş gribi, domuz gribi, ayak-ağız hastalığı ve sığır süngerimsi ensefalopatisi gibi hastalıklar in vitro et üretim sisteminde görülmez. Ayrıca, kesim öncesi ortamın neden olduğu problemler: soluk, yumuşak, eksüdatif (PSE) ve koyu, sert, kuru et (DFD) türleri, miyosit kültürü ürünlerinde bulunmaz. Kontrollü koşullar in vitro olarak tahmin edilemeyen komplikasyonların minimize edilmesine izin verirken, istenilen son ürüne bağlı olarak farklı niteliklere sahip ürünler yaratmak için manipüle edilebilirler. İşlevsel ve zenginleştirilmiş gıdaların ortaya çıkmasıyla birlikte tüketiciler, özel beslenme özelliklerine sahip olarak değiştirilmiş ürünleri denemeye daha istekli olacaklardır (Korhonen 2002, Burdock ve ark. 2006).

Birlikte (Ko) kültürleme bir kültür sisteminin bir başkası üzerindeki etkisini incelemek için çeşitli hücre türlerinin birlikte kültürlenmesini sağlar. Birlikte kültürleme, yeni formülasyon veya genetik mühendisliği sayesinde, farklı tatlara, dokulara ve besin profillerine sahip ürünler oluşturmak teorik olarak mümkündür. Yağ içeriği, manipüle edilebilen bir beslenme kalitesi örneğidir. Ete karşı en büyük eleştiri, kardiyovasküler hastalıklara yol açan yüksek doymuş yağ içeriğidir. İn vitro, doymuş yağ içeriği, sonradan ayarlanabilmektedir; örneğin ortak kültür olmadan, saf miyosit kültürü fosfolipidlerden besleyici olarak yararlı yağ asitleri bakımından zengin bir ürün elde edilecektir. Ayrıca, miyositlerin genetik manipülasyonu, yağ asidi bileşiminin, ω -3 çoklu doymamış olanlar gibi özellikle faydalı yağ asitleri için zenginleşmesine izin verecek şekilde değiştirilmesine izin verebilir. Üretilen yapay etin besleyici olması, yararlı yağ asitlerini içermesi ve B₁₂ vitamini ve demir minerali gibi bileşenleri içermesi gerekmektedir. Teoride besin içeriği değişebilirken, bir IMPS'nin gelişimini erteleme olasılığı bulunan önemli bir engel, ürünün in vivo olarak hasat edilen ette mevcut olan besinlerin tamamlayıcısı olmasını sağlamaktır. Canlı hayvanda kesim sonrasında kas dokularındada meydana gelen laktik asit, oksijensiz glikoliz, protein denatürasyonu gibi

aşamaların etin dokusunu, tat ve görünüşünü etkilemesi nedeniyle bu olayların kas hücrelerinin toplanmadan önce gerçekleşmiş olması gerekmektedir (Datar ve Betti 2010).

-Teknolojik sınırlamalar

Kadim ve ark. (2015) farklı hücre tiplerini, özellikle miyosatellit kök hücrelerine ek olarak embriyonik, totipotent, pluripotent, indüklenmiş pluripotent, yetişkin veya multipotent olabilen kök hücreleri gözden geçirmiştir. Hücre sayısını artırmak için gerekli olan çok sayıda çoğalma nedeniyle hücrelerin genetik dengesizliği konusunda endişe duymuşlardır. Başka bir deyişle, kanserli hücrelerin açıkça tanımlanmadan geniş miktarda hücre içinde gelişmesi ve mevcut olması mümkündür. Bu kanserli hücreler muhtemelen zararsızdır, çünkü et yenildiği zaman ölmüşlerdir ve her durumda mide ve bağırsakta sindirilirler, böylece vücudumuza canlı olarak dahil edilmeleri pek olası değildir. Yine de bu konu tüketici açısından hassas bir konudur ve herhangi bir sağlık sorununa sebep olmayacağı ayrıntılarıyla tespit edilmelidir.

Kas liflerinin rengi, konvansiyonel etin aksine pembe veya kırmızı değil sarı olmaktadır, çünkü hücrelerin ortam oksijen koşullarında kültürlenmesi, kırmızı rengi ete veren miyoglobin ekspresyonunu baskılar. Benzer şekilde, proteinler, karbonhidratlar ve lipit fraksiyonunun aromaları arasındaki karmaşık bir etkileşimden kaynaklanan etin tadını geliştirmek günümüzde zordur. Bu yüzden, minimum düzeyde bir tat elde etmek için, hücre kültürü prosesinde bir hücre tipi olan adipoz hücrelerin tanıtılması gerekir (Hocquette 2016).

3.6.5 Genel sonuç

Bir in vitro et üretim sistemindeki koşullar kontrol edilip yönetilebildiğinden, sürdürülebilir olarak tasarlanabilen, kimyasal olarak güvenli ve hastalısız et üretmek mümkün olacaktır. Bununla birlikte, kültürlenmiş et ticari olarak uygulanabilir hale gelmeden önce birçok zorlukla karşılaşmıştır. Her ne kadar üretim maliyeti ve halkın kabulü büyük öneme sahip olsa da, bu alanda daha fazla araştırma yapmak için büyük miktarda fon gerekmektedir.

Yapay et destekleyicilerinin, insan hastalıklarını tetikleyen faktörlerden yoksun et kültürü elde etmek için bir fırsat olduğunu ve böylece daha sağlıklı bir ürün yaratıldığı öne sürülmektedir. Bu yorum doğru olabilir, ancak daha önce belirtildiği gibi daha fazla araştırma gerektirecektir. Diğer taraftan, güvenlik önemli bir konu olmaya devam etmektedir. Yine yapay etin destekleyicileri, yapay etin, mikroorganizmalardan ve parazitlerden arındırılacağını, çünkü dış ortamdan izole olarak üretileceğini savunuyorlar. Bununla birlikte, yüksek hücre proliferasyon hızı, yukarıda bahsedildiği gibi sporadik kanserli hücrelerin proliferasyonunu ve

potansiyel olarak indükleyen hücrelerin genetik dengesizliğini indükleyebilir. Ek olarak, hücre kültürü için gerekli olan tüm kimyasal ürünlerin (hormonlar, besin maddeleri vb.) besin tüketimi açısından güvenli olup olmamaları konusunda garanti verilememektedir. Bu kaygılar yapay et üretimi ile ilgili doğal olmayanlık algısını da sürdürmektedir (Dilworth ve Gregor 2015).

Burada önemli olan üretilen laboratuvar tipi et ürününün yaygın olarak benimsenmesi için, geleneksel görünüm, koku, doku ve tadın in vivo etteki gibi olması ve daha iyi hale getirilmesi gerekir (Bredahl ve ark. 1998, Verbeke ve ark. 2010). Böyle bir ürün yapıldığı zaman insanlar tarafından ilgi görecektir. Etin in vitro kültürlenmesi, yeni ürünlerin tasarım ve üretimini de kolaylaştıracaktır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Gıda bilimi, gıda çalışmalarına adanmış uygulamalı bilim disiplini. Sadece kimya ile sınırlı değil, aynı zamanda gıda bileşenleri ve malzemelerinin sağlıklı ve yararlı forma dönüştürülmesini amaçlayan biyoloji, biyokimya, mühendislik, moleküler biyoloji ve genetik, beslenme ve sağlık bilimi ve mikrobiyoloji gibi çeşitli disiplinlerin bir birleşimidir. Gıda biliminin başlıca amacı güvenli ürünler üretmek ve tüketicileri bu ürünlerle buluşturmadır.

Gıda ve tarımın geleceği, performansı ve sürdürülebilirliği ile ilgili ciddi sorulara ve endişelere yol açan belirsizlikler nüfus artışı, beslenme seçimleri, teknolojik ilerleme, gelir dağılımı, doğal kaynakların durumu, iklim değişikliği, barışın sürdürülebilirliği vb. gibi farklı faktörler etrafında dönmektedir. Bu faktörler şüphesiz ki gıda üretiminin geleceğini şekillendirecektir.

Gıda ve tarım sistemleri gelecekteki sürdürülebilirliklerini tehlikeye atabilecek trendlerden etkilenmektedir. Nüfus ve gelir artışı, gıda talebini arttırmakta ve insanların diyet tercihlerinde değişikliklere neden olmaktadır. Kalıcı yoksulluk, eşitsizlik ve işsizlik gıdaya erişimi kısıtlamakta, gıda güvenliği ve beslenme hedeflerine ulaşılmasını engellemektedir. Tarımsal üretim, artan kıtlık, azalan arazi, su kaynaklarının ve kalitesinin yanı sıra sürdürülebilir tarıma yapılan yatırımların yetersizliği ile sınırlıdır. İklim değişikliği giderek artan oranda verimi ve kırsal geçim kaynaklarını etkilerken tarım, atmosfere büyük miktarda sera gazı salmaktadır.

Yaptığım araştırma sonucunda bilimsel çalışmalar da Dünya nüfusunun sürekli arttığı, küresel ısınmanın devam ettiği ve açlık sorununun zaman ilerledikçe daha kötü bir hal alacağı gerçeğini doğrulamaktadır. Dengesiz gelir dağılımı ve bütün toplumların gıda pazarına yeterince erişememesi de bu endişeyi arttırmaktadır. Türümüzün devamı ve gezegenimiz için bu kritik zamanda, bilimsel gerekçelere dayanan çözümler hakkında çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda;

- Organik tarım ile biyolojik ve ekolojik süreçleri kullanarak sağlıklı ve sürdürülebilir yiyecekler üretilebileceği düşünülmektedir. Fakat üretim kapasitesi düşünüldüğünde organik tarım yetersiz kalacaktır.
- Genetik olarak değiştirilmiş organizmaların (GDO) ve GDO'lu ürünler hakkında çalışmaların gıdalarda verimliliği arttırdığı görülmüştür. Fakat bu ürünlerin

insan sağlığına tam etkileri ve çevresel açıdan ne tür sorunlara yol açabileceği hala tam olarak bilinmemektedir.

- Gıda arzının daha dengeli dağıtılması için çalışmalar yürütülmesi gerekmektedir. Gerektiğinden fazla beslenen insanlar yeterli beslenmeye teşvik edilmeli, artan gıda kaynakları da yetersiz beslenen insanlara ulaştırılmalıdır. Bu eylemler aynı zamanda yetersiz beslenmenin, mikro besin eksikliklerinin ve çoğu zaman tek bir ülke veya hatta topluluk içinde bulunan aşırı kilo ve şişmanlığı azaltmak için de kritik öneme sahip olacaktır.
- Çevresel açıdan sürdürülebilir ve sağlıklı beslenme konusunda tüketiciler bilincini arttırmak, gıda atıklarını azaltmak, gıda üretim maliyetlerini düşürmek ve tahılların biyoyakıt üretimini için kullanımını sınırlamak gibi yollarla tarımsal ürünlere olan talebi azaltmak gerekmektedir.
- Gıda ve tarımda çalışanlar, arazi ve su kullanımını iyileştirerek, sera gazı emisyonlarını azaltarak, enerji üretimini ve tüketiminde verimliliği arttırarak, toprakları ve ormanları restore ederek daha önemli kaynak kısıtlamaları altında artan bir talebi nasıl karşılayacaklarına yönelik kendilerini geliştirmelidir.
- Günümüzde tüketicilerden fakat tüketime uygun olan kaynakların değerlendirilmesine yönelik çalışmalar arttırılmalıdır. Geleceğin alternatif gıdaları olacak bu kaynaklar iyi irdelenmeli ve bu kapsamda ar-ge çalışmalarına hız verilmelidir. alışmalar yapılırken de alternatif olarak elde edilen gıdanın toplumların diyet kültürüne uygun olması ya da hedef kültüre uyarlanması gerekmektedir. Çünkü alternatif gıdaların tüketicilerden kabul edilme oranları toplumun diyet kültürüne de bağlıdır. Bu alanda karşılaşılacak en büyük problemlerden birisi budur. Ama gelecek göstermektedir ki toplumların diyet kültürü mecburen değişecektir. Tez yazımda bahsettiğim gıda kaynakları ile ilgili olarak;
 - Alglardan damak tadımıza uygun olan türleri özellikle salata türlerinde tercih edebiliriz. Üstelik doğal olarak hasadının yapılması son ürünün albenisini arttıracaktır.
 - Entomofaji yemek kültürümüze uygun değildir. Bu sebeple başka alanlarda çalışmaların yapılması daha uygun olacaktır. Fakat böcek tüketicilerden kabul edilme oranları toplumun diyet kültürüne de bağlıdır. Bu alanda karşılaşılacak en büyük problemlerden birisi budur. Ama gelecek göstermektedir ki toplumların diyet kültürü mecburen değişecektir. Tez yazımda bahsettiğim gıda kaynakları ile ilgili olarak;
 - Lupin tohumunu soyaya alternatif olarak kullanabiliriz. Hayvansal protein alternatifi olduğu için hayvansal ürün tüketicilerden kabul edilme oranları toplumun diyet kültürüne de bağlıdır. Bu alanda karşılaşılacak en büyük problemlerden birisi budur. Ama gelecek göstermektedir ki toplumların diyet kültürü mecburen değişecektir. Tez yazımda bahsettiğim gıda kaynakları ile ilgili olarak;

yönelik çalışmaların ve reklamların arttırılmasıyla belirli bir tüketici profili oluşabilir.

- Ülkemizin bitki örtüsü zengindir. Bu sayede birçok mantar türü ülkemizde yabani olarak yetişmektedir. Ülkemizde mantar tüketimi de yüksektir. Mantarlar yemek kültürümüze de uymaktadır. Fakat yenilebilir yabani mantarların ve özelliklerinin toplumumuza öğretilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Çünkü bazı yabani mantarlar zehirli olarak düşünüldüğü için tüketilmemekte, bazı zehirli yabani mantarlar da yenilebileceği düşünüldüğü için tüketilmektedir ve sağlık sorunu yaşanmaktadır.
- Tek hücre proteini ürünlerinin insan sağlığına potansiyel olabilecek zararları çalışmalarla aşıldıktan sonra, ülkemizde tüketimi için damak tadımıza uydurmak gerekecektir. Özellikle küflerden elde edilen son ürün ülkemizde rağbet görebilir. Buna kanıt olarak da küflü peynir ve küflü kaşar gösterilebilir. Çünkü küflü peynirin ve küflü kaşarın ülkemizde tüketim oranı yüksektir.
- Laboratuvar koşullarında üretilen et anlatılan konular arasında ülkemiz yemek kültürüne en uygun gıdadır. Toplumsal yemek kültürümüz daha çok et ve et ürünlerine ağırlık vermektedir. Bu kapsamda özellikle laboratuvar koşullarında üretilen et konusunda çalışmalar yapılabilir. Laboratuvar koşullarında elde edilen son ürüne çeşitli aromalar ve fonksiyonel özellikler eklenerek, doymuş yağ oranı düşürülerek albenisi arttırılabilir. Ülkemiz için bu kapsamda laboratuvar koşullarında üretilen et ürününden başka çiftlik ürünü olmayan süt içeceklerine yönelik de çalışmalar yapılabilir.

5. SONUÇ

Bütün insanların ihtiyaç duyduğu gıdaya ulaşabilmesi için uluslararası, akademik kuruluşlar ve sivil toplum kuruluşları gıda ve tarımsal sistemler için alternatif senaryolar üzerinde çalışmalıdırlar. Daha sürdürülebilir bir gelecek elde edilebilir, ancak oraya ulaşmak için alternatif gıda kaynakları ve gıda arzı konularında çalışma yapılmalıdır. Tüm toplumlar ticari kaygıları bir yere bırakıp alternatif mal ve hizmet üretmek, sermaye stoku üretmek, yeni çözümler geliştirmek ve yenilikçi teknolojiler uygulamak için çalışmalar yapılmalıdır. Bir yandan alternatif gıdalara yönelik çalışmalar yapılmalı, diğer yandan tüketici bilinci arttırılmalı, gıda arzı talep doğrultusunda kontrollü arttırılmalı, yetersiz beslenme, mikrobesein eksiklikleri ve aşırı beslenme konularına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Eğer gıda ve tarım sistemlerinde yenilemeler yapılmazsa, gıda güvensizliği ve sürdürülemez ekonomik büyüme ile karakterize edilen bir gelecek bizi beklemektedir. Büyüyen nüfusu beslemek için teknolojik ilerlemeler hızlandırılmalı ve alternatif gıda kaynaklarına yönelik çalışmalar arttırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abdel-Raouf N, Al-Homaidan AA, Ibraheem IBM (2012). Microalgae and Wastewater Treatment. Saudi Journal of Biological Sciences, 19(3): 257-275.
- Ak İ (2015). Sucul Ortamın Ekonomik Bitkileri; Makroalgler. Dünya Gıda Dergisi, Aralık: 87-97.
- Akman M (1980a). Tek Hücre Proteini, Genel Bilgi, THP'nin Üstünlükleri, Alg, Mantar ve Mayaların Bu Amaçla Kullanılışı. Mikrobiyoloji Bülteni, 14: 141-155.
- Akman M (1980b). THP (Elde Edilişinde Bakterilerin Kullanılışı, THP'nin Bazı Sakıncaları ve Yurdumuzda Yapılan Çalışmalar). Mikrobiyoloji Bülteni, 12: 241-249.
- Akyurt İ, Şahin Y, Koç H (2011). Deniz Marulunun (*Ulva Sp.*) Sıvı Organik Gübre Olarak Değerlendirilmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 4: 55-62.
- Allen RE, Temm-Grove JV, Sheehan SM, Rice G (1997). Skeletal Muscle Satellite Cell Cultures. Methods in Cell Biology, 52: 155-176.
- Anonim (2017). Online Etymological Dictionary. https://www.etymonline.com/word/insect#etymonline_v_9318 (erişim tarihi: 17.08.2017).
- Anonim (2018a). World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 3. Water in a Changing World. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000181993> (erişim tarihi, 03.03.2018).
- Anonim (2018b). Algerin Ekolojik Önemi. http://www.academia.edu/6884450/ALGLER%C4%B0N_EKOLOJ%C4%B0K_%C3%96NEM%C4%B0 (erişim tarihi, 04.03.2018).
- Anonim (2018c). The Seaweed *Ulva Lactuca* (Chlorophyta) Origin the Netherlands. https://www.researchgate.net/figure/The-seaweed-Ulva-lactuca-Chlorophyta-origin-the-Netherlands_fig1_325969737 (erişim tarihi 05.03.2018).
- Anonim (2018d). Lupin Tohumu. <http://www.kappadokiatohum.com/UrunlerDetay.aspx?id=130> (erişim tarihi, 08.03.2018).
- Anonim (2018e). Lupin Tohumu. https://www.google.com/search?q=lupin+tohumu&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjkb62kajhAhWRfZoKHeVjDQQQ_AUIDigB&biw=1280&bih=689#imgrc=kLVV3Aj4s8B_UM: (erişim tarihi, 10.03.2018).
- Anonim (2018f). Lupin Tohumu. https://www.google.com/search?q=lupin+tohumu&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjkb62kajhAhWRfZoKHeVjDQQQ_AUIDigB&biw=1280&bih=689#imgrc=Nw4MEIDxX9A1PM: (erişim tarihi, 10.03.2018).
- Anonim (2018g). Türkiye Laboratuvarında Temiz Et Üretecek; Ete Şarbon Gibi Mikropların Bulaşması Söz Konusu Olmayacak. <https://tr.sputniknews.com/bilim/201901221037220338-turkiye-laboratuvarinda-temiz-et-uretecek/> (erişim tarihi, 01.12.2018).

- Anonim (2018h). Fighting Hunger Worldwide. The World Food Programme's Year in Review 2010. <https://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/communications/wfp236112.pdf> (erişim tarihi 5.01.2018).
- Anonim (2018ı). Fao Uyarıyor: Küresel Gıda Güvenliği Tehdit Altında. <http://www.un.org.tr/fao-uyariyor-kuresel-gida-guvenligi-tehdit-altinda/> (erişim tarihi, 05.06.2018).
- Anonim (2018i). Mark Post's Cultured Meat. https://www.new-harvest.org/mark_post_cultured_beef (erişim tarihi, 02.02.2019).
- Anonim (2018j). Lactarius Sanguifluus. <http://mantaravciligi.blogspot.com/2016/07/kirmizi-kanlica-lactarius-sanguifluus.html> (erişim tarihi, 19.12.2018).
- Anonim (2018j). Morchella. <https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Morchella> (erişim tarihi, 14.10.2018).
- Anonim (2018k). Calocybe gambosa. <http://wildpeaceacademy.com/calocybe-gambosa-mantari/> (erişim tarihi, 25.12.2018).
- Anonim (2018l). Marasmius oreades. <http://mantaravciligi.blogspot.com/2016/07/mih-basi-mantari-marasmius-oreades.html?q=Marasmius+oreades> (erişim tarihi, 25.12.2018).
- Anonim (2019a). Fried Bugs and Insects at Koh Samui Night Market. <https://www.youtube.com/watch?v=OwlGnISBeM0> (erişim tarihi, 29.03.2019).
- Anonim (2019aa). Current World Population. <http://www.worldometers.info/world-population/> (erişim tarihi, 09.04.2019).
- Anonim (2019ab). Karragenanların Yapısal Özellikleri ve Uygulama Alanları. <http://biokimkimya.com/content.asp?id=14&v=c&d=p&pid=1051&l=tr> (erişim tarihi, 09.04.2019).
- Anonim (2019ac). Yosun Kaynaklı β -glukan İçeren Daha Güçlü Domuzlar. <https://www.allaboutfeed.net/New-Proteins/Articles/2019/1/Stronger-pigs-with-algae-derived--glucan-385122E/> (erişim tarihi, 4.02.2019).
- Anonim (2019ad). Yeni Sistemde, Algler Suyu Temizler, Sonra Organik Gübre'ye Dönüşür: Yosun Sistemleri Akışta Fosfor ve Azotun Çoğunu Yakalayabilir. <https://www.popsci.com/science/article/2010-05/algae-cleans-manure-runoff-transforming-organic-fertilizer> (erişim tarihi, 08.04.2019).
- Anonim (2019ae). See Lettuce-*Ulva Lactuca*. <https://irishseaweeds.com/sea-lettuce-ulva-lactuca/> (erişim tarihi, 10.04.2019).
- Anonim (2019af). Kükürt Mantarı. <http://www.wikizero.biz/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvS8O8a8O8cnRfbWFudGFyxLE> (erişim tarihi, 08.04.2019).
- Anonim (2019ag). Ağulu Mantar. <http://www.wikizero.biz/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvT21waGFsb3Rlc19vbGVhcmllcw> (erişim tarihi, 08.04.2019).
- Anonim (2019ah). *Craterellus cornucopioides* (L.) Pers. - Horn of Plenty. <https://www.first-nature.com/fungi/craterellus-cornucopioides.php> (erişim tarihi, 08.04.2019).

- Anonim (2019a1). *Agaricus campestris* L. - Tarla Mantarı. <https://www.first-nature.com/fungi/agaricus-campestris.php> (erişim tarihi, 08.04.2019).
- Anonim (2019ai). *Coprinus comatus* (OF Müll.) Pers. - Shaggy Inkcap. <https://www.first-nature.com/fungi/coprinus-comatus.php> (erişim tarihi, 08.04.2019).
- Anonim (2019b). 6 Types of Insects You Can Eat. <https://www.verywellfit.com/insects-you-can-eat-4084195> (erişim tarihi, 29.03.2019).
- Anonim (2019c). Some Edible Species. <http://labs.russell.wisc.edu/insectsasfood/some-edible-species/> (erişim tarihi, 29.03.2019).
- Anonim (2019d). Yenilebilir Böcekler. <https://baklol.com/baks/Awkward/Edible-Insects-108/Bee-larvae-1402> (erişim tarihi, 29.03.2019).
- Anonim (2019e). Boletus Edulis. <https://www.ebay.com/itm/30-g-Fresh-BOLETUS-EDULIS-Cep-Porcini-Mycelium-Buy-Mushroom-Spawn-Seeds-Spores-/301577213939> (erişim tarihi, 5.02.2019).
- Anonim (2019f). Russula Virescens. http://www.mtsn.tn.it/russulales-news/tx_photos.asp?index=6457 (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019g). Lactarius Deliciosus. <https://antropocene.it/en/2018/11/02/lactarius-deliciosus/> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019h). Lactarius Sanguifluus. http://www.salvatoresaitta.it/pages/fungi/lactarius_sanguifluus.htm (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019i). Hygrophorus Marzuolus. <http://mantaravciligi.blogspot.com/2016/07/mart-mantari-hygrophorus-marzuolus.html> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019j). Pleurotus Ostreatus. [https://www.google.com/search?biw=1280&bih=689&tbm=isch&sa=1&ei=6mqfXMKIPO2tgweX_onICg&q=Pleurotus+Ostreatus&oq=Pleurotus+Ostreatus&gs_l=img.3..0j0i3015j0i5i30j0i3013.148208.148208..149046...0.0..0.125.125.0j1.....0....2j1..gws-wiz-img.7i6U5xGHfBc#imgsrc=ZR6x_TiGuThUXM:](https://www.google.com/search?biw=1280&bih=689&tbm=isch&sa=1&ei=6mqfXMKIPO2tgweX_onICg&q=Pleurotus+Ostreatus&oq=Pleurotus+Ostreatus&gs_l=img.3..0j0i3015j0i5i30j0i3013.148208.148208..149046...0.0..0.125.125.0j1.....0....2j1..gws-wiz-img.7i6U5xGHfBc#imgsrc=ZR6x_TiGuThUXM;) (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019j). Pleurotus Eryngii. <http://www.kutukmantari.com/?pnum=80&pt=D%C4%B0KEN+MANTARI+%28Pleurotus+eryngii%29> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019k). Lepista Nuda. <https://www.biolib.cz/en/image/id322121/> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019l). Tricholoma Caligatum. <http://mantaravciligi.blogspot.com/2016/07/nergis-akdeniz-matsuke-mantari.html> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019m). Calocybe Gambosa. <http://mantaravciligi.blogspot.com/2016/07/cincile-mantari-calocybe-gambosa.html> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019n). Marasmius Oreades. http://www.mykoweb.com/CAF/species/Marasmius_oreades.html (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019o). Strobilurus Esulentus. <http://www.naturephoto-cz.com/sprucecone-cap-photo-13986.html> (erişim tarihi, 6.02.2019).

- Anonim (2019ö). Coprinus Comatus. https://www.mushroomexpert.com/coprinus_comatus.html (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019p). Agaricus campestris. <https://antropocene.it/en/2018/11/12/agaricus-campestris/> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019r). Agaricus Bisporus. <http://healthblog247.com/some-benefits-of-agaricus-bisporus-extract/> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019s). Amanita Caesarea. <http://micoex.org/2016/09/17/amanita-caesarea/> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019ş). Cantharellus Cibarius. <https://www.amazon.com/Chanterelle-Mushroom-Cantharellus-cibarius-Mycelium/dp/B01KOYGEYM> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019t). Cantharellus Tubeaformis. <http://www.freenatureimages.eu/plants/Funghi%2C%20Paddestoelen%2C%20Mushrooms-Toadstools/Cantharellus%20tubeaformis,%20Trumpet%20Chanterelle/index.html> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019u). Craterellus Cornucopidides. http://www.mykoweb.com/CAF/species/Craterellus_calicornucopioides.html (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019ü). Laetiporus Sulphureus. https://www.google.com/search?biw=1280&bih=689&tbm=isch&sa=1&ei=a3ifXObcJfnOgwf gw5DwAQ&q=Laetiporus+Sulphureus&oq=Laetiporus+Sulphureus&gs_l=img.3..0j0i30.84690.84690..84948...0.0..0.125.125.0j1.....0....2j1..gws-wiz-img.hWYlWp4Nesg#imgrc=yLxVY6hpRhJwRM: (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019v). Morchella Deliciosa. <https://www.istiridyemantari.net.tr/kuzu-gobegi-mantari-morchella-esculenta/> (erişim tarihi, 6.02.2019).
- Anonim (2019y). Biraz Kök Hücre Biraz Soğan. <http://www.acikbilim.com/2013/10/dosyalar/biraz-kok-hucre-biraz-sogan.html> (erişim tarihi, 12.02.2019).
- Anonim (2019z). Laboratuvarıda Yapay Et 2021’de Restoranlarda. <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/ette-yeni-duzenleme-2021de-restoranlarda-40901257> (erişim tarihi, 10.01.2019)
- Aran N, Karakuş M, Karaca Z, Nas S, Saygı G (1985). Melastan Yem Mayası Üretimi. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Yayın No:102, Gebze.
- Arnoldi A, Boschini G, Zanoni C, Lammi C (2015). The Health Benefits of Sweet Lupin Seed Flours and Isolated Proteins. Journal of Functional Foods, 18: 550-563.
- Azadi, H, Schoonbeek, S, Mahmoudi, H, Derudder, B, De Maeyer, P, & Witlox, F. (2011). Organic Agriculture and Sustainable Food Production System: Main Potentials. Agriculture, Ecosystems & Environment, 144: 92-94.
- Bai M-D, Cheng C-H, Wan H-M, Lin Y-H (2011). Microalgal Pigments Potential as Byproducts in Lipid Production. Journal of Taiwan Institute of Chemical Engineers, 42(5): 783-786.

- Barutçiyen J (2012). Türkiye'nin Mantarları 1, Oğlak Yayıncılık, 216, İstanbul.
- Becker EW (1994). Microalgae: Biotechnology and Microbiology. Cambridge University Press, 293, United Kingdom.
- Becker EW (2007). Micro-Algae as a Source of Protein. Biotechnology Advances Mar-Apr, 25(2):207-10.
- Becker W (2004). Microalgal Culture. Microalgae in Human and Animal Nutrition, Richmond A. Handbook Blackwell, Oxford, 312-351.
- Begum H, Yusoff FM, Banerjee S, Khatoon H, Shariff M (2016). Availability and Utilization of Pigments from Microalgae. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56(13):2209-2222.
- Bender A (1992). Meat and Meat Products in Human Nutrition in Developing Countries. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Food and Nutrition Papers, Vol. 53.
- Benjaminson M, Lehrer S, Macklin D (1998). Bioconversion Systems for Food and Water on Long Term Space Missions. Acta Astronautica, 43(3-6):329-348.
- Benjaminson MA, Gilchrist JA, Lorenz M (2002). In Vitro Edible Muscle Protein Production System (MPPS): Stage 1, Fish. Acta Astronautica, 51(12): 879–889.
- Bhat F ve Fayaz H (2011). Prospectus of Cultured Meat Advancing Meat Alternatives. Journal of Food Science and Technology, 48(2): 125-140.
- Bhat F, Kumar S, Fayaz H (2015). In Vitro Meat Production: Challenges and Benefits Over Conventional Meat Production. Journal of Integrative Agriculture, 14(2): 241–248.
- Bhat ZF, Bhat H (2011). Animal-Free Meat Biofabrication. American Journal of Food Technology, 6(6):441–459.
- Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, de Onis M, Ezzati M, Grantham-McGregor S, Katz J, Martorell R, Uauy R (2013). Maternal and Child Undernutrition and Overweight in Low-income and Middle-income Countries. Lancet 382: 427–451.
- Boland T, Mironov V, Gutowska A, Roth E, Markwald R (2003). Cell and Organ Printing 2: Fusion of Cell Aggregates in Three-Dimensional Gels. The Anatomical Record, 272(2):497-502.
- Bonatti M, Karnopp P, Soares HM, Furlan SA (2004). Evaluation of Pleurotus Ostreatus and Pleurotus Sajor-caju Nutritional Characteristics When Cultivated in Different Lignocellulosic Wastes. Food Chemistry, 88: 425-428.
- Borcaklı M (1986). Laboratuvarda Mikroalg (*Scenedesmus obliquus*) Yetiştirme Denemeleri. TÜBİTAK MBEAE Beslenme ve Gıda Teknolojisi Yayınları No: 105, Gebze.
- Borowitzka MA (1998). Algae as Food, Microbiology of Fermented Foods. Brian J. B. Wood, Thomson Science, US, 585-602.

- Bouregba MN, Savoie JM, Fortas Z, Billete C (2016). A New Record of *Tricholoma Caligatum* (Tricholomataceae) from North Africa with a Discussion of Related Species. *Phytotaxa*, 282 (2): 119-128.
- Bredahl L, Grunert KG, Fertin C (1998). Relating Consumer Perceptions of Pork Quality to Physical Product Characteristics. *Food Quality and Preference*, 9(4): 273-281.
- Brownlee IA, Allen A, Pearson JP, Dettmar PW, Havler ME, Atherton MR, Onsøyen E (2005). Alginate as a Source of Dietary Fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 497-510.
- Bruinsma J (2003). *World Agriculture: Towards 2015-2030 An Fao Perspective*. Earthscan Publications Ltd, 432, London.
- Bulam S, Üstun S, Pekşen A (2016). Tavuk Mantarının (*Cantharellus cibarius* Fr.) Morfolojik Özellikleri ve Bileşimi. Türkiye 12. Gıda Kongresi 5-7 Ekim, Bildiri Özetleri Kitabı, 441, Edirne.
- Burdock GA, Carabin GI, Griffiths GC (2006). The Importance of GRAS to the Functional Food and Nutraceutical Industries. *Toxicology*, 221(1):17–27.
- Campion DR (1984). The Muscle Satellite Cell: A Review. *International Review of Cytology*, 87: 225-251.
- Canter-Lund H, Lund JWG (1995). *Freshwater Algae: Their Microscopic World Explored*. Biopress Limited, 360, United Kingdom.
- Cardozo KH, Guaratini T, Barros MP, Falcão VR, Tonon AP, Lopes NP, Campos S, Torres MA, Souza AO, Colepicolo P, Pinto E (2007). Metabolites From Algae With Economical Impact. *Comparative Biochemistry Physiology C Toxicology Pharmacology*, 146: 60-78.
- Carrier RL, Papadaki M, Rupnick M, Schoen FJ, Bursac N, Langer R (1999). Cardiac Tissue Engineering: Cell Seeding, Cultivation Parameters and Tissue Construct Characterization. *Biotechnology and Bioengineering*, 64(5): 580–589.
- Carrier RL, Rupnick M, Langer R, Schoen FJ, Freed LE, Vunjak-Novakovic G (2002). Perfusion Improves Tissue Architecture of Engineered Cardiac Muscle. *Tissue Engineering*, 8(2): 175-188.
- Cerritos R (2009). *Insects As Food: An Ecological, Social and Economical Approach*. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture Nutrition and Natural Resources, 4(27): 1-10.
- Chapman VJ, Chapman DJ (1980). *Seaweeds and Their Uses*. Chapman and Hall, 334, London.
- Chen BH, Chuang JR, Lin JH, Chiu CP (1993). Quantification of Pro-Vitamin A Compounds in Chinese Vegetables by High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Food Protection*. 56 (1): 51-54.
- Cheng JY, Don Paul M, Antia NJ (1974). Isolation of an Unusually Stable Cis Isomer of Alloxanthin From a Bleached Autolysed Culture of *Chroomonas Salina* Grown Photoheterotrophically on Glycerol. *Journal of Protozoology*, 21: 761-768.

- Cheng T, Otha S, Ikegami N, Miyata H, Kashimoto T, Kondo M (1993). Antibiotic Substances Produced by a Marine Green Alga, *Dunaliella primolecta*. *Biosource Technology*, 44(2): 149-153.
- Cheng XD, Wu QX, Zhao J, Su T, Lu YM, Zhang WN, Wang Y, Chen Y (2019). Immunomodulatory Effect of a Polysaccharide Fraction on RAW 264.7 Macrophages Extracted from the Wild *Lactarius Deliciosus*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 128: 732-739.
- Cheung PCK (1998). Functional Properties of Edible Mushrooms. *Journal of Nutrition*, 128: 1512-1516.
- Cirik Ş, Cirik S (2011). Su Bitkileri I (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi, Yetiştirme Teknikleri). Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:58. Bornova-İzmir, 135-145.
- Cohen R, Persky L, Hadar Y (2002). Biotechnological Applications and Potential of Wood-Degrading Mushrooms of the Genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58: 582-594.
- Collins CA, Zammit PS, Ruiz AP, Morgan JE, Partridge TA (2007). A Population of Myogenic Stem Cells that Survives Skeletal Muscle Aging. *Stem Cells*, 25(4): 885–894.
- Cysewski GR, Lorenz RT (2004). Industrial Production of Microalgal Cell-Mass and Secondary Products – Species of High Potential. *Haematococcus*. *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*. In: Richmond A, Blackwell Publisher, Oxford: 281–288.
- Çelikel N, Kımık Ö, Gönç S, Kavas G (2006). Mikroalglerin Gıdalarda Renk Verici Madde (Pigment) Kaynağı Olarak Kullanımı, Türkiye 9. Gıda Kongresi 24-26 Mayıs, 447-450, Bolu.
- Çetin ET (1983). Endüstriyel Mikrobiyoloji. İstanbul Tıp Fakültesi Vakfı- Bayda Yayını, 1. Baskı.
- Çınkır E, Dığrak M (2016). *Citrullus vulgaris* Schrad. Atıklarından Tek Hücre Proteini Üretimi ve Üretimin Optimizasyonu, Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi, 28(1): 21-27.
- Çoban Dİ (2018). Lüpen (*Lupinus Albus L.*) Katkılı Cips Üretimi ve Son Ürünün Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- DaMatta FM, Grandis A, Arenque B C ve Buckeridge M S (2009). Impacts of Climate Changes on Crop Physiology and Food Quality. *Food Research International*, 43: 1814-1823.
- Darcy-Vrillon B. (1993). Nutritional Aspects of the Developing Use of Marine Macroalgae for the Human Food Industry. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 44: 23-35.
- Datar I, Betti M (2010). Possibilities for an In Vitro Meat Production System. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11: 13–22.
- Davy CAE, Wilson D, Lyon JCM (1985). Commercial Production of Feedy Yeast from Methanol by Bacteria, *Advances in Biotechnology, Fuels, Chemical, Foods and Waste Vol.II*, 367.

- Del-Campo JA, Garcia-Gonzalez M, Guerrero MG (2007). Outdoor Cultivation of Microalgae for Carotenoid Production: Current State and Perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology* 74 (6): 1163–1174.
- Delong DM (1960). Man in a World of Insects. *The Ohio Journal of Science*, 60(4): 193–206.
- Demeyer D, Honikel K, De Smet S (2008). The World Cancer Research Fund Report 2007: A Challenge for the Meat Processing Industry. *Meat Science*, 80(4): 953–959.
- Demirel R ve Demirel DŞ (2018). Tek Hücre Proteinlerinin İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Kullanımı. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(3):327-336.
- Dennis R, Kosnik P (2000). Excitability and Isometric Contractile Properties of Mammalian Skeletal Muscle Constructs Engineered In Vitro. *In Vitro Cellular Developmental Biology Animal*, 36(5):327–335.
- Dennis R, Kosnik P, Gilbert M, Faulkner J (2001). Excitability and Contractility of Skeletal Muscle Engineered from Primary Cultures and Cell Lines. *Am J Physiol Cell Physiol*, 280(2): C288–295.
- Diez VA, Alvarez A (2001). Compositional and Nutritional Studies on Two Wild Edible Mushrooms from Northwest Spain, *Food Chemistry*, 75: 417-422.
- Dilworth T, McGregor A (2015). Moral Steaks? Ethical Discourses of In Vitro Meat in Academia and Australia. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 28: 85–107.
- Dong Y, Zhang J, Gao Z, Zhao H, Sun G, Wang X, Jia L (2019). Characterization and Anti-Hyperlipidemia Effects of Enzymatic Residue Polysaccharides from *Pleurotus Ostreatus*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 129: 316-325.
- Drysdale A, Ewert M, Hanford A (2003). Life Support Approaches for Mars Missions. *Advances in Space Research*, 31(1):51–61.
- Edelman PD, McFarland DC, Mironov VA, Matheny JG (2005). In Vitro Cultured Meat Production. *Tissue Engineering*, 11(5): 659–662.
- EFSA (2016). The 2014 European Union Report on Pesticide Residues in Food. European Food Safety Authority, Parma, Italy, 139.
- FAO (2014). The State of Food Insecurity in the World. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 54.
- FAO (2006). Livestock's Long Shadow Environmental Issues and Options. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 390.
- FAO (2017). The State of Food Security and Nutrition in the World. Building Resilience for Peace and Food Security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 117.
- FAO (2018). The State of Food Security and Nutrition in the World. Building Climate Resilience for Food Security and Nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 181.
- Fiala N (2008). Meeting The Demand: An Estimation of Potential Future Greenhouse Gas Emissions from Meat Production. *Ecological Economics*, 67(3): 412-419.

- Fujiwara M, Lizima N, Yamamoto I, Nagumo T (1984). Purification and Chemical and Physical Characterization of Antitumour Polysaccharide from the Brown Seaweed, *Sargassum Fulvellum*. *Carbohydrate Research*, 125(1): 97-106.
- Garrow JS, James WPT, Ralph A (1999). *Human Nutrition and Dietetics* 10 th Edition. Churchill Livingstone, 912, London.
- Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, Muir JF, Pretty J, Robinson S, Thomas SM, Toulmin C (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science* 32: 812-818.
- Gomiero T (2018). Food Quality Assessment in Organic vs. Conventional Agricultural Produce: Findings and Issues. *Applied Soil Ecology*, 123: 714-728.
- Graham L ve Wilcox L (2000). *Algae*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 640, USA.
- Hanboonsong Y (2010). Edible Insects and Associated Food Habits in Thailand. *Forest Insects as Food: Humans Bite Back*, Durst PB, Johnson DV, Leslie RL, Shono K. *Proceedings of a Workshop on Asia-Pacific Resources and Their Potential for Development*, Bangkok, 171–182.
- Hasle GR, Syvertsen EE (1997). *Marine Diatoms. Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*, Tomas, CR. Academic Press Inc, San Diego, 5–38.
- Heinrich U, Gartner C, Wiebusch M, Eichler O, Sies H, Tronnier H, Stahl W (2003). Supplementation with Beta-Carotene or a Similar Amount of Mixed Carotenoids Protects Humans from UV-Induced Erythema. *The Journal of Nutrition*, 133: 98-101.
- Henchion M, McCarthy M, Rescon VC, Troy D (2014). Meat Consumption: Trends and Quality Matters. *Meat Science*, 98:561-568.
- Hickisch A, Bindl K, Vogel RF, Toelstede S (2016). Thermal Treatment of Lupin-Based Milk Alternatives – Impact on Lupin Proteins and the Network of Respective Lupin-Based Yogurt Alternatives. *Food Research International*, 89: 850-859.
- Hill M, Wernig A, Goldspink G (2003). Muscle Satellite (Stem) Cell Activation During Local Tissue Injury and Repair. *Journal of Anatomy*, 203(1): 89-99.
- Hocquette JF (2016). Is in Vitro Meat the Solution For the Future. *Meat Science*, 120:167-176.
- Hoekstra AY, Chapagain AK (2007). Water Footprints of Nations: Water Use by People as a Function of Their Consumption Pattern. *Water Resources Management*, 21(1): 35-48.
- Hopkins PD, Dacey A (2008). Vegetarian Meat: Could Technology Save Animals and Satisfy Meat Eaters. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 21: 579-96.
- Ingram M, Nabhan GP, Buchmann SL (1996). Our Forgotten Pollinators: Protecting the Birds and Bees. *Global Pesticide Campaigner*, 6(4): 1-12.
- Jin E, Polle JEW, Lee HK, Hyun SM, Chang M (2003). Xanthophylls in Microalgae: From Biosynthesis to Biotechnological Mass Production and Application. *J. Microbiol. Biotechnol.* 13: 165–174.
- Kaczmarek KT, Chandra-Hioe MV, Frank D, Arcot J, (2018). Aroma Characteristics of Lupin and Soybean After Germination and Effect of Fermentation on Lupin Aroma. *LWT - Food Science and Technology*, 87: 225-233.

- Kadam SU, O'Donnell CP, Rai DK, Hossain MB, Burgess CM, Des Walsh, Tiwari BK (2015). Laminarin From Irish Brown Seaweeds *Ascophyllum Nodosum* and *Laminaria Hyperborea*: Ultrasound Assisted Extraction, Characterization and Bioactivity. *Mar Drugs*. 13(7): 4270-4280.
- Kadim IT, Mahgoub O, Baqir S, Bernard F, Purchas R (2015). Cultured Meat from Muscle Stem Cells Review of Challenges and Prospects, 14(2): 222-233.
- Kamikubo T (1985). Production Of SCP from Waste Cellulose, *Advances in Biotechnology*, Vol.II, Fuels, Chemical, Foods And Waste, 421.
- Karamac M, Orak HH, Amarowicz Orak A, Piekoszewski W (2018). Phenolic Contents and Antioxidant Capacities of Wild and Cultivated White Lupin (*Lupinus Albus L.*) Seeds. *Food Chemistry*, 258: 1-7.
- Karapınar M (1983). Tek Hücre Proteini Üretiminde Karbon ve Enerji Kaynakları, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 1(1).
- Katırcıoğlu H, Aksöz N (2003). Tek Hücre Proteini. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(8): 34-49.
- Kaya T (1993). Bazı Meyve Atıklarının Biyoteknolojik Olarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kim SK (2012). *Marine Cosmeceuticals Trend and Prospects*. Taylor and Francis Group, 397 New York.
- Kim SK (2013). *Marine Nutraceuticals Trend and Prospects*. Taylor and Francis Group, 397, New York.
- Klok AJ, Lamers PP, Martens DE, Draaisma RB, Wijffels RH (2014). Edible Oils from Microalgae: Insights in TAG Accumulation. *Trends in Biotechnology*, 32(10): 521-528.
- Korhonen H (2002). Technology Options for New Nutritional Concepts. *Int J Dairy Technol*. 55(2): 79-88.
- Kosnik P, Faulkner J, Dennis R (2001). Functional Development of Engineered Skeletal Muscle From Adult and Neonatal Rats. *Tissue Eng*. 7(5):573-584
- Köksal O (1980). THP'nin İnsan Beslenmesinde Kullanılması. *Gıda Dergisi*, 5(4):89-94.
- Kuo M (2015). *Craterellus tubaeformis*. http://www.mushroomexpert.com/craterellus_tubaeformis.html (erişim tarihi, 08.04.2019).
- Laisney C (2013). *Les Différences Sociales en Matière D'alimentation*. Centre D'études et de Prospective No: 64, 4, Montreuil.
- Lam MT, Sim S, Zhu X, Takayama S (2006). The Effect of Continuous Wavy Micropatterns on Silicone Substrates on the Alignment of Skeletal Muscle Myoblasts and Myotubes. *Biomaterials*, 27(24): 4340-4347.
- Langelaan ML, Boonen KJ, Polak RB, Baaijens F, Post MJ, Van Der Schaft DW (2010). Meet the New Meat: Tissue Engineered Skeletal Muscle. *Trends in Food Science and Technology*, 21(2): 7.
- Le Grand F, Rudnicki MA (2007). Skeletal Muscle Satellite Cells and Adult Myogenesis. *Current Opinion in Cell Biology*, 19(6): 628-633.

- Lee RE (1999). *Phycology*, Third Edition. Cambridge University Press, 614, United Kingdom.
- Lowe K (2006). Blood Substitutes: From Chemistry to Clinic. *Journal of Materials Chemistry*, 43: 4189-4196.
- MacArtain P, Gill CIR, Mariel Brooks M, Campbell R, Rowland IR (2007). Nutritional Value of Edible Seaweeds. *Nutrition Reviews*, 65(12) :535-543.
- Manzi P, Aguzzi A, Pizzoferrato L (2001). Nutritional Value of Mushrooms Widely Consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73: 321-325.
- Manzi P, Gambelli L, Marconi S, Vivanti V, Pizzoferrato L (1999). Nutrients in Edible Mushrooms: An Inter-Species Comparative Study. *Food Chemistry*, 65: 477-482.
- Manzi P, Pizzoferrato L (2000). Beta Glucans in Edible Mushrooms. *Food Chemistry*, 68: 315-318.
- Marinho GS, Holdt SL, Jacobsen C, Angelidaki I (2015). Lipids and Composition of Fatty Acids of *Saccharina Latissima* Cultivated Year-Round in Integrated Multi-Trophic Aquaculture. *Mar Drugs*, 13(7): 4357-4374.
- Martin I, Wendt D, Herberer M (2004). The Role of Bioreactors in Tissue Engineering. *Trends in Biotechnology*, 22(2): 80-86.
- Mauro A (1961). Satellite Cell of Skeletal Muscle Fibers. *Journal of Biophysical and Biochemical Cytology*, (9): 493-495.
- McHugh DJ (2003). *A Guide to the Seaweed Industry*. FAO Fisheries Technical Paper No. 441, 105, Rome.
- Nasseri AT, Rasoul-Amini S, Morowvat MH, Ghasemi Y (2011). Single Cell Protein: Production and Process. *American Journal of Food Technology*, 6 (2): 103-116.
- Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, Gupta R (2014). Global, Regional, and National Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adults During 1980–2013, A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 384 (9945), 766–781.
- Nisizawa (1987). *Preparation and Marketing of Seaweeds as Foods*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, (4): 147-189.
- Ole G (2013). *Mouritsen Seaweeds: Edible, Available and Sustainable*. University of Chicago Press, 304, Chicago and London.
- Onoğur TA (2009). *Gıda Katkı Maddeleri*. Sidas Medya Limited Şirketi, 268, İzmir.
- Öcal Ş, Aran N, Çelikkol E (1977). Zeytin Kara Suyu ve Peynir Suyundan Mikrobiyal Protein Elde Olunması. TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, 26, Gebze.
- Ötük G, Johansson C (1980). Alglerden Tek Hücre Proteini Eldesi. *Kültür Koleksiyonları ve Endüstriyel Mikrobiyoloji 1. Kongresi 3. Sempozyumu*, İstanbul.
- Özdemir N, Erkmén J (2013). Yenilenebilir Biyoplastik Üretiminde Alglerin Kullanımı. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(8): 89-104.

- Öztürk L (1996). Alglerden Tek Hücre Proteini Üretiminde Vinasın Substrat Olarak Kullanım İmkânlarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa.
- Özyurt M (1980). THP'nin Aminoasitlerle Zenginleştirilmesi. Kültür Koleksiyonları ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Kongresi, İstanbul.
- Pamir MH (1978). Teknik ve Endüstriyel Mikrobiyoloji. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 681: 11-110.
- Pamir MH (1981). Endüstriyel Mikrobiyolojinin Çevre Kirlenmesinin Kontrolüne Katkısı. Gıda Dergisi, 6(6): 25-34.
- Pathak V, Bukhari SAA, Bhat ZF, Sharma N (2008). Prospectus of İn-Vitro Meat. Indian Food Industry, Nov-Dec:33–35.
- Pelah D, Sintov A, Cohen E (2004). The Effect of Salt Stress on the Production of Canthaxanthin and Astaxanthin by *Chlorella Zofingiensis* Grown Under Limited Light Intensity. World J. Microbiol. Biotechnol, 20: 483–486.
- Pereira L, Magalhaes J (2014). Marine Algae, Biodiversity, Taxonomy, Environmental Assessment, and Biotechnology. CRC Press, 398, Portugal.
- Phang SM, Chu WL, Wong C, Teoh ML, Tan KP, Lee HK (2007). A checklist of microalgal isolates from Ny Alesund, Svalbard. 8th Ny Alesund Seminar, Cambridge, UK, 1–14.
- Pimentel D, Burgess M (2018). World Human Population Problems. Encyclopedia of the Anthropocene, 4: 313-317.
- Post MJ (2012). Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. Meat Science, 92(2): 297–301.
- Prosekov AY, Ivanova SA (2018). Critical Review Food Security: The Challenge of the Present. Geoforum, 91: 73-77.
- Radisic M, Euloth M, Yang L, Langer R, Freed LE, Vunjak-Novakovic G. (2003). High-Density Seeding of Myocyte Cells for Cardiac Tissue Engineering. Biotechnology and Bioengineering, 82(4): 403–414.
- Radisic M, Marsano A, Maidhof R, Wang Y, Vunjak-Novakovic G. (2008). Cardiac Tissue Engineering Using Perfusion Bioreactor Systems. Nature Protocols, 3(4): 719–738.
- Raja R, Hemaiswarya S, Ashok Kumar N, Sridhar S, Rengasamy R (2008). A Perspective on the Biotechnological Potential of Microalgae. Crit. Rev. Microbiol, 34: 77–88.
- Rajarithnam S, Shashirekha MN, Banu Z (1998). Biodegradative and Biosynthetic Capacities of Mushrooms: Present and Future Strategies. Critical Reviews in Biotechnology, 18(2/3): 91-236.
- Ramos-Elorduy J (2008). Energy Supplied by Edible Insects From Mexico and Their Nutritional and Ecological Importance. Ecology of Food and Nutrition, 47:280-297.
- Ratnaningtyas NI, Hernayanti, Ekowati N, Sukmawati D, Widiyanti H (2019). Chicken Drumstick Mushroom (*Coprinus Comatus*) Ethanol Extract Exerts a Hypoglycaemic Effect in The *Rattus Norvegicus* Model of Diabetes. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 19: 101050.

- Richmond A, Preiss K (1980). The Biotechnology of Algalculture. Interdisciplinary Science Reviews, 5 (1): 60-70.
- Rose AH (1979). Economic Microbiology, Microbial Biomass. School of Biological Sciences University of Bath, 460, England.
- Rosegrant M, Leach N, Gerpacio R (1999). Alternative Futures for World Cereal and Meat Consumption. Proceedings of the Nutrition Society, 58(2): 219-234.
- Round FE, Crawford RM, Mann DG (1990). The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera. Cambridge University Press, 744, United Kingdom.
- Saha P, Trumbo P (1996). The Nutritional Adequacy of a Limited Vegan Diet for a Controlled Ecological Life-Support System. Adv Space Res., 18(4-5):63-72.
- Sans P, Combris P (2015). World Meat Consumption Patterns: An Overview of the Last Fifty Years (1961–2011). Meat Science, 109: 106-111.
- Sarıtaş F (2015). Kayın (*Pleurotus Ostreatus*) ve Shiitake (*Lentinus Edodes*) Mantar Misellerinin Gelişimi Üzerinde Manyetik Alan Uygulamalarının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Kastamonu.
- Sathasivam R, Radhakrishnan R, Hashem A, Abd_Allah EF (2018). Microalgae Metabolites: a Rich Source for Food and Medicine, Saudi Journal of Biological Sciences, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X17302784> (erişim tarihi: 02.02.2019).
- Shah MMR, Liang Y, Cheng JJ, Daroch M (2016). Astaxanthin-Producing Green. Microalga *Haematococcus pluvialis*: From Single Cell to High Value Commercial Products. Front Plant Sci.,7: 531.
- Shaish A, Harari A, Kamari Y, Cohen H, Schonfeld G, Harats D (2009). Application of *Dunaliella* in Atherosclerosis. The Alga *Dunaliella*: Biodiversity, Physiology, Genomics and Biotechnology, Ben-Amotz, A, Polle, J.E.W, Rao, D.V.S. (Eds.). Jersey Science Publishers, USA, 475-494.
- Sharma OP (1986). Textbook of Algae. McGraw-Hill Education, 360, New Delhi.
- Shine KP, Gohar LK, Hurley MD, Marston G, Martin D, Simmonds PG (2005). Perfluorodecalin: Global Warming Potential and First Detection in the Atmosphere. Atmospheric Environment, 39(9): 1759–1763.
- Shu X, Zhang Y, Jia J, Ren X, Wang Y (2019). Extraction, Purification and Properties of Water-Soluble Polysaccharides from Mushroom *Lepista Nuda*. International Journal of Biological Macromolecules, 128: 858-869.
- Sirtori CR, Lovati MR, Manzori C, Castiglioni S, Duranti M, Magni C, Morandi S, D'Agostina A, Arnoldi A (2012). Proteins of White Lupin Seed, a Naturally Isoflavone-Poor Legume, Reduce Cholesterolemia in Rats and Increase LDL Receptor Activity in HepG2 Cells. In Journal of Nutrition February, 23:18-23.
- Southgate AT, Waldron K, Johnson IT, Fenwich GR (1990). Dietary Fibre: Chemical and Biological Aspects. Royal Society of Chemistry, 83, Cambridge.

- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, De Haan C (2006). *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Food and Agriculture Organization of the United States, 416, Rome.
- Sun Z, Zhang L, Zhang B, Niu T (2010). Structural Characterisation and Antioxidant Properties of Polysaccharides from the Fruiting Bodies of *Russula virescens*. *Food Chemistry*, 118(3): 675-680.
- Sümer S (1987). *Türkiye'nin Yenen Mantarları*. Ersu Matbaacılık, 102, İstanbul.
- Takaichi S (2011). Carotenoids in Algae: Distributions Biosynthesis and Functions. *Mar. Drugs* 9 (6): 1101–1118.
- Telugu BP, Ezashi T, Roberts RM (2010). The Promise of Stem Cell Research in Pigs and Other Ungulate Species. *Stem Cell Reviews*, 6(1): 31–41.
- Thevenieau F, Nicaud JM (2013). Microorganisms as Sources of Oils. *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 20(6):D603.
- Turna İ, Uzunköprü Ç (2015). İstanbul Boğazı'nda Dağılım Gösteren Deniz Marulunun (*Ulva Spp.* ve *Enteromorpha Spp.*) Mevsimsel Değişimleri ve Bölgesel Değerlendirilebilirliği. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 11(2): 1-7.
- Ünver Alçay A, Bostan K, Dinçel E, Varlık C (2017). Alglerin İnsan Gıdası Olarak Kullanımı. *Aydın Gastronomy Dergisi*, 1 (1): 47-59.
- Van den Hoek C, Mann DG, Jahns HM (1995). *Algae: An Introduction to Phycology*. Cambridge University Press, 614, United Kingdom.
- Van Eelen WF (2007). Industrial Production of Meat Using Cell Culture Methods. U.S. Patent and Trademark Office No: 7270829, <https://patents.google.com/patent/US7270829B2/en> (erişim tarihi, 8.04.2019).
- Van Eelen WF, van Kooten WJ, Westerhof W (1999). Industrial Scale Production of Meat From in Vitro Cell Cultures. Patent Description. <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO1999031222> (erişim tarihi, 05.03.2019).
- Van Huis A, Vantomme P, Van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G (2013). *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Verbeke W, Van Wezemael L, de Barcellos MD, Kugler JO, Hocquette JF, Ueland O, Grunert KG (2010). European Beef Consumers' Interest in a Beef Eating-Quality Guarantee Insights from a Qualitative Study in Four EU Countries. *Appetite*, 54(2): 289–296.
- Vetvicka V, Gover O, Karpovsky M, Hayby H, Danay O, Ezov N, Hadar Y, Schwartz B (2019). Immune-Modulating Activities of Glucans Extracted from *Pleurotus Ostreatus* and *Pleurotus Eryngii*. *Journal of Functional Foods*, 54:81-91.
- Villares A, Vivaracho LM, Lafuente AG, Guillamon E (2014). Storage Temperature and UV-Irradiation Influence on the Ergosterol Content in Edible Mushrooms. *Food Chemistry*, 147: 252-256.
- Webb S (2006). Tissue engineers cook up plan for lab-grown meat. *Discover* 27(1):43.

- Wells ML, Potin P, Craigie JS, Raven JA, Merchant SS, Helliwell KE, Smith AG, Camire ME, Brawley SH (2017). Algae as Nutritional and Functional Food Sources: Revisiting Our Understanding. *Journal of Applied Phycology*, 29(2): 949-982.
- Wolfson W (2002). Raising the Steaks. *New Scientist*, 176: 60–63.
- Wu S, Wang G, Yang R, Cui Y (2016). Anti-inflammatory Effects of *Boletus edulis* Polysaccharide on Asthma Pathology. *American Journal of Translational Research*, 15;8(10): 4478-4489.
- Yamamoto I (1982). Antitumor Activity of Crude Extracts From Edible Marine Algae Against L-1210 Leukemia. *Botanica Marina*, 25(9): 455-457.
- Yeum KJ and Russel RM (2002). Carotenoid Bioavailability and Bioconversion. *Annual Review of Nutrition*, 22: 483–504.
- Yuan JP, Peng J, Yin K, Wang JH (2011). Potential Health-Promoting Effects of Astaxanthin: a High-Value Carotenoid Mostly From Microalgae. *Mol. Nutr. Food Res.*, 55: 150–165.
- Zandonella C. (2003). Tissue Engineering: the Beat Goes on. *Nature* 421(6926):884–886.
- Zaraska, M. (2013). Lab-grown beef taste test: ‘Almost’ like a burger. *Health & Science The Washington post* Published 5, https://www.washingtonpost.com/national/health-science/lab-grown-beef-taste-test-almost-like-a-burger/2013/08/05/921a5996-fdf4-11e2-96a8-d3b921c0924a_story.html?utm_term=.f9784a214205 (erişim tarihi, 01.03.2019)
- Zsingmond AR, Varga K, Kantor I, Urak I, May Z, Heberger K (2018). Elemental Composition of Wild Growing *Agaricus Campestris* Mushroom in Urban and Peri-Urban Regions of Transylvania (Romania). *Journal of Food Composition and Analysis*, 72: 15-21.
- Zubi W (2005). Production of Single Cell Protein From Base Hydrolyzed of Date Extract by-Product by the Fungus *Fusarium Graminearum*. MSci.Thesis, Garyounis University, Benghazi.

ÖZGEÇMİŞ

Aylin TAŞKIN 1988 tarihinde Bulgaristan’da doğdu. İlk ve orta eğitimini Mareşal Fevzi Çakmak İlköğretim Okulu ve İnönü İlköğretim Okulu’nda, lise eğitimini ise Hasan Polatkan Lisesi’nde (Y.D.A) tamamladı. Üniversite eğitimini Manisa Celal Bayar Üniversitesi (Gıda Mühendisliği Bölümü) ve Eskişehir Anadolu Üniversitesi’nde (İşletme Bölümü) tamamladı. Şu an Posta ve Telgraf Teşkilatı Anonim Şirketi’nde çalışmaktadır.