

Tek Hücre Proteini¹

Hikmet Katırcıoğlu², Nilüfer Aksöz³

Giriş

Dünyadaki "protein açlığı"nın önlenmesi için yapılması gerekenlerden biri, alışılmışın dışında yeni bir besin kaynağı yaratmaktır. Bunun için iki seçenek vardır:

-İnsanlar tarafından sindirilemeyen bazı maddeleri sindirilebilir duruma getirip beslenmede kullanmak.

-Bazı mikroorganizmaları bol olarak üretilip doğrudan doğruya bu "biomass"ı besin maddesi olarak kullanmak.

Mikroorganizma hücrelerinin önemli oranda protein, aminoasit, karbonhidrat, vitamin vb. içermeleri nedeniyle, bunların insan ve hayvan yemi olarak kullanılması düşünülmüştür. İlk mikroorganizmanın keşfinden bu yana insanlar tek hücreli canlıları ekmek, şarap, ilaç yapımı vb. nedenlerle kullanılmışsa da bilinçli olarak bunun besin ve yem olarak kullanılması ve bu amaçla mikroorganizmaların üretimi yakın zamanlarda olmuştur. Besin amaçlı olarak mikroorganizmalardan elde edilen proteinlere önceleri "Mikrop Proteini" daha sonra bu ismin beğenilmemesi üzerine de "Tek Hücre Proteini" (Single Cell Protein) ismi verilmiştir.

Tüm yayınlarda bu isim kullanılmakla beraber, bunun yanında "Mikrobiyal Besin", "Yem Mayası", "Maya Proteini" gibi özel anlamda isimler ve ticarete ise "Toprina", "Nar Protein" vb. patent isimler kullanılmaktadır (1, 2). Mikrobiyal biomassdan üretilen bu kütlelerin kullanımı I.Dünya Savaşı yıllarına rastlamaktadır. Alman Max Delbruck ve Berlin'de Institut für Garungsgewerbe'deki arkadaşları 1910'da bira mayasının hayvan yemi olarak değerli olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca buna "Fodder Yeast" (hayvan yemi mayası) ismini vermişlerdir (3).

Yine bu tarihlerde Voltz ve Basdrexel kuru mayanın %90 oranında hazmedilebilir protein ihtiva ettiğini ve bu sebepten mayanın protein ihtiyacını karşılamak üzere insan beslenmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir (4). I. Dünya Savaşı'ndan

¹ Bu çalışma Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Prof. Dr. Nilüfer AKSÖZ danışmanlığı altında Hikmet Katırcıoğlu tarafından yapılan ve 1995 yılında tamamlanan "Tek Hücre Proteini Eldesi ve Bunun Drosophila Gelişimine Etkisi" adlı Yüksek Lisans tezinden alınmıştır.

² Arş. Grv., Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Eğitimi AbD Beşevler Ankara.

Yazışmalardan sorumlu yazarın e-posta adresi: hturk@gazi.edu.tr

³ Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Beytepe Ankara

sonra mayalar, insan ve hayvan beslenmesinin sağlanmasında kullanıldı. Mayalar inek, tavuk vb. hayvanları beslemede kullanılırken savaş zamanında önce ordu diyetlerinde daha sonra sivil diyetlerinde özellikle çorbalarına ilave edilerek kullanılmıştır. Savaştan sonra 1950'lerin sonunda besin problemi gündeme geldikçe bu konudaki araştırmalar arttı ve 1970'lerin başında bu problem daha da kötüleyince mikrobiyal biomass önem kazandı.

1977'den sonra ise birçok yeni yöntemler geliştirildi. Burada asıl özellik bakteri ve filamentözleri içeren (*S. cerevisiae*, *C. utilis* vb.) çok çeşitli mikroorganizmaların bu amaçla kullanılabilmesidir. Çeşitli konferans ve sempozyumlarda bu konu çok tartışılmıştır. 1967 ve 1973'de Amerika'da yapılan toplantılarda mikrobiyal biomass "Single Cell Protein" (Tek hücre proteini) adını almıştır (3). Tüm proteinlerin tek hücreden kaynaklanmaları nedeniyle tek hücre proteini teriminin istenen anlamı taşıması kısa sürede kullanılmasını yaygınlaştırmıştır.

THP gelecekte canlıların protein gereksinimlerinin karşılanmasında sınırsız olanaklar sağlayacak bazı üstünlüklere sahiptir (5).

Tek hücre proteinin bu üstünlüklerinden dolayı gıda sorunu çeken az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bunun örneklerini "besin" ya da "katkı maddesi" olarak görmek mümkündür. Günümüzde de bunun örnekleri mevcuttur. Örneğin Endonezya'da bir çok şehirde soya fasulyesi iyice ıslatılıp pişirilmekte ve sonra *Rhizopus* sp. soylarıyla inokülasyona bırakılmaktadır. İnokülasyondan 3 gün sonra da miselyumlar sayesinde soyalar birbirine sıkıca bağlanmaktadır. Sonuçta da %40 'ın üstünde protein içeren kalıp çorba içine konularak yenilebilmektedir. Bu Endonezya'da TEMPE olarak bilinmektedir. Bunun gibi örnekleri çoğaltmak mümkündür (3).

Bu şekilde alışılmış besin maddelerinin bazı katkı maddeleriyle protein bakımından zenginleştirilmesi de önemli bir çalışma alanını oluşturmaktadır. Amerika'da 1980 yılında toplam et gereksiniminin %20'nin balık tozu, soya fasulyesi ve tek hücre proteini gibi et analogları ile karşılanacağı tahmin edilmektedir (2).

Tek Hücre Proteininin Üstünlükleri

-Tek hücreli canlılar oldukça yüksek oranlarda protein içerirler. Bu proteinler (esansiyel) aminoasitler bakımından zengin olup, biyolojik değerleri bitkisel proteinlerden yüksektir.

-Kolay ve hızlı çoğalırlar.

-Ucuz üretilebilirler. Örneğin, 100 kg. şekerden mayalar kullanılarak 50 kg. gıda üretilebilir. Oysa bu miktar hayvanlarda süt olarak 12-13 kg., tavuk eti olarak 0.5 kg. ve sığır eti olarak 0.3-0.4 kg.'ı geçmemektedir. Bu da tek hücre proteininin üretimi için en fazla kullanılan mikroorganizma olan mayanın gıda üretiminde başka kaynaklara nazaran ne derece ekonomik olduğunu göstermektedir (1).

-Üretilmeleri için geniş arazi gerekmez.

-Üretimleri çevre ve iklim koşullarından etkilenmez. Kontrol edilebilen koşullarda fermentörler içinde sürekli kültür halinde ya da açık havuzlarda üretilebilirler.

-Dünyada bol olarak bulunan çok çeşitli endüstri atıkları ve "artık" maddeler, tek hücreli canlıların üretilmesi için kullanılabilir. Böyle bir uygulama çevre sorununun çözümlenmesine de yardımcı olacaktır (Akman,1980). Örneğin sülfite şurubundan maya üretildiğinde BOI (Biyolojik oksijen ihtiyacı)'de ortalama %70-75 azalma sağlanır. 13 kg.'da %50 protein içeren maya elde edilir. Böylece hem çevre kirlenme oranı %70 azaltılırken maya eldesiyle de ekonomik bir fayda sağlanmış olur.Bu duruma göre de her gün 1.500 ton atık madde olarak denize dökülen sülfite şurubundan günde 19.500kg. maya, 9.750kg. saf protein elde edilebilir ki bu yılda 3.558.750 kg. saf protein eder (4).

Tek Hücre Proteinini Eldesinde Kullanılan Mikroorganizmalar

Tek hücre proteinini eldesinde kullanılan ve denen tek hücreli canlılar şu gruplar halinde özetlenebilir.

- Algler
- Mantarlar
- Mayalar
- Bakteriler

Bu amaçla bakteriyofajlarında düşünülebileceği belirtilmiştir (2, 5).

Alglerin Tek Hücre Proteinini Kaynağı Olarak Kullanılması

Protein kaynağı olarak başvuru kaynaklardan mikroskopik tatlı su algleri basit besiyerlerinde hızla çoğalmaları , fotosentez yetenekleri ve yüksek protein içerikleri ile dikkatleri üzerlerinde toplamaktadırlar.Mikro algler tatlı sularda, sentetik besiyerinde kolay ürerler. Üreme koşullarına bağlı olarak içerdikleri maddelerin oranı değişik olup %16-70 oranında protein içerirler.Yüksek protein içermeleri nedeniyle insan ve hayvan besini olarak kullanılmaktadırlar (6).

Alglerin besin olarak kullanılışı, oluşturdukları bazı sindirim sistemi bozukluklarından dolayı sınırlı olmakla beraber çeşitli besin maddelerine belirli oranlarda ilave edilerek tolere edilebilmektedir. Alg hücrelerinin buharda ısıtılarak, öğütülerek ya da üre ile işleme tabi tutularak parçalanması durumunda hücre içindeki protein serbest duruma geçebilir ve sindirilme oranı yükselebilir .

Kayıtlara göre tatlısu alglerinden *Spirulina maxima* Orta Afrika'da Çad Cumhuriyeti'nde ana besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında *Scenedesmus* ve *Chlorella* ile yapılan çeşitli çalışmalarda yapılan bir beslenme araştırmasında kişi başına günde 30gr. *Scenedesmus* 'un olumsuz etkisi olmadığı saptanmıştır.

Mitsuda (1967), Japonya'da yoğurtlara, dondurmalara ve benzeri besinlere *Chlorella*'dan elde edilen alg ürünü katılmakta olduğunu bildirmiştir (5).

Ayrıca yapılan hesaplara göre dünya okyanuslarının yıllık toplam mikroalg üretimi 550×10^9 ton kadardır ki bu miktarın tüm dünya nüfusuna eşit olarak bölünmesi

durumunda kişi başına 100 ton'dan fazla düşebilir. Buna göre de 10¹⁵ litre su içinde üretilebilecek alg miktarı, tüm dünyanın gereksinimi olan proteinleri karşılayabilir (2).

Mantarların (Fungus) THP Kaynağı Olarak Kullanılması

THP eldesi için kullanılan küfler, B grubu vitaminler açısından oldukça zengin olup protein içerikleri de %30-60 oranında değişir. Küflerin elde edilmeleri oldukça zahmetli ve pahalı olduğundan besin kaynağı olarak kullanılması önceleri düşünülmemişse de son yıllarda küflerin kullanımı ile THP üretimi konusunda önemli çalışmalar yapılmıştır.

Küflerden yararlanılarak yapılan protein üretiminin olumlu yönleri bu hücrelerin içerdikleri protein oranının yüksek olması, maya ve bakterilerden daha düşük oranlarda nükleik asit içermeleri, miselyumlarının varlığı nedeniyle proteinin fermantasyon sıvılarından kolaylıkla ayrılabilmesidir. Küflerden elde edilen proteinin fiziksel özellikleri tüketici tarafından rahat kabul edici niteliktedir ve bunlar geleneksel olarak çeşitli yörelerde kullanılmaktadır.

1920'li yıllarda Pringsheim Metichtenstein inorganik azotlu gübre içeren saman üzerinde ürettiği *Aspergillus fumigatus* ile ilk olarak hayvanlarda beslenme deneyleri yapmıştır. Günümüzde THP elde edilmesi çalışmalarında *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Rhizopus* ve *Geotrichum* türlerinin miselyumlarından yararlanılmaktadır (5).

Şapkalı mantarlarda yüzyıllardan beri beslenmede kullanılmaktadır. *Agaricus compestris* (yemeklik mantar) buna örnek verilebilir (2). Besin olarak doğadan toplanıp yenmesine ve bazılarının da kültürü yapılmasına rağmen şapkalı mantarların dünyada ortaya çıkan protein açığına bir çözüm olması düşünülemez. Fakat batık kültürde üretilecek şapkalı mantar miselyumlarının bu konuda oldukça ümit vaat ettiği bir gerçektir (7).

Mayaların Tek Hücre Proteini (THP) Kaynağı Olarak Kullanılması

Yıllardan beri tarım alanında hayvan yemi olarak mayaların kullanıldığı bilinmektedir. Yalnızca içerdikleri B vitamininden yararlanmak amacıyla güden bu uygulamalarda yem içine ilave edilen maya oranı oldukça düşüktür. Ancak yüksek protein içerdikleri saptandıktan sonra mayaların protein kaynağı olarak kullanımına ait çalışmalar yoğunlaşmıştır. Genel olarak bileşiminde %50'den fazla protein içeren mayaların yalnız hayvanlar için değil, insanlar için de zengin protein kaynağı olduğu deneylerle kanıtlanmıştır.

Mayaların üretiminde melas, patates nişastası, şeker, kuagüle olmuş sütün sıvı kısmı, meyve posaları, sülfat sarısı, bira ve kağıt endüstrisinin atık maddeleri, gazyağı, saf hidrokarbonlar, peynir altı suyu, odun şekeri mayası ve petrol ürünleri substrat olarak kullanılmıştır. THP kaynağı olarak da başlıca kullanılan mayalar : *S. cerevisiae*, *S. fragilis*, *S. pasteurianus*, *Torulopsis utilis*, *Brettanomyces* 'ler, *Candida tropicalis*, *C. utilis*, *C. lipolytica*, *C. maltosa* ve *C. intermedia* 'dir. Buna karşın

ekonomisi en iyi olan *Torula* mayası, *Torulopsis* veya *Candida utilis* olarak bilinen mayadır (3).

Torula cinsi mayaların içerdiği protein miktarı süttozunun yaklaşık iki mislidir. Yağ ve karbonhidrat oranı ise daha düşüktür. B₁₂ vitamini dışında içerdiği tüm vitaminlerin oranı ise daha fazladır. Ayrıca *Torula* cinsi mayalardan elde edilen proteinin aminoasit içeriği düşük metiyonin oranı dışında referans proteinin oranı ile uyum gösterir (5).

Maya eldesi, protein tamamlayıcısı olarak, ekmeklere, unlara katılarak verilmektedir. I. ve II. Dünya Savaşları sırasında Almanlar ve Ruslar kuru mayaları insan besini olarak kullanmışlar, sadece II. Dünya Savaşı yıllarında Almanlar her yıl insan besinlerine 16.000 ton kadar *Torula* katmışlardır. A.B.D.'de birçok besin maddelerine, özellikle bebeklerle küçük çocukların beslenmesinde yararlanılan besinlere yılda birkaç milyon pound (1pound = libre= 454 g.) *Torula* eklemektedirler (2).

Genelde de ticarete kullanılan maya "*Torula* Mayası" olarak bilinen, genelde adı *Torulopsis utilis* olarak geçen *Candida utilis*' in bir ırkıdır. Mayalar besin olarak kullanılmadan önce kurutulur. Kurutulmuş maya ölmüştür. Kurutmanın besin değeri üzerinde herhangi bir sakıncası olmadığı gibi maya proteinin yapısında meydana gelen değişiklikler insan organizması tarafından daha kolay değerlendirilmesi ve daha kolay absorbe edilebilmesini sağlar. Besin maddesi olarak kullanılan kuru mayanın bileşimi şöyledir:

Ham protein	%45-60
Karbonhidrat	%25-35
Ham yağ	%4-7
Kül	%6-9
Su	%6-10

Kuru maya insanın günlük besin maddelerine vitamin miktarını artırmak maksadıyla da doğrudan doğruya katılabilir. Çünkü maya vitaminleri bakımından insanın günlük besin maddelerine nazaran daha zengindir. Mayanın insan vitamin ihtiyacını ne oranda karşıladığı Tablo 1 'de verilmiştir.

Tablo 1. 5 g kuru maya alındığında karşılanan vitaminler (4)

Vitamin	Miktar	Karşılanan Günlük İhtiyaç, %
Vitamin B ₁	300 I.E	100
Vitamin B ₂	0,09 - 0,15 mg	10-15

Kuru maya besin maddelerine vitaminin yanında, protein, mineral madde, yağ ve glutatyon gibi fizyolojik önemi olan diğer maddelerce zenginleştirmek ve bu surette o besin maddesinin değerini artırmak maksadıyla katılır.

Kuru maya, fazla miktarda B grubu vitaminleri, protein, mineral tuzları vb. besin maddeleri ihtiva ettiğinden dolayı sanatoryumlarda, evlerde, kantinlerde ve lokantalarda mayanın kullanılması tavsiye edilmektedir. 1932-34 senelerinde sanatoryumlarda yapılan incelemelerde günde 5-10 gr kuru maya verilen hastalarda

durumun daha iyiye gittiği görülmüştür. Ancak İsviçre'de kışlada yapılan denemelerde de olumsuz sonuç alındığı ve sindirim bozukluklarına neden olduğu görülmüştür. Bundan sonra da insan başına her gün 5 g kuru maya katılmasına karar verilmiştir. Birçok maya preparatının hazırlanışı da bir fabrika sırrı olarak saklanmaktadır.

Kuru maya dışında maya ekstraktı da beslenme bakımından büyük öneme sahiptir. Maya ekstraktı, yoğun hale getirilmiş maya muhteviyatıdır. Bugün piyasada satılmakta olan maya ekstraktlarının bileşimleri birbirinden çok farklıdır. Çünkü kullanılan hammaddeler farklıdır. Önceleri tamamen bira mayası kullanılırken bugün kağıt endüstrisi atıklarında yetiştirilen mayalardan bu ekstrakt elde edilmektedir.

Maya ekstraktlarının kullanılış alanının gittikçe genişlemesi sadece besin muhteviyatından değil aynı zamanda aromalı oluşudur. Ekstraktın katıldığı yemekler daha lezzetli olur. Önceden de söylediğimiz gibi mayalar çok miktarda protein ihtiva ettiğinden, diğer hayvansal ve bitkisel proteinler gibi yemeklerde kullanılan çeşni maddelerinin üretiminde hammadde olarak kullanılabilir. Mayalardan yemeklerde kullanılan çeşni maddeleri elde etmek için ya *Torulopsis* ya şerbetçiotunun acılığı giderilmiş bira mayası ya da ekmek mayası kullanılır (4).

Maya besini kümes hayvanları, sıçan, köpek ve insanların beslenmesinde de tek protein kaynağı olarak geniş çapta incelenmiştir. Diyetlerine %30-40 oranında bira mayası proteini katılarak sıçanlarda normal büyüme gözlenmiş, hiçbir bozukluk saptanmamıştır. Ancak aminoasit oranının düşük olması nedeniyle beslenme değerinin umulandan düşük olduğu görülmüştür. İnsanların maya proteininden günde 15 gr. dan fazla yemesi halinde hafif sindirim bozuklukları görüldüğünün bildirilmesine karşın, diğer bazı araştırmacılar gönüllülerde yaptıkları denemeler sonucunda günde 3 kez 85 gr. maya proteinin hiçbir fizyolojik bozukluğa yol açmadığını saptamışlardır (5).

Bakterilerin Tek Hücre Protein Kaynağı Olarak Kullanılması

Birçok bakteri çok çeşitli substratlar üzerinde bol, kolay ve ucuza üretilebilirler (8). Aynı zamanda çok sayıda patojen olmayan tür içermeleri, diğer mikroorganizmalar tarafından metabolize edilemeyen çeşitli substratları karbon ve enerji kaynağı olarak kullanmaları ve diğer mikroorganizmalara oranla süratle çoğalmaları bakımından ilgi çekicidir. Bazı türlerde protein miktarı kuru ağırlığın %70' ine kadar çıkan ve zengin aminoasit bileşimleri vardır. Bazıları da kükürtlü aminoasitleri içerir (5). Proteinleri tüm temel aminoasitleri içerir. Metiyonin içerikleri maya ve alglerdekinden daha fazladır. Lizin miktarları ise biraz düşüktür. En önemli sakıncaları da mayalar gibi yüksek oranda nükleik asit içermeleridir. Tek hücre proteinin üretimi için denenen bazı bakteriler şöyle gruplandırılabilir:

- Topraktaki azotu bağlayabilenler (Örneğin *Azotobacter*'ler)
- Havadaki N₂ 'yi kullanabilenler (*Aeromonas*'lar ,*Rhizobium*'lar, *Colstridium*'lar)
- Metanı kullanabilenler (*Methanomonas*'lar , *Pseudomonas*'lar)
- Metanol'de üreyebilenler (*Methylomonas*' lar)
- Alkanlar üzerinde üreyebilenler (*Acinetobacter*'ler)
- Petrol parafini üzerinde üreyebilenler (*Pseudomonas*' lar)

Bakterilerden THP eldesinde, deneysel olarak en yoğun çalışmalar bazı *Pseudomonas* türleri üzerinde yapılmaktadır. Deneysel çalışmaların yanısıra, günümüzde bakteriler endüstriyel düzeyde THP üretiminde de kullanılmaktadır. Örneğin, ICI şirketi *Methylophilus methylotropha* olarak bilinen bakteriyi, metandan veya petrolden elde edilen metanol üzerinde üretimini sağlamıştır. Elde ettikleri bu THP'ye de Pruteen adı vererek satışa sunmuştur (3, 5, 8).

ESSO ve Nestlé firmaları da 1965'ten beri alkanlar ya da etanol üzerinde üreyebilen *Acinetobacter cerificans* üzerinde çalışmalar yaparken, Exxon ve Nestlé tarafından da etanolü kullanan *Acinetobacter calcoaceticus* üzerinde projeler geliştirilmektedir (3, 8).

Bakterilerden direkt besin olarak insanlara verilmesi şimdilik düşünülmemekle beraber hayvanlar üzerinde denemeler yapılmaktadır. Bu denemelerden bazıları bakteri hücrelerinin hayvanlar için çok iyi bir protein tamamlayıcısı olduğunu göstermiştir (8). Örneğin *E.coli* kaynaklı THP'nin kümes hayvanları için kullanılabilirliği, buna karşın *Hydrogenomonas eutropa*, *Aerobacter aerogenes* gibi bakterilerden hazırlanan proteinlerin ise insanlarda sindirim bozuklukları ve alerjilere neden oldukları saptanmıştır. Bakterilerde yeteri oranda protein bulunmasına karşı metabolizmayı olumsuz yönde etkileyen etmenler, nükleik asit içermesi ve fermantasyon sonucunda ürünün ortamdan ayrılmasındaki güçlüklerdir. Bu nedenle THP elde edilmesinde bakteriler henüz laboratuvar araştırmaları dışında kullanılmamaktadır (5).

THP'nin Besin Olarak Değerlendirilmesi

Çeşitli substratlar üzerinde üretildikten sonra pürifiye edilmiş THP'lerin bileşimi konusunda çok sayıda analiz ve deneyler yapılmıştır. Bu incelemelerden bir örnek olarak çeşitli kaynaklardan elde edilmiş THP bileşimleri Tablo 2 'de verilmiştir (9).

THP'nin bileşimleri konusunda en fazla mayalar üzerinde durulmaktadır. Bakteri, küf ve alglerden elde edilen çalışmalar daha az ve yetersizdir. Maya proteinlerinin hazım ve emilimleri %80-90 arasındadır. Hücre zarı parçalandığı zaman protein hazmı artmaktadır. Ayrıca maya proteinlerini insan vücudunda kullanılma oranı %40-68 arasındadır. Maya proteininde esansiyel aminoasitlerden kükürt içerenler, yani metiyonin ve sistin yeteri miktarda bulunmamaktadır. Bu aminoasitler protein değerinin düşmesine neden olmaktadır. Maya proteini metiyonine ilave edilerek takviye edildiği zaman proteinin biyolojik değeri yükselmektedir. Mayalarda lizin miktarı çok fazladır. Maya proteini tahıllar ile (buğday, pirinç) karıştırılarak daha yüksek protein içeren değerli bir gıda karışımı elde edilebilmektedir.

Diğer mikroorganizmalardan elde edilen proteinlerin besin değeri ile ilgili olarak da bazı yayınlarda bilgiler verilmektedir. Yong ve ark. *Pseudomonas* hücrelerinde elde ettikleri THP'nin net protein kullanma değerinin FAO proteinine benzer olduğunu bildirmektedirler. Schlingmann ve Präue bakteri, maya ve küflerden elde ettikleri THP karışımlarının protein değerinin kazeine eşit olduğunu saptamışlardır (9).

Tablo 2. Çeşitli THP Bileşimleri (9)

Besinler	Maya (Toprina L1)	Maya (Toprina G1)	Bakteri (Protein)	Fungal (Protein)
Kül (%)	7,5	6,0	11,5	20,0
Organik Madde (%)	87,0	89,5	85,4	84,5
Nitrojen	10,6	9,6	12,5	5,1
Ham Protein (Nx6,25) (%)	66,2	60,0	78,1	31,8
Aminoasit N	53,2	47,0	57,6	21,6
Non Protein	13,0	13,0	20,5	10,2
Ham Yağ	1,0	9,0	4,9	4,8
Ham Lif	---	---	---	28,0

Diğer taraftan Ömeroğlu 'nun peynir suyu, zeytin karasuyu ve vinas'da üretilen mikroorganizmaların aminoasitlerini belirlemek için yaptığı çalışmalarda metionin FAO referans değerinden daha düşük çıkmıştır. Bunlardan başka daha birçok çalışmanın sonucunda genelde olumlu veriler elde edilmiştir. Bu çalışmalardan da görüleceği gibi THP'nin yetersiz oldukları aminoasitlerce zenginleştirilmesi genellikle daha iyi verim alınmasına katkıda bulunmaktadır. Ancak bu zenginleştirme işlemi THP'nin maliyetini etkilemektedir (10).

Tablo 3. Torula ve Bira Mayası İle Kazein, Yumurta Proteini ve FAO Örnek Protein Aminoasit İçerikleri (mg/gN) (9)

Amino asit İçerikleri	Torula Mayası	Bira Mayası	Kazein	Yumurta Proteini	FAO Örnek Proteini
Tryptophan	86	96	84	103	60
Threonine	31	318	269	311	250
Isoleucine	449	324	412	415	20
Leucine	501	436	632	550	440
Lysine	493	446	504	400	340
Total S içeren a.a. (Meth., Cyst.)	153	187	218	342	220
Phgnylaline	319	257	339	361	180
Valine	392	368	465	464	310

THP'nin Tüketimini Etkileyen Etmenler

Dünyada 1970'lerden beri besin stoklarının eksikliği kendini çok açık şekilde kendini gösterdiğinden bunu gidermede THP önem kazanmıştır. THP'nin de insan ve hayvan beslenmesinde kullanılabilirliği üzerine bilgiler vardır. Ancak yiyecek olarak kullanılan her mikroorganizmada bazı problemler mevcuttur. Bunlar:

- Besin niteliği: Başlıca protein, vitamin ve mineral içeriği tartışılmıştır.
- Lezzeti ve sindirim imkanı: Bakteri ve alg gibi mikrobiyal kitlelerin bazılarında bu problem vardır. İnsan için, THP'nin lezzeti çok sayıda denemeler sonucu ölçülmesine rağmen olumsuz sonuçlar elde edilmiştir. *S.cerevisiae* ve *C.utilis*' in bu açıdan insan

yapısına daha uygun olduğu şüphe götürmezdir. Maya proteinlerinin hazım ve emilmeleri de %80-90 arasında olmasına karşın 1947'de Goyco ve Asenjo, Puerto Rico'da günde 15gr. *C.utilis* alan deneklerde gastro-intestinal bozukluklar olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer bir rapora göre de *Aerobacter aerogenes* veya *Hydrogenomonas eutropha* kullanıldığında mide bulantısı, kusma ve ishal ortaya çıkmıştır. Buna karşı sağlıklı bir insan için günde 2gr. mikrobiyal biomasın uygun olduğu belirtilmiştir.

-Toksik bileşiklerinden ayırma: Birkaç yıl önce (1960'lar) Birleşmiş Milletler yeni protein kaynaklarının araştırılması için PROTEIN ADVISORY GROUP (PAG) 'u kurdu. Rus asıllı A.A. Pokrovsky' nin idaresi altındaki bu grubun tüzüğünde ilk problemlerden biri mikrobiyal hücre materyalinden oluşan kütlenin nükleik asit içeriğiydi. Bu problem 1967'de Massachusetts' de THP üzerine yapılan toplantıda tartışıldı. Bu problem, nükleik asitin pankreatik sıvıdaki nükleazlar tarafından hidrolize olmasıyla ortaya çıkmıştır. Hidrolize ürünlerde intestinal enzimler tarafından parçalanır.

Yüksek düzeyde nükleik asit içeren protein kaynakları, öncelikle kanda ürik asitin artmasına sebep olur. Buda eklemlerde ürik asit birikimine ve guta benzer semptomlara sebep olur (3).

Ayrıca toksik özelliklerinin insan ve hayvanlarda;

-Allerjik etkisi (akut ve kronik toksisite)

-Üreme yeteneği üzerine etkisi

-Teratojenik olup olmadığı

-Karsinojenik etkisinin olup olmadığı

-Yaşam süresine etki durumu olup olmadığı hakkında halen kesin sonuçlar alınmamıştır (9). Ancak insan ve hayvanlarda yapılan çalışmalarda olumlu verilerin yanında olumsuz olarak sayılabilecek sindirim bozuklukları, el içi ve ayak tabanlarında buruşma, soyulma, ödem, deride döküntüler, ekstremitelerde ağrıları, atrit, gut ve böbrek taşları oluşumu, patolojik bir takım değişiklikler gözlenmiştir (8).

THP'nin toksisitesinin iki nedenle olabileceği düşünülmektedir. Bunun biri bilindiği gibi nükleik asit miktarı olmakla beraber diğeri THP elde etmek için kullanılan substratların proteinden çok iyi bir şekilde ayrılamamış olmasıdır. Nükleik asit miktarını düşürmek için 5 yöntem kullanılmaktadır:

-Fermantasyon süresinde nükleik asit sentezini sınırlama

-Proteini izole ederken hidroliz ve ekstraksiyon yoluyla nükleik asit miktarını düşürmek.

-Kimyasal yollarla NaOH ve NH₄OH' la muamele ederek nükleik asit miktarını düşürmek.

-Eksojen enzimler kullanarak nükleik asit miktarını azaltmak.

-Endojen enzimler ile nükleik asiti azaltmak (3-9).

Bu tip yöntemler uygulanarak THP'nin beslenmeye uygun hale getirilmesi için birçok çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda görüldüğü gibi yüksek nükleik asit içeriği yukarıdaki yöntemler uygulanarak daha düşük düzeye indirilebilmektedir. Burada tek sorun ekonomik olup olmayacağıdır (11).

-Düşük üretim maliyeti: Hayvan yemi olarak mikrobiyal biomas üretiminin diğer protein kaynaklarıyla rekabet edebilmesi için düşük değerde üretilmesi gerekir (3).

THP üretiminde bugün ticari düzeyde ele alındığında üretimde kullanılan hammadde kaynakları üretim ekonomisi yönünden önemli bir yer tutmaktadır. Sanayi ve tarımsal atık ve artıkların THP üretiminde değerlendirilmeleri bugünkü dünya uygarlığının karşılaştığı iki temel soruna çözüm getirmektedir. Bunlardan birincisi atıkların kullanılarak ekonomik bir değer üretmesi, ikincisi ise bu atıkların yarattığı çevre kirliliği gibi sorunların bu şekilde ortadan kaldırılmış olmasıdır.

THP üretiminde bugün için ticari üretim ölçeğinde dikkatler daha çok petrol endüstrisi yan ürünleri olan hidrokarbonları hammadde kaynağı olarak kullanmayı hedef alan THP üretim süreçleri üzerinde toplanmış bulunmaktadır (12-13). Tablo 4' de organik atıkları elde edilen THP' lerin bu listesi verilmiştir.

Tablo 4. Organik Atıklar Kullanılarak Elde Edilen THP (14)

Endüstri	Substrat	Mikroorganizma	Son Ürün
Mandıra	Laktoz	<i>S. fragilis</i> <i>Trichospora cutaneum</i> <i>Candida curvata</i> <i>Kluyveromyces fragilis</i>	THP, etanol THP THP, şarap, sirke
Gıda Üretimi Hububat ve Şeker	Karışık karbonhidrat Sukroz veya glukoz Sakkaroz, glukoz, fruktoz, rafinoz Nişasta	<i>C. quilliermandi</i> <i>Debaryomyces kloeckeri</i> <i>Hansenula anomalc</i> <i>S. cerevisiae</i> <i>C. utilis</i> <i>S. cerevisiae</i> <i>C. utilis</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Caphalosporium sp.</i> <i>Rhizopus sp.</i> <i>Penicillium sp.</i>	THP THP THP THP THP THP, maya THP, maya THP, glukoz THP THP THP
Meyve ve Sebze	Karışık karbonhidrat ve laktik asit	<i>S. cerevisiae</i> <i>K. fragilis</i> <i>C. utilis</i>	THP
Et	Karışık karbonhidrat, kollojen	<i>Neurospora sp.</i> <i>Bacillus megaterium</i>	THP
Bira Fabrikası	İndirgenmiş şekerler	<i>A. niger, C. utilis, S. cerevisiae,</i> <i>A. bisporus, M. esculenta,</i> <i>Rhodotorula glutinis</i>	THP
Kağıt Hamuru ve Kağıt	Selüloz	<i>Cellulomonas sp.</i> <i>Trichoderma viridae</i> <i>S. cerevisiae</i>	THP THP, etanol
Tarım	Selüloz ve hemiselüloz	<i>Chaetominum cellulolyticum</i>	THP

Teknik ve fizyolojik açıdan THP üretiminde kullanılacak mikroorganizmalarda aranan özellikler tablo 5 'de belirtilmiştir.

Tablo 5. THP üretiminde kullanılacak mikroorganizmalarda aranan özellikler (2)

	Teknik Bakımdan	Fizyolojik Bakımdan
1	Hızlı üreme	Son ürünün toksik olmayışı
2	Besiyerinin basit oluşu	Lezzetli oluşu
3	Kontaminasyondan arı oluşu	Yüksek oranda sindirilebilmesi
4	Üremenin süspansiyon halinde oluşu	Yüksek derecede besleyici olması
5	Kültürden kolay ayrılması	Protein, yağ içeriğinin yüksek kalitede oluşu
6	Atılabilir atıklar oluşturması	
7	Enerji kaynaklarının etkili kullanımı	
8	Genetik değişime yetenekli oluşu	

THP Elde Edilmesinde Yapılmış Bazı Çalışmalar

Atık maddelerin değerlendirilmesi ve bazı endüstri atıklarında THP elde edilmesi konusunda derlediğimiz bazı çalışmalar şunlardır:

Tusé ve ark. (1985) tarafından pirinç kabuklarının (çöplerinin) asit hidrolizatlarında yetiştirdikleri *C.utilis*'i hayvanlar üzerine uygulamışlardır. Çalışma sonunda en çok dikkati çeken karaciğerde yağ miktarında değişiklikler olmasıdır. Karaciğerde yağların bozulumu söz konusu olmuştur. Böbreklerde az miktarda proksimal sarmal tübüllerinin hücrelerinde görülmüş, hayvanların ağırlıklarında da azalma gözlenmiştir (14).

Goldberg (1985), bakterilerle methanolden THP üretimi üzerine bir değerlendirme yapmıştır (15). Nyesté ve ark. (1985) bu şekilde oluşturulan biomass ürünü üzerine kinetik çalışmalar yaparak endüstriyel düzeyde değerlendirmeler yapmışlardır (16).

Davy ve ark. (1985) karbonhidrat atıklarından mayanın üretimi üzerine araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada ilk olarak Bioceleratör tesisatının kuruluşunu ve ekonomik, ticari düzeyde değerlendirmesini vermişlerdir (17).

Kamikubo ve ark. (1985) selülozdan THP üretimini araştırmışlardır. Enzimatik parçalanmayla selülozdan elde edilen şekerle *C. utilis* ve *S. cerevisiae* 'nin üretimine çalışılmış ve enzimatik selülozun ayrışmasıyla elde edilen şekerli ortamda iyi bir üreme gözlenmiştir (18).

Ebbinghaus ve ark. (1985) THP üretimi için metanolden faydalanmışlardır. Metilotrofik bakterilerde iki farklı asimilasyon yolu bilinmektedir. Biri serine yolu, diğeri ribüloz monofosfat (RMP) yoludur. Araştırmacılar RMP yolunu kullanan Norprotein (*Methyomonas methanolica*) kullanmışlar ve ticari açıdan değerlendirmesini yapmışlardır (19).

Chahal (1989), zengin protein içeriği olduğu saptanan *Pleurotus sajor-caju*'yu mısır atıklarında (koçanı, samanları) üretmeyi başarmış ve sonuçta %49 protein biomass elde etmişlerdir (20).

Sammán ve ark. (1993), THP işlemleri boyunca değişen proteini izlemek için 28-h metodu üzerine çalışmışlardır. Mayalardan *T. utilis* ve *Saccharomycopsis lipolytica* kullanmışlar, bunları zeytinyağı ve alkol fabrikaları atıklarında yetiştirmişlerdir. 28-h metoduyla besin değerinin izlenmesinde *T. utilis* 'de methionin ve lizin aminoasitleri ilavesi ile çok iyi sonuçlar vermiştir (21).

Moreno ve ark. (1991), THP'deki toksik etki yapan nükleik asit miktarının indirgenmesi için çalışma yapmışlar, DNA ve RNA hidrolizasyonu için bir endonükleaz olan immobilize benzonaz kullanmışlardır. Maya olarak da *S. cerevisiae* kullanmışlardır. Sonuçta immobilize benzonazın enzimatik aktivitesini diğer doğal enzimlerden (RNAaz, DNAaz gibi) daha etkili olduğunu göstermişler ve %53 RNA ile %94 DNA hidrolizasyonunu başarmışlardır (22).

Sandhu ve ark. (1983), 9 ayrı mayanın peyniraltı suyunda üreme durumlarını incelemişlerdir. Bu mayaların peyniraltı suyunu kullanabilmeleri, laktozu parçalayabilen β -galaktosidaz enzimi içermelerine bağlıdır. Sonuçta en iyi üreyen mayalar *Brettanomyces anomalus* ve *K. fragilis*'dir (23).

Kiessling ve ark. (1993), gökkuşağı alabalığında iki bakteri türüne ait THP'nin besin değerini incelemişlerdir. Çalışma *Brevibacterium lactofermentum* (PL) ve *Bacterium glutamicum* (PR) bakterileriyle yapılmıştır. Sonuçlara göre de PR'nin PL'den daha az besleyici olduğu, PR'nin balıkta toksik veya besleyici olmayan etkisi görülmüştür (24).

Assem ve ark. (1991), hemiselülozu kullanabilen 10 tür mikroorganizma üzerinde çalışarak yüksek biomass eldesine çalışmışlar ve sonuçta *Aspergillus terreus* 'dan pirinç siyah liköründe %41-42 biomass ve %9,58 protein içeriği elde edebilmişlerdir (25).

Enwefa ve ark. (1992), tropikal bir meyva olan pawpaw'ın pulp extractından THP üretimini ve bunu etkileyen etmenleri araştırmışlardır. Burada kullanılan maya *C. utilis*'tir. Kullanılan mayanın boyutları, agitasyon hızı ve nitrojen kaynağı etkileri incelenmiş ve tamamının üretimde etkisi tespit edilmiştir (26).

Gadgoli ve ark. (1991), tarafından Musa paradisiaca kabuklarından THP eldesi araştırılmıştır. Bunun için 7 ayrı maya kullanılmıştır. Elde edilen biomass'ların protein ve nükleik asit içerikleri araştırılmıştır. *Saccharomyces spp.*'ler için çalkalamalı ortamda protein içeriği %18,3 (w/w), nükleik asit içeriği DNA %1,52, RNA %9,812 (w/w) bulunmuştur (27).

Vaccarino ve ark. (1992), tarafından üzüm posasının THP üretiminde uygunluğu araştırılmış, ancak posanın asidik müdahaleden geçirilmesi gerekmiştir. Böylece lizin, hemiselüloz ve diğer polimerik kaynakların eritilmesi sağlanmış ve THP için uygun *T. viridae*'nin uygun olduğu görülmüştür (28).

Türkiye'de yapılmış bazı çalışmalar da şunlardır:

Özyurt (1979), zeytin suyundan üretilen mikrobiyal proteinin fareler ve sıçanlar üzerine etkisini araştırmıştır. THP kaynağı olarak *Aspergillus niger* kullanmıştır.

Patolojik sonuçlarına bakıldığında 3 farenin karaciğerinde küçük nekrozlar görülmüştür. Bu da olumsuz olarak değerlendirilmemektedir (29).

Karaboz ve Öner (1988), şapkaklı mantarlardan *Morchella conica* var. *costata*'nın batık kültürde üretilmesi ve bunun THP olarak değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Sonuçta kurutulmuş miselyumun toplam protein, yağ ve kül içeriğinin sırasıyla %30,78, %1,78 ve %13,1 olduğu görülmüştür. Batık kültür çalışmalarında substrat olarak Türkiye'de oldukça bol bulunan bir endüstri atığı olan melas kullanılmıştır (7).

Karapınar (1984), portakal artığının karbon kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermiştir. 4 tür maya üretilmiş ve *C.utilis* en yüksek protein sentezini sağlamıştır. *C. utilis* 'te protein %29,62, *S. cerevisiae* 'de %25'tir (30).

Güven ve Cansunar (1983), atık sülfid liköründe THP üretimi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada *Candida tropicalis ceppo* kullanılmıştır. Bu maya üzerine fizyolojik koşulların etkisi incelenmiş ve sülfid likörünün kirlilik yükü azaltılmaya çalışılmıştır. Sonuçta KOI yükü %34, BOI (Biyolojik oksijen istemi) %28,6 oranında azaltılmıştır (31).

Özyurt (1977), zeytin suyundan hazırlanan vasatlarda çeşitli mikroorganizmaların gelişimi araştırılmıştır. Fermentasyonda kule fermentörünü kullanmıştır. Bu yöntemle en iyi üretim *A. niger* 'de görülmüştür. Bu yöntemin ekonomik açıdan avantajlar sağlayacağı belirtilmiştir (32).

Sırma (1985), ince kapaktan tek hücre proteini eldesi üzerine çalışmıştır. Araştırmada kullanılan maya *Saccharomyces cerevisiae* 'dir. Yapılan hidrolizotlar sonucu üzerine durumları karşılaştırılmış ve *S. cerevisiae* 'de aminoasit analizleri verilmiştir (33).

İnanç (1994), *Scenedesmus spp.*'in yetiştirilmesi ve izolasyonu üzerine çalışmıştır. *Scenedesmus* dünyanın çeşitli bölgelerinde besin olarak kullanıldığı için THP kaynağı olarak önemli bir algdir (34).

Beyatlı ve Aslım (1990), peyniraltı suyunda *Kluyveromyces lactis* ve *C. tropicalis* mayalarının yetiştirilmesine çalışmıştır. Karışık kültürdeki üreme miktarı tek kültürdekiyle kıyaslandığında çok önemli fark görülmemiştir (35).

Çelikel (1975), peyniraltı suyunun besiyeri olarak kullanılmasını araştırmış, agar olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir (36).

Algur ve Gökalp (1991), THP üretimini etkileyen bazı fermentasyon parametrelerini araştırmıştır. Çalışmada *Rhizopus arrhizus* ve *Actinomucor elegans* türleri kullanılmıştır. Üremede denenen parametreler pH, sıcaklık, vinas konsantrasyonu, bazı inorganik tuzlar ((NH₄)₂, HPO₄, KH₂PO₄ ve MgSO₄) ve çalkalama hızıdır (37).

Kaya (1993), portakal, mandalina, elma kabukları ve üzüm küspesi ile hazırlanan besi ortamlarında THP üretimini başarmıştır (1).

Aksöz ve ark. (1989), bazı gıda endüstrisi atık ve artıklarını kullanarak elde edilen *Gibberella fujikuroi* 'nin hayvan yemlerine THP olarak katılıp katılmayacağını araştırmışlardır. Sonuç olarak fungus içeren diyetle beslenen farelerde anomalilerin

oluşması nedeniyle *G. fujikuroi* ' nin THP olarak kullanılamayacağına işaret edilmiştir (38).

Kaynaklar

- 1- Kaya, T., Bazı meyve atıklarının biyoteknolojik olarak değerlendirilmesi, G.Ü. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi, 1993
- 2- Akman, M., "Tek hücre protein, Genel bilgi, THP' nin üstünlükleri, alg, mantar ve mayaların bu amaçla kullanılışı", Mikrob. Bült., 14: 141-155, 1980
- 3- Rose, A.H., Economic Microbiology, Microbial Biomass, School of Biological Sciences University of Bath, England, 1979
- 4- Pamir, H., "Endüstriyel mikrobiyolojinin çevre kirlenmesinin kontrolüne katkısı", Gıda Dergisi, Sayı:6, 1981
- 5- Çetin, E.T., Endüstriyel Mikrobiyoloji, İstanbul Tıp Fak. Vakfı- Bayda Yayını, 1. Baskı, 1983
- 6- Ötük, G. ve Johansson, C., Alglerden tek hücre proteini eldesi, Simpozyum 3, KÜKEM, 1980
- 7- Karaboz, İ. ve Öner, M., "Batık kültürde üretilen *Morchella conica* var. *costata* Vent. miselyumunun kimyasal yapısı ve THP olarak değerlendirilmesi", Doğa Tu. Biolog., 1988
- 8- Akman, M., "THP (II. Elde edilmişinde bakterilerin kullanılışı, THP'nin bazı sakıncaları ve yurdumuzda yapılan çalışmalar)", Mikrob. Bült., 14, 241- 249, 1980b
- 9- Köksal, O., "THP'nin insan beslenmesinde kullanılması", Gıda Dergisi, Sayı:4, 1980
- 10- Özyurt, M., "THP'nin aminoasitlerle zenginleştirilmesi", KÜKEM, 1980
- 11- Özyurt, M., "Mikrobiyal proteinlerin yüksek düzeydeki nükleik asitleri azaltma yöntemleri", Gıda Derg., Sayı: 3, Sayfa:51-52, 1980
- 12- Kolankaya, N., Artık maddelerin değerlendirilmesi ile THP üretimi, Simpozyum 3, KÜKEM, 1980
- 13- Kolankaya, N., Kaytan, G., Sellülozlu tarım ürünü artıklarının enzimatik sakkarifikasyonu ve THP üretimi, TÜBİTAK, Proje no: TOAG-259, 1976
- 14- Tuse, D., Russel, L.A. and Hsieh, D.P.H., "Nutritional and toxicological evaluation of SCP produced from an environmental waste", Advances in Biotechnology, Vol.II, Fuels, Chemical, Foods and Waste, 1985
- 15- Goldberg, I., "Single cell protein (SCP) from methanol by bacteria: Microbiological and engineering process aspect", Advances in Biotechnology, Vol.II, Fuels, Chemical, Foods and Waste, 1985
- 16- Nyeste, L. et al., "Biomass production from methanol by means of a bacterium 1.kinetic studies", Advances in Biotechnology, Vol.II, Fuels, Chemical, Foods and Waste, 1985
- 17- Davy, C.A.E., Wilson, D. and Lyon, J.C.M., "Commercial production of feed yeast from methanol by bacteria", Advances in Biotechnology, Vol.II, Fuels, Chemical, Foods and Waste, 1985
- 18- Kamikubo, T. et al., "Production of SCP from waste cellulose", Advances in Biotechnology, Vol.II, Fuels, Chemical, Foods and Waste, 1985
- 19- Ebbinghaus, M.E., Lindblom, M., Production of Single Cell Protein from methanol by bacteria", Advances in Biotechnology, Vol.II, Fuels, Chemical, Foods and Waste, 1985

- 20- Chahal, D.S., "Production of protein-rich mycelial biomass of mushroom, *Pleurotus sajor-caju*, on corn stover", Journal of Fermentation and Bioengineering, Vol: 68, No: 5, 334-338, 1989
- 21- Samman, N. et al., "Application of a 28.h method for monitoring nutritional protein quality changes during SCP processing", J. Agric. Food Chemical., 41, 57-60, 1993
- 22- Moreno, J.M. et al., "Hydrolysis of nucleic acids in SCP concentrates using immobilized benzonase", Applied Biochem. and Biotech., Vol:31, 43-51, 1991
- 23- Sandhu, D.K. and Waraich, M.K., "Conversion of cheese whey to SCP", Biotechnology and Bioengineering, Vol: XXV, pp. 797-808, 1983
- 24- Kiessling, A. and Askbrandt, "Nutritive value of two bacterial strains of SCP for rainbow trout", Aquaculture, 109, 119-130, 1993
- 25- Assem, M.H. et al., "Bioconversion of hemicelluloses of rice hull black liquor into Single Cell Protein", J. Chem. Tech. Biotechnol., 53, 147-152, 1992
- 26- Enwefa, C., Ayanru, D.K.G. and Obuekwe, C.O., "Factors in SCP from production pawpaw fruit pulp extract", Acta Biotechnol., Vol: 12, No:2,127-132, 1992
- 27- Gadgoli, C., Sarang, M.S. and Jolly, C.I., "SCP from the peels of *Musa paradisiaca*", Research and Industry, Vol: 37, pp. 18-20, 1992
- 28- Vaccarino, C. et. al., "Grape marc as a source of feedstuff after chemical treatments and fermentation with fungi", Bioresource Tech., 40, 35-41, 1992
- 29- Özyurt, M., "Zeytin suyundan üretilen mikrobiyal proteinin (*Aspergillus niger* M1) fareler ve sıçanlar üzerindeki etkisi", KÜKEM, 33-37, 1979
- 30- Karapınar, M., "Narenciye atıklarının maya proteini üretiminde substrat olarak kullanımı", Gıda Dergisi, Sayı:4, 1984
- 31- Güven, M., Cansunar, E., "Atık sülfid liköründe THP üretimi ve likörün kirlilik yükünün azaltılması", Mikrob. Bült., 23, 329-335, 1989
- 32- Özyurt, M., Kule fermentasyonu ile endüstriyel mikroorganizmaların zeytin suyunda üretimi, VI. Bilim Kongresi, Tarım Ormancılık Arş. Grubu Tebliği, Gıda ve Fermentasyon Teknolojisi Seksiyonu, TÜBİTAK, 1977b
- 33- Sırma, R.T., İnce kepekten THP üretimi üzerinde araştırmalar, Yüksek Müh. Tezi, TÜBİTAK, Proje No:TOAG-487, 1985
- 34- İnanç, A., *Scenedesmus* spp.' nin tatlı sulardan izolasyonu ve laboratuvar şartlarında üremesinin araştırılması, G.Ü. Yüksek lisans tezi, 1994
- 35- Beyatlı, Y., Aslım, B., "*Candida tropicalis* ve *Kluyveromyces lactis* mayalarının peynir altı suyunda üreme durumları", Cilt: 13, No: 12, Sayfa: 43-50, KÜKEM, 1990
- 36- Çelikel, E., "Peyniraltı suyunun besiyeri olarak kullanılışı", Mikrob. Bült., Cilt: 9, Sayı: 4, 1975
- 37- Algur, Ö.F., Gökalp, H.Y., "Biomass üretmek ve bod düşürmek amacıyla *R.arrhizus* ve *A.elegans* türlerinin vinas ortamında kesikli kültürle üretimi", Doğa Dergisi, Türk Biyo. Der., Vol:15, Sayı:3, 1991
- 38- Aksöz, N. ve diğerleri, Bazı gıda endüstrisi atık ve artıklarını kullanarak *Gibberella fujikuroi*'den giberellik asit ve Tek Hücre Proteini eldesi, TÜBİTAK, TOAG, Proje No:637, 1989