

***Citrullus vulgaris* Schrad. Atıklarından Tek Hücre Proteini Üretimi ve Üretim Optimizasyonu**

Elif ÇINKIR ve Metin DIĞRAK

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü-Kahramanmaraş
mdigrak@ksu.edu.tr

(Geliş/Received: 09.11.2015; Kabul/Accepted: 24.12.2015)

Özet

Bu çalışmada, *Citrullus vulgaris* Schrad. (Karpuz) atıklarından tek hücre proteini üretimi ve üretimin optimizasyonu araştırılmıştır. Karpuz suyuna aktive edilmiş maya hücreleri (*Candida utilis* ve *Saccharomyces cerevisiae*) aşılansarak Tek Hücre Proteini (THP) üretilmiştir. Karpuz suyu ilave edilen besin ortamında farklı konsantrasyon, sıcaklık, glukoz, fruktoz, sakkaroz ve pH'nın etkisi araştırılarak en uygun THP üretim şartları belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre; *S. cerevisiae* % 30 karpuz suyu içeren ortamda, *C. utilis* ise %20 oranında karpuz suyu içeren ortamda en iyi gelişmeyi göstermiştir. En uygun sıcaklığın *C. utilis* için 30 °C olduğu belirlenirken, *S. cerevisiae* için ise 25, 30 ve 35 °C'lerde benzer sonuçlar alınmıştır. Karbonhidratların THP üretimine etkisinin belirlenmesi için yapılan çalışmaların sonucunda *S. cerevisiae* için %1 glukoz, *C. utilis* için ise %2 glukoz içeren; *S. cerevisiae* için %2 fruktoz, *C. utilis* için %3 fruktoz; *S. cerevisiae* için %3 sakkaroz, *C. utilis*'in ise %2 sakkaroz içeren ortamların uygun olduğu tespit edilmiştir. En uygun pH'nın ise *S. cerevisiae* ve *C. utilis* için pH 6 olduğu ve bu ortamın THP üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tek Hücre Proteini, *Citrullus vulgaris*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*

Production of Single Cell Protein from Waste of *Citrullus vulgaris* Schrad. and the Optimization of Production

Abstract

In this study, the production of single cell protein from waste of *Citrullus vulgaris* Schrad. (Watermelon) and the optimization of production were investigated. Single Cell Protein (SCP) was produced by inoculation of activated yeast cells (*Candida utilis* and *Saccharomyces cerevisiae*) into watermelon juice. In nutrient medium with watermelon juice, the effect of different concentration, temperature, glucose, fructose, sucrose and pH was investigated, and the most appropriate SCP production terms were investigated. As a result of research: it is determined that *S. cerevisiae* exhibited the best growing in the medium including 30% of watermelon juice and *C. utilis* exhibited the best growing in the medium including 20% of watermelon juice. For *C. utilis*, the most appropriate temperature was 30 °C; for *S. cerevisiae*, the similar results were obtained at the temperatures (25, 30 and 35 °C) applied in the study. In the study showed what the effect of carbohydrates to SCP production was, it was determined that *S. cerevisiae* 1 %, *C. utilis* 2 % were appropriate in the medium including glucose; *S. cerevisiae* 2 %, *C. utilis* 3 % in the medium including fructose; and *S. cerevisiae* 3 %, *C. utilis* 2 % in the medium including sucrose. It was found that pH 6 was the most appropriate pH for *S. cerevisiae* and *C. utilis* and this pH was appropriate for SCP production.

Key Words: Single Cell Protein, *Citrullus vulgaris*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*

1.Giriş

Günümüzde; hızlı nüfus artışı kentleşme, sanayileşme, tarım alanlarının sınırlandırılması

ve ekolojik çevrenin tahrip edilmesi gibi pek çok etkenin besin kaynaklarını azalttığı, bunun sonucu olarak insanları alternatif besin kaynaklarını keşfetmeye yönelttiği

görülmektedir. Dünyanın pek çok ülkesinde, tarımsal ürünlerin hasadı ile sanayide işlenmesi sırasında oluşan; sebze ve meyve atıkları, vinas ve melas gibi pek çok atıkların ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu atıkların bir kısmı endüstriyel ürünlerin üretiminde değerlendirilmekte, çoğu değerlendirilmeden atılmakta ve önemli çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Tarımsal hasat sonucunda, değerlendirilemeyen veya kullanılmayan bu atıkların bertaraf edilmesi veya yakılması sonucu doğal çevre üzerinde büyük problemler oluştuğu görülmektedir [1]. Bütün bunlar göz önüne alındığında bazı atıkların, hayvanların beslenmesi amacıyla Tek Hücre Proteini (THP) üretiminde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Besin olarak mikroorganizmalardan elde edilen proteinlere önceleri Mikrop Proteini daha sonra bu isim Tek Hücre Proteini olarak değiştirilmiştir. Bununla birlikte Mikrobiyal Besin, Yem Mayası, Maya Proteini gibi özel anlamda isimler ve ticarete ise Toprina, Nar Protein vb. patent isimler kullanılmaktadır [2,3,4]. THP, gelecekte canlıların protein gereksinimlerinin karşılanmasında bazı üstünlüklere sahiptir [5]. Bunlar; tek hücreli canlılar oldukça yüksek oranlarda protein içerirler. Bu proteinler (esansiyel) aminoasitler bakımından zengin olup, biyolojik değerleri bitkisel proteinlerden yüksektir.

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 [1,7,8].

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

Mayaların 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.

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* 'dır [7]. Genelde ticarete kullanılan maya "Torula Mayası" olarak bilinen, genelde adı *Torulopsis utilis* olarak geçen *Candida utilis*' in bir suşudur [7].

Atık maddelerin değerlendirilmesi ve bazı endüstri atıklarında THP elde edilmesi konusunda yapılan çalışmalardan bazıları şu şekilde özetleyebiliriz. Tusé ve ark. [9] tarafından pirinç kabuklarının (çöplerinin) asit hidrolizatlarında yetiştirdikleri *C. utilis*' i yem olarak kullandıkları hayvanlar üzerinde bazı biyokimyasal değişimleri araştırmışlardır. Çalışma sonunda en çok dikkati çeken karaciğerdeki yağ miktarında azalmalar görülmüştür. Ayrıca, böbreklerde az miktarda proksimal sarmal tübüllerinin hücrelerinde etkileri görülmüş ve hayvanların ağırlıklarında da azalma olduğu tespit edilmiştir.

Davy ve ark. [10], karbonhidrat atıklarından maya hücrelerinin üretimi üzerine araştırma yapmışlardır. Çalışma sonucunda karbonhidrat içeren atıkların maya üretiminde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Kamikubo ve ark. [11] selülozdan THP üretimini araştırmışlardır. Enzimatik parçalanmayla selülozdan elde edilen şekerle *C. utilis* ve *S. cerevisiae*'nin üretimi üzerine çalışılmış ve enzimatik selülozun ayrışmasıyla elde edilen şekerli ortamda çok iyi bir üreme olduğu gözlenmiştir. Sandhu ve ark. [12], 9 ayrı mayanın peyniraltı suyunda üreme durumlarını incelemişlerdir. Bu mayaların peyniraltı suyunu kullanabilmeleri, laktozu parçalayabilen β -galaktosidaz enzimi içermelerine bağlı olduğunu ve ortamda en iyi üreyen mayanın *Brettanomyces anomalus* olduğunu bildirmişlerdir.

Gadgoli ve ark. [13] tarafından *Musa paradisiaca* kabuklarından THP eldesi araştırılmıştır. Bunun için 7 ayrı maya kullanılmıştır. Elde edilen biyomassların protein ve nükleik asit içerikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda *Saccharomyces* sp.'ler için çalkalamalı ortamda protein içeriği %18,3 (w/w), nükleik asit içeriği DNA %1,52, RNA %9,812 (w/w) bulunmuştur.

Vaccarino ve ark. [14], tarafından üzüm posasının THP üretiminde uygunluğu

araştırılmış, ancak posanın asidik muameleden geçirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Böylece lizin, hemiselüloz ve diğer polimerik bileşiklerin parçalanması sağlanmış ve hazırlanan ortamın *T. viridae*'nin gelişmesi için uygun olduğu görülmüştür. Karapınar [15], THP üretiminde portakal artığının karbon kaynağı, olarak kullanılabilceğini göstermiştir. Çalışmada 4 tür maya üretilmiş ve *C.utilis* en fazla protein sentezini sağlandığını belirtmişlerdir. *C utilis* 'te protein %29,62, *S. cerevisiae* 'de %25 olarak belirlenmiştir. Güven ve Cansunar [16] atık sülfite liköründe THP üretimi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada *Candida tropicalis ceppo 571* kullanılmıştır. Bu maya üzerine fizyolojik koşulların etkisi incelenmiş ve sülfite likörünün kirlilik yükü azaltılmaya çalışılmıştır. Sonuçta KOI yükü %34, BOI (Biyolojik oksijen istemi) %28,6 oranında azaltılmıştır.

Sırma [17]., ince kepeğin tek hücre proteini üretiminde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Çalışmada *Saccharomyces cerevisiae*'nin ince kepek substrat olarak kullanıldığında biyomas miktarının arttığını ve protein içeriğinin iyileştiğini belirlemişlerdir.

Beyatlı ve Aslım [18], peyniraltı suyunda *Kluyveromyces lactis* ve *C. tropicalis* mayalarının THP olarak geliştirilmesi üzerine çalışmıştır. Karışık kültürdeki üreme miktarı tek kültürdekiyle kıyaslandığında çok önemli fark görülmediğini tespit etmişlerdir (19).

Kaya [2], portakal, mandalina, elma kabukları ve üzüm küspesi ile hazırlanan besi ortamlarında THP üretimini başarmıştır. Aksöz ve ark. [19], bazı gıda endüstrisi atık ve artıklarını kullanarak elde edilen *Gibberella fujikuroi*'nin hayvan yemlerine THP olarak katılıp katılamayacağını araştırmışlardır. Sonuç olarak fungus içeren diyetle beslenen farelerde anomalilerin oluşması nedeniyle *G. fujikuroi*'nin THP olarak kullanılamayacağını belirtmiştir.

Ülkemizde yaygın olarak üretilen ve kısa sürede bozulduğu için depolama imkanı olmayan ihtiyaç fazlası Karpuz (*Citrullus vulgaris*) genellikle atılmakta ve önemli ölçüde çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu proje çalışmasında Karpuz ekstraktından yem mayası amaçlı THP (*Candida utilis* ve *Saccharomyces cerevisiae*) üretilenektir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgularla karpuz atıklarının ekonomik olarak değerlendirilmesi ve çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunulacaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1.Karpuz ve Mikroorganizma

Çalışmada kullandığımız karpuz (*Citrullus vulgaris* Schrad.) Kahramanmaraş piyasasından, *Candida utilis* ve *Saccharomyces cerevisiae* ise Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarı Kültür Koleksiyonundan temin edildi.

2.2.Metot

2.2.1. *Citrullus vulgaris* Ekstraktı

100 gr karpuzun kabukları soyularak Waring Blender ile 3000 devir/dak. hızında 2 dakika süre ile parçalandı. Hazırlanan ekstrakt kaba filtre kağıdı ile süzülükten sonra Membran Filtre ile (0.22 µm) sterilize edildi ve mayaların (*C.utilis* ve *S.cerevisiae*) geliştirilmesinde substrat olarak kullanıldı.

2.2.2. Hücrelerin aktivasyonu

Buzdolabında stok halde bulunan *C. utilis* ve *S. cerevisiae*, sabouraud dekstroz broth besiyerine aşılansarak 25°C de 24 saat süre ile aktivasyonu sağlandı. Aktive edilen maya hücreleri karpuz ekstraktı içeren ortama aşılandı.

2.2.3. Tek Hücre Proteini Üretimi

Karpuz suyundan THP üretimi için farklı konsantrasyonlarda (%10, 20, 30, 40, 50 ve 60) karpuz suyu içeren besin ortamı hazırlandı. Ayrıca kontrol amacı ile karpuz suyu içermeyen sadece saf su içeren ortam kullanıldı. Hazırlanan bu ortamlara aktivasyonu sağlanan *C. utilis* ve *S. cerevisiae* mayasından 0,1 ml (1.0x10⁸ adet/ml) aşılandı. Ekimi yapılan kültür ortamı 25°C de 72 saat süre ile inkübasyona bırakıldı.

Süre sonunda deney tüplerinde oluşan biyokütle, Tek Hücre Protein miktarının hesaplanması için 6000 devir/dakika süre ile 5 dakika süre ile santrifuj edilerek mayaların dibe çökmesi sağlandı. Deney tüplerinde oluşan süpernatant kısmı atılarak kalan biyokütle 3 defa yıkandı ve 60°C'de 18 saat süre ile kurutuldu ve hassas terazide tartılarak ağırlıkları miligram (mg) olarak hesaplandı. Çalışma üç paralel olarak yürütüldü ve ortalama değerleri alındı.

2.2.4. THP Üretim Optimizasyonu

THP en iyi üretim çalışma şartlarını belirme amacı ile bu çalışma yapıldı. Bunun karpuz suyu içeren ortama ilave edilip THP'nin en iyi üretim şartları belirlendi.

3. Bulgular

Karpuz suyu ilave edilen besin ortamına THP üretimi için aşılmiş olduğumuz *C. utilis* ve *S. cerevisiae* mayalarından elde ettiğimiz sonuçlar aşağıda tablolar halinde verilmiştir. Tablo 1 de, karpuz suyu ilave edilen besin ortamında THP üretimi üzerine konsantrasyonun etkisi gösterilmiştir. Tabloda ortamdaki uzaklaştırılmadığı için elde edilen bulgular Tabloda gösterilmemiştir.

için konsantrasyon (%10-60), uygun sıcaklık (25, 30 ve 35°C), uygun pH (3, 6, ve 9), ilave karbon kaynakları (Glukoz, Fruktoz, Sakkaroz) görüldüğü gibi, *S. cerevisiae* için uygun konsantrasyon %30 (5.30±0.06 mg/ml) olduğu tespit edilmiştir. *C. utilis* için uygun konsantrasyonun ise, %20 karpuz suyu içeren ortamda THP miktarının diğer konsantrasyonlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir (5.00±0.055 mg/ml). Kontrol olarak hazırlanan ortamda maya hücrelerinin gelişmediği tespit edilmiştir. Ayrıca %50 ve daha fazla karpuz suyu içeren ortamlarda santrifuj sonrası karpuz kalıntıları tam olarak

Tablo 1. Karpuz suyu ilave edilen besin ortamında THP üretimi üzerine konsantrasyonun etkisi, mg/ml

Mikroorganizmalar	Karpuz suyu, %			
	10	20	30	40
<i>S. cerevisiae</i>	0.60±0.0065	0.82±0.0003	5.30±0.06	5.26±0.005
<i>C. utilis</i>	0.55±0.005	5.00±0.055	4.50±0.053	4.20±0.4

Tablo 2 de, karpuz suyu ilave edilen (*S. cerevisiae* için %30, *C. utilis* için %20) besin ortamında THP üretimi üzerine sıcaklığın etkisi gösterilmiştir. Yaptığımız çalışmalara göre *S. cerevisiae*'nin gelişmesi için farklı sıcaklık ortamlarında benzer

sonuçlar (1.40±0.001 mg/ml) elde edilmiştir. *C. utilis* için uygulanan farklı sıcaklık ortamlarında ise, THP en fazla elde edildiği sıcaklık derecesinin 30 °C (0.55±0.0007 mg/ml) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Karpuz suyu ilave edilen besin ortamında THP üretimi üzerine sıcaklığın etkisi, mg/ml

Mikroorganizmalar	Sıcaklık, °C			Kontrol
	25	30	35	
<i>S. cerevisiae</i>	1.40±0.001	1.40±0.001	1.40±00.001	0
<i>C. utilis</i>	0.40±0.001	0.55±0.0007	0.45±0.0007	0

Tablo 3'de, karpuz suyu ilave edilen (*S. cerevisiae* için %30, *C. utilis* için %20) besin ortamında THP üretimi üzerine glukozun etkisi gösterilmiştir. Çalışmalardan elde ettiğimiz sonuçlara göre; *S. cerevisiae* en fazla %1glukoz

içeren ortamda en fazla biyokütle (1.70±0.001 mg/ml) oluştururken, *C. utilis* için diğer ortam yoğunluklarına göre en iyi sonucun %2 (0.90±0.000 mg/ml) konsantrasyonda olduğu görülmüştür.

Tablo 3. Karpuz suyu ilave edilen besin ortamında THP üretimi üzerine glukozun etkisi, mg/ml

Mikroorganizmalar	Glukoz, %			Kontrol
	1	2	3	
<i>S. cerevisiae</i>	1.70±0.001	1.30±0.007	1.60±0.002	0
<i>C.utilis</i>	0.80±0.001	0.90±0.000	0.80±0.000	0

Tablo 4 de, karpuz suyu ilave edilen besin ortamında (*S. cerevisiae* için %30, *C. utilis* için %20) THP üretimi üzerine fruktozun etkisi gösterilmiştir. Çalışma sonucunda *S. cerevisiae* için diğer konsantrasyonlara göre %2

(1.70±0.000 mg/ml) fruktoz içeren ortamda en fazla biyomas üretildiği tespit edilmiştir. *C. utilis*'in biyokütle oluşumu için en uygun ortamın %3 (0.90±0.000 mg/ml) konsantrasyonunda olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Karpuz suyu ilave edilen besin ortamında THP üretimi üzerine fruktozun etkisi, mg/ml

Mikroorganizmalar	Fruktoz, %			Kontrol
	1	2	3	
<i>S. cerevisiae</i>	1.60±0.014	1.70±0.000	1.30±0.004	0
<i>C.utilis</i>	0.60±0.000	0.70±0.001	0.90±0.000	0

Tablo 5' de de karpuz suyu ilave edilen besin ortamında THP üretimi üzerine sakkarozun etkisi gösterilmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre *S.cerevisiae* için en uygun konsantrasyonun %3 (1.2±0.0 mg/ml)

olduğu belirlenmiştir. *C. utilis* için ise %2 ve %3 (0.8±0.001 mg/ml) oranındaki konsantrasyonun uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. Karpuz suyu ilave edilen besin ortamında THP üretimi üzerine sakkarozun etkisi, mg/ml

Mikroorganizmalar	Sakkaroz, %			Kontrol
	1	2	3	
<i>S. cerevisiae</i>	0.9±0.001	0.9±0.000	1.2±0.000	0
<i>C.utilis</i>	0.7±0.000	0.8±0.001	0.8±0.000	0

Tablo 6. Karpuz suyu ilave edilen besin ortamında THP üretimi üzerine pH'nın etkisi, mg/ml

Mikroorganizmalar	pH			Kontrol
	3	6	9	
<i>S. cerevisiae</i>	0.8±0.002	0.9±0.002	0.7±0.000	0
<i>C.utilis</i>	0.5±0.000	0.6±0.001	0.3±0.002	0

Tablo 6. da karpuz suyu ilave edilen (*S. cerevisiae* için %30, *C. utilis* için %20) besin ortamında THP üretimi üzerine pH'nın etkisi gösterilmiştir. Araştırma sonucunda *S.cerevisiae* (0.9±0.002 mg/ml) ve *C. Utilis*'in (0.6±0.001 mg/ml) en fazla biyokütleyi pH 6 da oluşturduğu tespit edilmiştir.

3.Sonuçlar ve Tartışma

Türkiye'de 1960'lı yıllarda üretilen toplam katı atık miktarı yılda 3-4 milyon ton iken, 2008 verilerine göre belediyelerin topladığı katı atık miktarı 24.36 milyon tona yükselmiş bulunmaktadır. Bu atıkların ancak %1.1'inin (267.960 ton) kompost üretimi amacıyla geri dönüşümü sağlanabildiği belirtilmektedir.

Çalışmamızda tarımsal hasat sonucunda değerlendirilmeyen karpuz (*Citrullus vulgaris*) atıklarının değerlendirilmesi düşünülmüş ve THP üretimini hedeflenmiştir. Aktive edilmiş maya hücrelerini karpuz suyuna aşılıyarak hayvanlarının beslenmesinde kullanılmak üzere önemli ölçüde THP elde edilmiştir.

THP gelecekte canlıların protein ihtiyacının karşılanmasında sınırsız imkanlar sağlayacak üstünlüklere sahiptir. THP, bütün canlılar için bu kadar büyük bir öneme sahip olup, üretimi düşük bir maliyete sahip olduğu için kullanılmış ve farklı organik atıklar kullanılarak THP elde edilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla; Sandhu ve ark. peynir altı suyunu [12], Karapınar [15] portakal atığını, Tusé ve ark. [9] pirinç kabuklarını, Davy ve ark. [10] karbonhidrat atıklarını, Kamikubo ve ark. [11] selüloz atıklarını THP elde etme amacıyla kullanmışlardır. Çalışmaların sonucunda belirtilen kaynakların THP üretiminde kullanılabileceğini ve atıkların bu yolla endüstriye kazandırılabilceğini belirtmişlerdir.

THP üretiminde mikroorganizma olarak *Candida lipolytica* ve substrat olarak ise bitkisel yağ kullanmıştır. Çalışma sonucunda yukarıda hazırlanan ortama aşılana mayalar 48 saat süre ile fermentörde bekletilmiştir. *Candida lipolytica* ortama katılan bitkisel yağı karbon kaynağı olarak kullanmıştır. Süre sonunda kültür ortamından 1.04-1.16 g biyomas verimi elde edilmiştir [20].

Shojasdati ve ark. [21] yaptıkları çalışmada THP üretimi için substrat olarak melası kullanmışlardır. Melaslı ortamda, sürekli kültürde *Hansenula spp.* türlerini üretmişlerdir. Çalışma

sonucunda ortama herhangi bir kimyasal madde katmadıkları halde inkübasyon süresi sonunda ortamdaki 5.7 g/l biyokütle elde etmişlerdir.

Substrat olarak narenciye posaları kullanılarak yapılan başka bir çalışmada ise, ham protein miktarı portakal için *A.niger* kullanıldığında %27.8, *P.requfortii* kullanıldığında %28.7, limon için *A.niger* kullanıldığında %34.22, *P.requfortii* kullanıldığında %19.9 olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda kültür ortamının pH'sının azaldığı, kuru madde miktarında belirgin bir artış olduğunu belirtmişlerdir [22]. Çalışma sonucunda elde edilen bulguların sonuçlarımıza benzerlik gösterdiği, farklılıkların ise mikroorganizma türü ve kullanılan substratlardaki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bir diğer çalışmada ise peyniraltı suyundan *K.marxianus* türü kullanılarak THP üretim potansiyelini çalışılmıştır. Çalışmada %2 peyniraltı suyu, 37°C sıcaklık ve pH 2.8 olan ortama mikroorganizma aşılantısı yapılmıştır. Sonuç olarak maksimum THP üretim miktarının 0.38-0.46 g/maya olarak tespit edilmiştir [23]. Yaptığımız bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar karpuz atıklarının THP üretiminde kullanılabileceğini göstermiştir ve bu sonuçlar ileride yapılacak çalışmalar için literatüre katkıda bulunulmuştur. Sonuç olarak, karpuz suyunun THP üretiminde kullanılması hem ekonomiye katkıda bulunacak, hem de kullanılmayan karpuz atıklarının değerlendirilerek çevre kirliliğinin önüne geçilmiş olacaktır.

TEŞEKKÜR

Yapılan bu çalışmaya maddi destek sağlayan TÜBİTAK-BİDEB ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na teşekkür ederiz.

5. LİTERATÜR

- 1.Kara, E.E., Sezer, İ.1992. Anız Yakma. Ekoloji, 2, 5, 18-22.
- 2.Kaya,T. 1993. Bazı meyve atıklarının biyoteknolojik olarak değerlendirilmesi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.,Yüksek Lisans Tezi.
- 3.Akman, M.. 1980. Tek hücre protein, Genel bilgi, THP' nin üstünlükleri, alg, mantar ve mayaların bu amaçla kullanılışı. Mikrob. Bült., 14, 141-155.
- 4.Vininig, L.C., Taber, W.A., Mirocha, C.J., Pathre, S.V., Christensen, C.M. 1979.

- Economic microbiology, Microbial Biomass, Ed: Rose, A.H., School of Biological Sciences Universty of Bath, England, 595s.
- 5.Pamir, M.H. 1981. Endüstriyel mikrobiyolojinin çevre kirlenmesinin kontrolüne katkısı. Gıda Dergisi, 6,6, 25-34.
 - 6.Çetin, E.T. 1983. Endüstriyel Mikrobiyoloji, İstanbul Tıp Fak. Vakfı- Bayda Yayını, Yayın No 2, 1. Baskı, İstanbul.
 - 7.Katircioğlu, H., Aksöz, N. 2003. Tek Hücre Proteini, Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi 1, 8, 34-49.
 - 8.Akman, M. 1980. THP (II. Elde edilmişinde bakterilerin kullanılışı, THP'nin bazı sakıncaları ve yurdumuzda yapılan çalışmalar), Mikrob. Bült., 14, 241- 249.
 - 9.Tuse, D.,Russel, L.A., Hseich, D.P.H. 1985. Nutritional and toxicological evaluation of SCP produced from an environmental waste”, Advances in Biotechnology, Vol.II, Fuels, Chemical, Foods and Waste, 520 s.
 - 10.Davy, C.A.E., Wilson, D., Lyon, J.C.M. 1985. Commercial production of feedy yeast from methanol by bacteria, Advances in Biotechnology, Vol.II, Fuels, Chemical, Foods and Waste, 367 s.
 - 11.Kamikubo, T. 1985. Production of SCP from waste cellulose, Advances in Biotechnology, Vol.II, Fuels, Chemical, Foods and Waste, 421s.
 - 12.Sandhu, D.K.,Waraich, M.K. 1983. Conversion of cheese whey to SCP. Biotechnology and Bioengineering, XXV, 797-808.
 - 13.Gadgoli, C.,Sarang, M.S. veJolly, C.I. 1992. SCP from the peels of *Musa paradisiaca*. Researc Hand Industry, 37, 18-20.
 - 14.Vaccarino, C. 1992. Grape marc as a source of feed stuff after chemical treatment sand fermentation with fungi. Bioresource Tech., 40, 35-41.
 - 15.Karapınar, M. 1984. Narenciye atıklarının maya proteinini üretiminde substrat olarak kullanımı, Gıda Dergisi, 9,4, 193-196.
 - 16.Güven, M.,Cansunar, E. 1989. Atık sülfid liköründe THP üretimi ve likörün kirlilik yükünün azaltılması. Mikrob. Bült., 23, 329-335.
 - 17.Sırma, R.T. 1985. İnce kepekten THP üretimi üzerinde araştırmalar, Yüksek Müh. Tezi, TÜBİTAK, Proje No:TOAG-487, 1985.
 18. Beyatlı, Y., Aşım, B. 1990. *Candida tropicalis* ve *Kluyveromyces lactis* mayalarının peynir altı suyunda üreme durumları”, KÜKEM, 13, 12, 43-50.
 19. Aksöz, N. 1989. Bazı gıda endüstrisi atık ve artıklarını kullanarak Gibberella fujikuroi'den giberellik asit ve Tek Hücre Proteini Eldesi, TÜBİTAK, TOAG, Proje No:637.
 20. Begea M., Sırbu, A., Kourkoutas , Y., Dıma, R. 2012. Single-cell protein production of *Candida* strains in culture media based on vegetal oils. Romanian Biotechnological Letters, 17, 6, 7776-7786.
 - 21.Shojasadati, S., Khalilzadeh, R., Jalizadeh, A., Sanaci, H.R. 1999. Bioconversion of Molasses stilage of protein as an economic treatment of this effluent. Resources, Conservation and Recycling, 27,125-138.
 - 22.Doğan, E.Ü., 2002. Narenciye Atıklarının THP üretiminde Değerlendirilmesi. MÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 87 sayfa, Mersin.
 23. Clark, C. 1990.Yeast Single-Cell Protein Production from Casein whwy permeate. Pak-Lum Yu (Ed), Fermentation Technologies Industrial Application, Proceeding of the International Biotechnology Conferances Held at Massey University, Palmersion, New Zeland, s 271-275