

**BAZI MAKROFUNGUS İZOLATLARININ
FARKLI BESİ ORTAMLARINDA
EKSOPOLİSAKKARİT ÜRETİM POTANSİYELİ
ÜZERİNE ÇALIŞMALAR**

**BAZI MAKROFUNGUS İZOLATLARININ
FARKLI BESİ ORTAMLARINDA
EKSOPOLİSAKKARİT ÜRETİM POTANSİYELİ
ÜZERİNE ÇALIŞMALAR**

Meltem KIZILCIK

YÜKSEK LİSANS

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

TEMMUZ 2006

**STUDIES ON EXOPOLYSACCHARIDE
PRODUCTION IN DIFFERENT CULTURE MEDIA
BY SOME MUSHROOM ISOLATES**

Meltem KIZILCIK

MASTER OF SCIENCE THESIS

JULY 2006

**BAZI MAKROFUNGUS İZOLATLARININ
FARKLI BESİ ORTAMLARINDA
EKSOPOLİSAKKARİT ÜRETİM POTANSİYELİ
ÜZERİNE ÇALIŞMALAR**

Meltem KIZILCIK

**Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Biyoloji Bilim Dalı
Genel Biyoloji Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mustafa YAMAÇ

TEMMUZ 2006

Meltem KIZILCIK'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Bazı makrofungus izolatlarının farklı besi ortamlarında eksopolisakkarit üretim potansiyeli üzerine çalışmalar” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisanüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek edilmiştir.

../../....

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mustafa YAMAÇ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Buket KUNDUHOĞLU

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nalan YILMAZ SARIÖZLÜ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu' nun ../../..... gün ve
...../..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada, bazı makrofungus izolatlarının farklı besiyerinde 5, 10 ve 15. günlerdeki hücre kuru ağırlığı, pH değişimi, glukoz miktarı ve eksopolisakkarit üretim değerleri belirlenmiştir. Çalışmada, *Ganoderma carnosum*, *Trametes versicolor*, *Trametes hirsuta*, *Fomes fomentarius*, *Schizophyllum commune*, *Lenzites betulina*, *Polyporus arcularius*, *Lentinus strigosus*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, *Antrodia serialis*, *Paxillus panuoides*, *Cerrena unicolor*, *Clavariadelphus truncatus*, *Suillus collitinus* ve *Gloeophyllum abietinum* olmak üzere 16 farklı türe ait toplam 19 izolat kullanılmıştır. Elde edilen değerler makrofungusların zamana ve büyüme ortamına bağlı olarak farklı miktarda eksopolisakkarit ürettiğini göstermektedir. Elde edilen verilere göre en fazla eksopolisakkarit üretiminin, *Gloeophyllum abietinum* (3805 mg), *Pleurotus eryngii* (3685 mg), *Ganoderma carnosum* (D21) (3540 mg), *Pleurotus ostreatus* (3220 mg), *Schizophyllum commune* (2862 mg) ve *Ganoderma carnosum* (M88) (2467 mg) tarafından gerçekleştirildiği gözlenmektedir. Eldeki veriler, hücre ağırlığının eksopolisakkarit üretim miktarını her zaman etkilemediğini göstermektedir.

SUMMARY

In this study, it has been determined the production of exopolysaccharide and mycelial dry weights, consumption of glucose and changes in pH during incubation in different culture media by some macrofungi isolates. Total amount of 19 different isolates belong to 16 different species *Ganoderma carnosum*, *Trametes versicolor*, *Trametes hirsuta*, *Fomes fomentarius*, *Schizophyllum commune*, *Lenzites betulina*, *Polyporus arcularius*, *Lentinus strigosus*, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, *Antrodia serialis*, *Paxillus panuoides*, *Cerrena unicolor*, *Clavariadelphus truncatus*, *Suillus collitinus* and *Gloeophyllum abietinum*, are used for research. It has been determined that macrofungi isolates produce different amount of exopolysaccharides depending on incubation time and environmental conditions. Most productive macrofungus isolates were determined as *Gloeophyllum abietinum* (3805 mg), *Pleurotus eryngii* (3685 mg), *Ganoderma carnosum* (D21) (3540 mg), *Pleurotus ostreatus* (3220 mg), *Schizophyllum commune* (2862 mg) and *Ganoderma carnosum* (M88) (2467 mg). Also, through this research, we can argue that, mycelial dry weights do not effect exopolysaccharide production.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım sırasında ders aşaması ve tez konusunun belirlenmesinde, çalışmalarımı değerli görüş ve bilgileri ile yönlendiren, desteğini esirgemeyen ve bana güvenen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Mustafa YAMAÇ' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuar çalışmalarım esnasında, çalışmalarına katkılarından dolayı Arş. Gör. Dr. Ahmet ÇABUK' a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca, çalışmanın her aşamasında çok yardımı dokunan azimli arkadaşım Erkan ÇELİK' e çok teşekkür ederim. Ayrıca tezin başlangıcında yardımcı olan Fatma GÖNEN' e teşekkürler.

Eğitim ve öğretim hayatım süresince maddi manevi yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, benden uzakta yaşayan fakat gönlüme çok yakın olan annem ve babama çok teşekkür ediyorum.

Tez çalışmam boyunca benden desteğini esirgemeyen ve siyah beyaz hayatıma gök kuşağının tüm renklerini katan Ramazan' a çok teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Polisakkaritler	3
2.2. Mikrobiyal Eksopolisakkaritler ve Genel Özellikleri	4
2.3. Mikrobiyal Eksopolisakkaritlerin Kimyasal İçeriği	4
2.3.1. Karbonhidratlar	4
2.3.2. Organik Bileşenler	4
2.3.3. İnorganik Bileşenler	5
2.4. Mikrobiyal Kaynaklı Eksopolisakkaritlerin Genel özellikleri	5
2.4.1. Bakteriyal Polisakkaritler	5
2.4.1.1. Kurdlan	5
2.4.1.2. Ksantan	6
2.4.1.3 Jellan	6
2.4.1.4 Alginat	6
2.4.2. Fungal Polisakkaritler	7
2.4.2.1. Schizophyllan ve Scleroglukan	7
2.4.2.2. Lentinan	8
2.4.2.3. Grifon-D (GD)	9
2.4.2.4. Krestin (PSK), Polisakkaropeptid (PSP) ve Coriolan	10
2.5. Makrofungusların Ürettiği Eksopolisakkaritler ve Kullanım Alanları	10
2.5.1. Biyoteknolojide Kullanım Alanları	12
2.5.2. Kozmetikte Kullanım Alanları	12
2.5.3. Gıda Sektöründe Kullanım Alanları	13
2.5.4. Tıpta Kullanım Alanları	13

İÇİNDEKİLER (Devam)

	Sayfa No
2.6. Sıvı kültürde Mantarların Eksopolisakkarit Üretimleri	15
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER	17
3.1. MATERYAL	17
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Makrofungus Türleri	17
3.1.2. Kullanılan Besiyeri ve Kimyasal Maddeler	27
3.1.2.1. Besiyerleri	27
3.1.2.2. Kimyasal Maddeler ve Çözeltiler	29
3.2. YÖNTEMLER	30
3.2.1. Makrofunguslardan Misel Eldesi ve Saklanması	30
3.2.2. Çalışma Parametlerinin Belirlenmesi	30
3.2.2.1. Kültürel Yöntemler	30
3.2.2.2. Analitik Yöntemler	31
3.2.2.2.1. Eksopolisakkarit (EPS) Üretiminin Hesaplanması	31
3.2.2.2.2. Hücre Kuru Ağırlığının Hesaplanması	32
3.2.2.2.3. pH Ölçümü	33
3.2.2.2.4. Besiyeri Toplam Karbonhidrat Miktarı	33
4. BULGULAR	35
4.1. Eksopolisakkarit (EPS) Üretimi	35
4.2. Kuru Hücre Ağırlığı	38
4.3. pH Değişimi	41
4.4. Besiyeri Glikoz Miktarı	44
4.5. İzolatların En Yüksek EPS Üretim Ortamları	52
4.6. Hücre Gelişimi İle Eksopolisakkarit Üretiminin Besiyeri Glikoz Miktarı İle Olan İlişkisi	70
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	79
6. KAYNAKÇA	87

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 1. Çalışmada kullanılan makrofunguslar ve lokaliteleri	26
Çizelge 2. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde eksopolisakkarit (EPS) üretim değerleri	35
Çizelge 3. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde hücre kuru ağırlığı değerleri	38
Çizelge 4. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde inkübasyonun 5, 10 ve 15. günlerinde pH değerleri	41
Çizelge 5. Makrofungus izolatlarının inkübasyonu sırasında farklı sıvı besiyerlerindeki glikoz miktarları	44
Çizelge 6. PMP besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları	71
Çizelge 7. MCM besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları	73
Çizelge 8. YM besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları	75
Çizelge 9. GM besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları	77

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1. β -(1-3), β -(1-4)-glukan zincire sahip polisakkarit	11
Şekil 2. <i>Ganoderma carnosum</i>	17
Şekil 3. <i>Trametes hirsuta</i>	18
Şekil 4. <i>Lentinus strigosus</i>	18
Şekil 5. <i>Lenzites betulina</i>	19
Şekil 6. <i>Schizophyllum commune</i>	19
Şekil 7. <i>Suillus collitinus</i>	20
Şekil 8. <i>Trametes versicolor</i>	20
Şekil 9. <i>Cerrena unicolor</i>	21
Şekil 10. <i>Antrodia serialis</i>	21
Şekil 11. <i>Fomes fomentarius</i>	22
Şekil 12. <i>Gloeophyllum abietinum</i>	22
Şekil 13. <i>Pleurotus eryngii</i>	23
Şekil 14. <i>Polyporus arcularius</i>	23
Şekil 15. <i>Paxillus panuoides</i>	24
Şekil 16. <i>Clavariadelphus truncatus</i>	24
Şekil 17. <i>Pleurotus ostreatus</i>	25
Şekil 18. Araştırma parametrelerini belirlemek için kullanılan erlenler	31
Şekil 19. Kurutma kağıdı yardımı ile pelet ve süzüntü olarak ayrılan sıvı besiyeri	32
Şekil 20. Kurutma kağıda yardımı ile süzülen sıvı besiyerleri	33
Şekil 21. Besiyerinde bulunan toplam karbonhidrat miktarını belirlemek için kullanılan standart eğri	34
Şekil 22. İzolatların PMP' de EPS üretimi yüksek olduğu durumlarda hücre miktarı	48
Şekil 23. İzolatların MCM' de EPS Üretimi Yüksek Olduğu Durumlarda Hücre Miktarı	49
Şekil 24. İzolatların YM' de EPS Üretimi Yüksek Olduğu Durumlarda Hücre Miktarı	50
Şekil 25. İzolatların GM' de EPS Üretimi Yüksek Olduğu Durumlarda	

Hücre Miktarı	51
Şekil 26. <i>Ganoderma carnosum</i> (M88) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	52
Şekil 27. <i>Polyporus arcularius</i> (T438) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	53
Şekil 28. <i>Trametes hirsuta</i> (T587) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	54
Şekil 29. <i>Lentinus strigosus</i> (D26) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	55
Şekil 30. <i>Lenzites betulina</i> (T700) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	56
Şekil 31. <i>Schizophyllum commune</i> (T701) türünün PMP besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	57
Şekil 32. <i>Sillus colittinus</i> (M91) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	58
Şekil 33. <i>Trametes versicolor</i> (M96) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	59
Şekil 34. <i>Trametes versicolor</i> (D22) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	60
Şekil 35. <i>Ganoderma carnosum</i> (D21) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	61
Şekil 36. <i>Cerrena unicolor</i> (D30) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	62
Şekil 37. <i>Antrodia serialis</i> (M101) türünün MCM besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	63
Şekil 38. <i>Fomes fomentarius</i> (M100) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	64
Şekil 39. <i>Gloeophyllum abieum</i> (T702) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	65
Şekil 40. <i>Pleurotus eryngii</i> (M102) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	66
Şekil 41. <i>Trametes versicolor</i> (SV-1) türünün glikoz besiyerinde zamana	

bağlı olarak EPS üretimi ve pH	67
Şekil 42. <i>Paxillus panuoides</i> (SV-302) türünün glikoz besiyerinde zamana	
bağlı olarak EPS üretimi ve pH	68
Şekil 43. <i>Clavariadelphus truncatus</i> (T192) türünün glikoz besiyerinde	
zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH	69
Şekil 44. <i>Pleurotus ostreatus</i> türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı	
olarak EPS üretimi ve pH	70

1. GİRİŞ

Doğada bolca yetişmekte olan makrofunguslar, son dönemlerde insanlar tarafından çokça tüketilen faydalı doğal ürünler olmakla beraber biyolojik aktiviteye sahip bileşikler içermektedirler. Özellikle Asya ülkeleri, sıvı besiyerlerinde üretilen polisakkarit karakterdeki metabolitlerin tıbbi açıdan çok değerli olduğunu kavramışlar ve bu konuya büyük ilgi duymaya başlamışlardır. Buna rağmen, fungal polisakkaritlerle ilgili çalışma ve yayın eksikliği bir çok bilim adamı tarafından vurgulanmaktadır (Fang et al.,2002).

Geçtiğimiz on sene müddetince, polisakkarit üreten mikroorganizmalar ve özellikle mantarlar bağışıklığı güçlendirici, antitümör, immunostimulant, hipoglisemik ve benzer biyolojik ve farmakolojik özellikleri nedeni ile bir çok bilim adamının çalışmalarına konu olmuştur (Hwang et al., 2003). Örneğin, *Polyporaceae* familyasına ait bir Basidiomycetes üyesi olan *Phellinus linteus*' tan elde edilen polisakkaritin antitümör aktivitesi ilk kez 1968' de rapor edilmiştir. Farklı mantar türlerini konu alan araştırmalar, bu tarihten sonra oldukça yoğunlaşmıştır. Batık kültürde en yüksek polisakkarit üretimi, besiyeri içeriği ve çevre koşullarını en uygun hale getirmek için çok fazla çaba harcanmasına rağmen, yayınlanan çalışmalar birkaç mantar türü ile sınırlı kalmıştır (Hwang et al., 2003).

Yapılan araştırmalar mikrobiyal eksopolisakkaritlerin çok farklı kullanım alanları olabileceğini göstermektedir. Eksopolisakkaritlerin biyoteknolojide, kozmetikte, gıda alanında ve en önemlisi tıp alanında kullanımları bilinmektedir (Rosado et al., 2003).

Tıbbi mantarlar uzun yıllardır farklı kanser türleri için Kore, Çin, Rusya, A.B.D. ve Kanada' da kullanılmaktadır. Japonya' da yaygın bir inanışa göre, vahşi maymunlar nadiren kansere, yüksek tansiyona ve diyabet hastalıklarına yakalanmaktadırlar. Bu durumun sebebi, maymunların beslenmelerinde doğada bulunan mantar türlerinin bol miktarda tüketmelerine bağlamıştır. Düşünüldüğü gibi mantarların hastalıkları iyileştirdiğini ispatlayabilmek, Japon bilim adamlarını, tıbbi mantarları araştırmaya teşvik etmiştir (Hwang et al., 2003). Mantarların ürettiği eksopolisakkaritlerle ilgili araştırmalar ve yayınların en fazla doğu ülkelerinde olduğu görülmektedir. Avrupa

lkelerinde bu konu ile ilgili yeteri kadar araştırma ve yayın bulunmazken, ülkemizde bu konu ile ilgili herhangi bir araştırma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye florasındaki makrofungusların bir kısmının taranarak ürettikleri eksopolisakkarit miktarları, hücre gelişimi, pH değişimi ve glikoz tüketimini tespit edebilmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Polisakkaritler

Polisakkaritler monosakkarit polimerlerinin birbirlerine glikozidik zincirlerle bağlanmalarıyla oluşmaktadırlar. Bazen kovalent zincirler ve aralarında pek çok çift karbon atomlarından meydana gelmektedir. Bu moleküllerin yapısı oldukça karmaşıktır. (Daba and Ezereonye, 2003). Demirsoy ve arkadaşlarına göre; polisakkairitler; birçok basit şeker yapı taşının çok uzun zincirler halinde bağlanmasından oluşmuş karmaşık karbonhidratlardır (Keton and Gould, 1945).

Birçok prokaryotik mikroorganizma hücre yüzeylerine cıvık ya da yapışkan materyal salgılayabilir. Birçok farklı polisakkarit ve birçok proteinden meydana gelen bu yapılar kapsül ve " slime layer" (cıvık tabaka) olarak isimlendirilir. Daha genel bir terim olarak, "glikokaliks" terimi de kullanılmaktadır. Glikokaliks, hücre dışında polisakkarit içeren materyal olarak isimlendirilir (Brock and Madigan, 1994).

Doğada yaygın olarak bulunan polisakkaritler, yapı bakımından farklı makromoleküllerden oluşmaktadırlar. Monosakkarit polimerlerinin artıkları olan ve tekrarlayan birimler içeren birbirinden farklı proteinler ve nükleik asitler birbirlerine glikozidik bağlarla bağlanır. Polisakkaritler makromoleküller arasında biyolojik potansiyeli en yüksek olanlardır. Çünkü yapısal değişkenlik bakımından mükemmel bir potansiyele sahiptirler. Nükleotidlerdeki, nükleik asitler ve proteindeki aminoasitler birbirine sadece tek bir yolla bağlanabilirken oligosakkaritlerdeki monosakkarit üniteleri ve polisakkaritler çok sayıda farklı formlarda bağlardan ya da düz yapılardan oluşmaktadırlar. Polisakkaritler aynı zamanda ikincil yapıları, şeker artıklarının konformasyonundan ya da moleküller inter ve intra-hidrojen zincir bağlarından oluşmaktadır. Örneğin, farklı dört monomer şeker 35560' a kadar değişik permütasyon oluşturarak tetrasakkaritler ile eşsiz bir şekilde bağlanabilirken, buna karşın dört aminoasit sadece 24 farklı permütasyon ile birbirine bağlanabilir. Polisakkarit yapılarındaki bu müthiş değişkenlik potansiyeli yüksek organizmalardaki çeşitli hücre-hücre interaksiyonlarını kusursuz düzenleyici mekanizma için gerekli olan esnekliği sağlamaktadır (Ooi and Liu, 2000).

2.2. Mikrobiyal Eksopolisakkaritler ve Genel Özellikleri

Polisakkaritlerde bulunan bir şeker ünitesi daha çok iki farklı şeker ile bağlanmaktadır. Bu şeker ünitesi dallara ayrılarak çok büyük makromoleküllü şekillere sahip yapılar meydana getirebilmektedir. Bu polisakkaritler farklı türdeki yüksek değişkenlik özelliği taşıyan bilgilere sahip makromoleküllerden oluşmaktadır. Hâlbuki nükleik asit ve proteinin içindeki, nükleoid ve aminoasit tek bir yolla birbirine bağlanırken, polisakkaritlerin içerisindeki monosakkarit üniteleri birkaç çeşidi farklı şekilde bağlanabilirler. Bazıları dallar oluştururken, bazıları düz yapılardan oluşmaktadır. Polisakkaritlerin yüksek değişkenlik özellikleri, hücre-hücre ilişkisine gerekli esnekliği kazandırmaktadır (Daba and Ezereonye, 2003). Mikrobiyal polisakkaritler, akışkan özelliğe sahiptirler. Polimer zincirlerinin bir arada tutunması genellikle çok yüksek moleküler ağırlığa sahip olmasındandır (Sutherland, 1994).

2.3. Mikrobiyal Eksopolisakkaritlerin Kimyasal İçeriği

Mikrobiyal eksopolisakkaritlerde yapılan araştırmalar sonucunda kimyasal içeriklerinde karbonhidrat, organik ve inorganik bileşimlere sahip olduğu bulunmuştur.

2.3.1. Karbonhidratlar

Mikrobiyal polisakkaritler genel olarak çoğunlukla monosakkaritlerden; D-glikoz, D-galaktoz, D-mannoz, L-fukoz ve L-ramnoz ve genellikle, n-asetilhekzozamin, n-asetil-D-glikozamin ve n-asetil-D-galaktoz içerir. Mikrobiyal polisakkaritlerde bunların dışında birçok şeker bulunduğu yapılan yeni çalışmalarla belirlenmektedir (Sutherland, 1994).

2.3.2. Organik Bileşenler

Mikrobiyal polisakkaritlerin çoğu, bileşimlerinde organik yapılar taşır. Asetil grupları sitokiyometrik miktarlarda tek bir şekere bağlı olarak bulunur. Fakat bakteriyel alginatlar ve bazı ksantan preperasyonları gibi ürünlerde monosakkarit kalıntıları çoklu asetlenmiş ve toplam ester içeriği oldukça yüksektir. Bazı eksopolisakkaritlerde belirli monosakkarit kalıntıları asitlenmelerle tekrarlı bir yapı göstermektedir. Ayrıca bakteriyel polisakkaritlerde ketal bağlı piruvat grupları da oldukça yaygındır. Ksantanın ticari preperasyonlarında piruvat sitokiyometrik olarak ölçülebilir miktarda

bulunmaktadır. Birden fazla şeker içeren polisakkaritlere örnek olarak *Rhizobium* türlerinden elde edilen bazı örnekler verilebilir (Sutherland, 1994).

2.3.3. İnorganik Bileşimi

Sülfatın ökaryotik polisakkaritler ve proteoglikanlarla sınırlı olduğunun düşünülmesine rağmen, sülfat az miktarda prokaryotik polimerlerde de bulunmaktadır. Bu polimerler *Cyanobacteria* ve *Archae* grubunda bulunmaktadır. Diğer bir örnek ise, *Haloferax mediterranea*’ dan elde edilen vizkoz, yüksek moleküler ağırlıklı ve % 6 sülfat içeren bir polisakkarittir. Çok sayıda fosforlanmış ekzopolisakkaritler gram pozitif bakterilerin hücre duvarlarında bulunan teoik asitlere benzemektedir. Bazı gram pozitif bakteriler ise, hem fosfat içeren çeper polimerlerini hem de ekstrasellüler polisakkaritleri üretebilmektedirler. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda Gram negatif bakterilerin polisakkaritlerinde fosfat bulunamamasına rağmen, *Klebsiella*, *Rhizobium*, *Xanthomonas* ve *Pseudomonas* gibi gram negatif bakterilerdeki polisakkaritlerde fosfat bulunmuştur. (Sutherland, 1994).

2.4. Mikrobiyal Kaynaklı Ekzopolisakkaritlerin Genel özellikleri

2.4.1 Bakteriyal Polisakkaritler

Yüksek oranda ekstrasellüler madde üretimi *Myxobacteria*’ larda görülmektedir. *Myxobacteria*’ nın ürettikleri ekstrasellüler maddeler arasında polisakkarit ve protein bulunmaktadır (Ding et al, 2004).

Bakteriyel polisakkaritlerde, sıklıkla D-glukuronik asit’ e sahip olduğu görülürken, bazılarında D-galakturonik asit’ e sahip olduğu görülmektedir. Bakteriyal aljinatlar D-mannuronik asit ve L-gluronik asit içerir. Az sayıda ki diğer bakteriyel polisakkaritler, üronik asit içerirler. Prokaryotik kaynaklı polimerlerin çoğunda pentozlar bulunmaz (Sutherland, 1994).

2.4.1.1. Kurdlan

Kurdlan bir homopolisakkarittir. Birkaç farklı gram negatif bakteri türü kurdlanı sentezlemektedir. Son zamanlarda özellikle *Cellulomonas flavigens*’ tan selülozdan izole edilmektedir. Bu türün bazı kültürlerinde sentezlenen tek ekzopolisakkarit kurdlan’ dır. Kurdlan *Alcaligenes feacalis* türünde heteropolisakkaritlerle birlikte

üretilmektedir. Sıklıkla sukkinoglukan (succinoglycan) la birlikte üretilmektedir. Homopolisakkarit ya da heteropolisakkaritler uygun mutantlar ile seleksiyona uğrarlar. Kurdan β -1,3 bağlı D-glikoz polimeridir (Sutherland, 1994).

2.4.1.2. Ksantan

Ksantan, *Xanthomonas campestris* tarafından sentezlenmektedir (Sutherland, 1994). Kaplan'a göre yüksek moleküler ağırlığa sahip D-glikoz, D-mannoz ve D-glukoronat içeren ekstrasellüler mikrobiyal bir heteropolisakkarittir. Ksantan reçinesi suda iyi çözünür ve düşük konsantrasyonlarda kullanıldığında yüksek viskoziteli çözeltiler elde edilir. Polimer solvent ekstraksiyonu ile fermentasyon ortamından elde edilir.

Polimer ilk olarak akışkan özelliğinden dolayı 1960 yıllarında ticarileştirilmiştir. Gıda işletmelerinde ksantan lezzet verici olarak, kozmetik sektöründe ise diş macunu ile kremlere kıvam vermek için kullanılmaktadır (Alper, 2004).

2.4.1.3 Jellan

Bu polisakkarit başlangıçta, *Pseudomonas elodea* bakterisinden izole edilmiştir. Ancak günümüzde bu bakteri *Sphingomonas paucimobilis* olarak bilinenmektedir. Jellan' ın gıda endüstrisinde potansiyel kullanım alanları bulunmaktadır. Jellan' ın polimer yapısının, D-glikoz, D-glukuronik asitten ve 2:1:1 oranında L-ramnoz' dan oluşan tekrarlanan linear tetrasakkaritlerden oluştuğu görülmektedir (Sutherland, 1994).

2.4.1.4 Alginat

Bakteriyel alginatlar şimdiye kadar bilinen polisakkaritlere birkaç yönden benzememektedir. Bu alginatlar sadece nötr monosakkariti bulunmayan üronik (uronic) asit içermektedir. Polisakkaritler, düz (linear) moleküller olan D-mannuronik ve L-gluronik asit içermektedir. Bazı preperatlar D-mannuronosil artıkları yüksek oranda asetile edilmiştir. *Pseudomonas spp.* lerin ürettikleri alginatlarda L-gluronik asitten oluşan yalnız tek bir kalıntısı bulunur (Sutherland, 1994).

2.4.2. Fungal Polisakkaritler

Geçtiğimiz on sene müddetince mikroorganizmaların özellikle de mantarların ürettiği polisakkaritler çok dikkati çekmiştir. Bunun başlıca sebebi de, bağışıklığı güçlendirici, antitümör, ve hipolipidemik aktivite gösteren değişik biyolojik ve farmakolojik aktiviteye sahip olmalarıdır. *Lentinus edodes* tarafından Lentinan, *Schizophyllum commune* tarafından Schizophyllan ve *Coriolus versicolor* tarafından üretilen Krestin ticari değere sahiptir (Hwang et al., 2003).

2.4.2.1. Schizophyllan ve Scleroglukan

Skleroglukan, fungal bir eksopolisakkarittir. Kurdiana benzer ve tahminen her ana zincirin üçüncü glikozuna (1,3)- β bağlı D-glikoz artıklarının bağlanmasından oluşmaktadır. Moleküler ağırlığı yaklaşık olarak $5-6 \times 10^6$ daltondur (Sutherland, 1994).

Bir Basidiomycetes türü olan *Schizophyllum commune* Schizophyllan, *Sclerotium rolfsii* ise Scleroglukan üretmektedir (Rau, 2004). Bu polimer; suda eriyebilen, yüksek stabilite sahip yapışkan halde bulunan; β -(1 $\rightarrow$ 3), (1 $\rightarrow$ 6)-glukanıdır (Maziero et al., 1999). Labrotuvar ortamında besiyerlerine inokule edilen *Schizophyllum commune* ve *Sclerotium rolfsii*'den Schizophyllan ile Scleroglukan üretirken besiyerindeki değişimler gözlemlenmiştir. Besiyerlerindeki misel peletleri kuvvetli şekilde çalkalanarak geliştirilmiş olan Schizophyllan ve Scleroglukan üretilirken besiyerindeki azot azalarak sıfır değerine yaklaştığında bu metabolitlerin üretimi de azalmakta hatta sabit faza geçmektedir. Her iki mantarda farklı miktarda kompleks azot kaynağı içeren yeast ekstrakt besiyerine ihtiyaç duymaktadır. *Sclerotium rolfsii* yeast ekstrakttaki az konsantasyondaki azotu kullandığında da scleroglukan üretebilmektedir. Çalkalamalı biyo reaktör kullanılarak geliştirilen misel pelletlerindeki gelişim azalırken, hücre duvarından elde edilen serbest β -glukan miktarı artmaktadır. Fakat çok hızlı çalkalama önemli bir şekilde hiflere ve β -glukan' a zarar vermektedir. Mantarlar üzerinde hız ve sallama denenmiş, bu baskının oluşan yapışkan Schizophyllan üretimini etkilediği gözlemlenilmiştir. Her iki mantar için de besiyerinde bulunan glikoz önemlidir. Çünkü besiyerindeki glikoz tükendiğinde β -glukan oluşumu baskılanarak azalmaktadır. İnkübasyon esnasında önemsiz derecedeki glikoz azalması

spesifik yapışkan serbest β -glukan salınımının azalmasına sebep olmaktadır. (Rau, 2004)

Zamk gibi yapışkan ve lastikimsi Schizophyllan ve Scleroglukan polisakkaritleri ya hücre dışı duvarına gevşek bir şekilde bağlı ya da besiyerinde serbest olarak bulunmaktadır. Sıvı solüsyon içerisindeki Schizophyllan ve Scleroglukan, tripleks bir yapı oluşturur. Bu yapının dışına asılı olarak β -(1,6)-zinciri D-glukoz yapısı ile üçlü heliks oluşturur. Dimetilsülfoksit’te 135 °C’ nin üstünde ve pH 12 ve üstü değerinde üçlü heliks erir, tek parça haline gelir ve rasgele sarılarak ortalama moleküler ağırlığı üçte birine iner. Doğal süspansiyona ek olarak ilave edilen içerik mantar hiflerinin artmasına ve internal zikzaklar yaparak filamöntöz ağ oluşturmaya sebep olur (Rau, 2004).

Schizophyllan Japonya’da 1986 yılından beri kanser hastalığına karşı bağışıklık sistemini destekleyici ajan olarak kullanılmaktadır. Klinik araştırmalar, glukanların makrofaj aktivitesini, daha sonrada T-hücrelerin çok hızlı bir şekilde çoğalmalarına dayanarak glukanın insanın bağışıklık ve savunma sistemini güçlendirdiği vurgulamaktadır (Daba and Ezereonye, 2003).

Schizophyllan maddesinin geleneksel kemoterapide kullanılmasına ilişkin daha önceden 367 hasta üzerinde yürütülen çalışmada tedavisi mümkün olmayan mide kanseri vakalarında ortalama yaşam süresinde önemli artışlar sağlanmıştır. Schizophyllan yakın zaman da yapılan birçok çalışma da gırtlak kanseri hastalarında da önemli iyileşmeler göstermiştir. Düzenli yapılan çalışmalarda Schizophyllan’ ın radyoterapiyle birlikte kullanımlarında, ikinci seviye kanser vakalarında önemli iyileşmeler sağladığı fakat üçüncü seviye vakalarda etkisinin olmadığı görülmüştür (Daba and Ezereonye, 2003).

2.4.2.2. Lentinan

Lentinan, *Lentinus edodes* tarafından üretilir. Bu mantar türü dünyada bolca tüketilmektedir. Haşlanarak yada kızartılarak tüketilen *Lentinula edodes* mantarının bazı kişilerin derilerinde alerjik reaksiyonlara ve kollar bacaklarda çizgi şeklinde kırmızılıklar oluşmasına sebep olabilmektedir. Tüketilen miktarın ve pişirme şeklinin ilgisi olmadığının, bu reaksiyona bilinmeyen bir kofaktörün sebep olduğu düşünülmektedir (Anonim, 2004).

Japonya ve Çin’de mantarlar yüzyıllardır yemeklere tat vermesi için baharat olarak, daha uzun ve sağlıklı yaşamak için bolca tüketilmektedir. *Lentinula edodes* Avrupa’da kültürde geliştirilerek, taze yada kurutulmuş olarak tüketilmektedir. Dünyada ki toplam tüketiminin 10000 ton civarında olmasından dolayı en çok tüketilen ikinci mantar türüdür (Anonim, 2004).

Gıda olarak kullanılmasının yanında; güneş yanıklarına, kanser ve AİDS’e kadar pek çok farklı hastalıkta kullanım alanı bulmaktadır. Günümüzde hazır yiyecek maddesi olarak ta karşımıza (Örneğin; Shiitake-çikolatası) çıkmaktadır. Bu mantarın ayrıca protein, kalsiyum ve çinko, vitaminlerden B1, B2 ve D içermesinin yanında kolesterol düşürücü, bağışıklık sistemini destekleyici olduğu bildirilmektedir. Grip aşısı yerine *Lentinula edodes*’ ten yapılan tabletler önerilmektedir (Anonim, 2004).

Lentinus edodes’ in kimyasal bağları Lenthionin (1,2,3,5,6-Pentethihiepan); 1,2,4,5-Tetraathian; 1,2,3,5-Tetrathian ve 1,2,4,Trithiolan’ dan oluşmaktadır. Lentinan ısıya oldukça dayanıklıdır. Kurutulan *Lentinus edodes* pişirildiğinde, gama-glutmytransferi aktive olarak Lentinan korunur. Pişirilmeye başlandıktan 40 dk sonra Lentinan’ nın yapısı bozulmaktadır. Buzlukta dondurulan *Lentinus edodes*’ ten ve misellerinden elde edilen polisakkaritin ana yapısı β -(1-3)-Glukan ve β -(1-4), β -(1-6)-glukan yan zincirlerinden oluşmaktadır. Solunum sorunu olan hastalara Lentinan verilmiş bu hastalarda IgG hücrelerinin *Lentinus edodes*’ in sporlarına karşı sayılarının arttığı gözlenerek alerjik reaksiyona sebep olmuştur. *Lentinus edodes* mantarı tüketildikten sonra derinin UVA ışığı ile temasa geçtiğinde alerjik reaksiyona sebep olduğu bulunmuştur (Anonim, 2004).

2.4.2.3. Grifon-D (GD)

Grifola frondosa A.B.D.’ nin batısında, Avrupa ve Asya da doğada yetişmektedir. (Ger et al, 1998). Yapılan birçok çalışmada *Grifola frondosa*’ dan elde edilen β -D-glukan’ nın güçlü antitümör etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu β -D-glukan’ nın β -(1-6)-glukan zincirine β -(1-3) ile bağlanmıştır (Grifon-D, GD) (Daba and Ezereonye, 2003). Ayrıca kan basıncını ve kan plazmasındaki yüksek lipoprotein oranını (HDL iyi kolesterol) değiştirmeden düşürmektedir. Buna karşın *Lentinus edodes* ise HDL oranını da düşürerek kan basıncını düşürebilmektedir. *Grifola frondosa* farelerde yapılan çalışmalarda kandaki glikoz metabolizmasını yavaşlattığı

görülmüştür. Amerika’ da insanlar üzerinde yapılan klinik denemelerde göğüs kanserinde, AIDS tedavisinde, Çin’ de ise akciğer, mide hepatoselüler ve lösemi hastalıklarında öncü umut verici çalışmalar yapılmıştır (Ger et al, 1998).

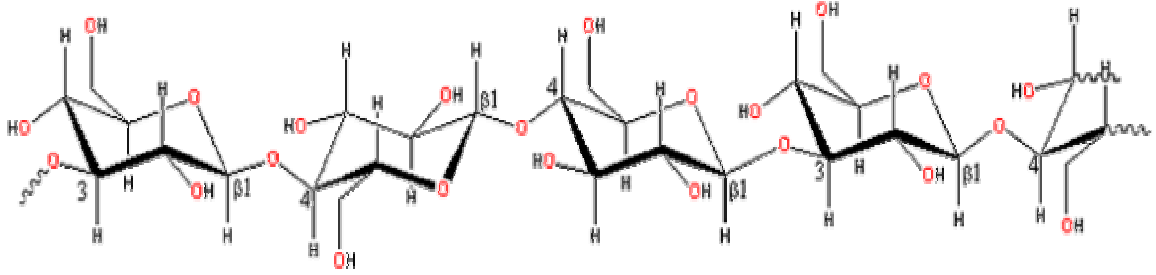
2.4.2.4. Krestin (PSK), Polisakkaropeptid (PSP) ve Coriolan

Ticari alanda en kullanışlı olan polisakkaropeptid Krestin ve polisakkaropeptid (PSP)’ dir (Cui and Chisti, 2003). Krestin ve polisakkaropeptid (PSP), *C. versicolor*’ un misellerinin ekstraksiyonundan elde edilirken, Coriolan ise *C. versicolor*’ un hücre dışına salgıladığı bir polisakkarittir. PSK, PSP ve Coriolan protein zincirine sahip olduğu ve antitümör etkisine sahip olduğu belirtilmektedir (Tavares et al., 2005). PSK ve PSP fizyolojik aktiviteleri benzer olmalarına rağmen yapısal yönden farklılıklar bulunmaktadır (Cui and Chisti, 2003).

Mantarlardan elde edilen, Lentinan, Schizophyllan ve Krestin antitümör özellikleri nedeni ile Japonya’da büyük pazar payına sahiptir. Lentinan ve Schizophyllan sadece β -glukanlardan oluşurken, Krestin bu polisakkaritlerden farklıdır. Krestin’de β -glukanlar proteinle bağlanmış ve β -glukan-protein kompleksi % 25-38 protein kısmından oluşmaktadır. Krestin (1→4)- β -glukan ile (1→6)- β -glucopyranosidic her dördüncü glukoz unitesine yan zincirle bağlanmıştır (Dong et al., 1998).

2.5. Makrofungusların Ürettiği Eksopolisakkaritler ve Kullanım Alanları

Mantarlardaki polisakkaritler çoğunlukla glukanlardan meydana gelmektedir. Bazıları, β -(1-3), (1-6) glikozidik zincirlerinden ve alfa-(1-3) glikozidik zincirlerin birbirine bağlanmasından ama çoğunluğu asıl heteroglikonlardan oluşmaktadır (Daba and Ezereonye, 2003). Şekil 1’ de β -(1-3), β -(1-4) glukan bağlara sahip polisakkarit gösterilmektedir (Anonim, 2006).



Şekil1. β -(1-3), β -(1-4)-glukan zincire sahip polisakkarit (Anonim, 2006)

En çok ana zincire her ikisinden biri ya β -(1-3), β -(1-4) ya karışık β -(1-3) ya da β -(1-4) ile β -(1-6) yan zincirleri bağlanmaktadır. Hetero- β -glukanlar, düz zincirli glikoz polimerlerinden bununla beraber D-monosakkaritlerin antitümör aktivitesi bulunurken mantarlardan elde edilen alfa-D-glukan ise antitümör aktivitesi bulunmamaktadır. Heteroglikonların yan zincirleri glukoronik asit, galaktoz, mannose, arabinoz ya da ksiloz ya asıl bileşiminde ya farklı kombinasyonlarda bulunmaktadır. Bir polisakkarit olan glukan ana omurgasında ünitler yada glukoz bulundurur. Pek çok homopolimerden yüksek kompleks hereopolisakkaritlere sahip mantardan elde edilen glukanların antitümör aktivitesi bulunmaktadır (Daba and Ezereonye, 2003).

Mantarların büyük bir kısmı ekstrasellüler polisakkarit üretmektedir. Bu eksopolisakkaritlerin, bir kısmı heteropolisakkarit yapılardan oluşurken, bir kısmı da homopolisakkarit yapılardan oluşmaktadır. Bu homopolisakkarit yapıları ise, farklı zincirlerle birbirlerine bağlanarak oluşan D-glukoz' dan meydana gelmektedir. Araştırmalarda, *Schizophyllum commune*, *Sclerotium rolfii*, *Sclerotium glucanicum*, *Monilinia fructigena* ve *Botrytis cinerea* miselyal gelişim gösteren ve başlıca moleküller yapıları aynı formdaki β -glukan salgılayan mantarlar oldukları bildirilmiştir. Fakat bu polisakkaritler farklı moleküller ağırlıkta ve form olarak mikrojel eğilimi göstermektedirler (Dülger ve Şen,1999).

Polisakkaritlerdeki başlıca biyoaktif maddenin, β -glukan olduğu düşünülmektedir. β -glukan; beta- (1→3)-D-Glukan omurgası ile beta-(1→6) –Glukan yan zincirinden oluşmaktadır. Grifolan ve Schizophyllan' da benzer yapıya sahiptir. Polisakkaritlerin, yapısında beta bulunduran hücreye ya da pankreasta bulunan başka bir hücreye bağlanarak insulin salınımını uyardığı ve glukagon salınımını engellediği

düşünülmektedir. Ancak hallen eksopolisakkaritlerin çalışma mekanizması tam anlaşılabilmiş değildir (Ding et al., 2004). Polisakkaritlerin çok sayıda farklı glukanlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; β -1,6- ve β -1,3 β -glukan'ların geniş uygulama alanları mevcuttur.

Mikrobiyal eksopolisakkaritlerin çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Örneğin kimya endüstrisinde; koyulaştırma (thickening) ve stabilizasyon ajanı olarak, tıpta ise immunostimulant ve antitümör ajan olarak kullanılmaktadır (Lee, et al., 2003). Eksopolisakkaritler biyoteknolojide, gıda sektöründe ve kozmetik de kullanılmaktadırlar (Bae, et al., 2005).

2.5.1. Biyoteknolojide Kullanım Alanları

Makrofunguslar tarafından üretilerek hücre dışına salınan eksopolisakkaritlerin (EPS) yüksek değerinde polimerize ve fizyolojik öneminin yanında, karakterize edilebiliyor olması ve çalışılması pratik olması sebebiyle potansiyel olarak endüstriyel alanlarda kullanıla bilecektir. Örneğin polisakkaritler, kimya endüstrisinde koyulaştırma ve stabilizasyon ajanı olarak kullanılabilmektedir (Bae et al., 2005). Bir *Basidiomycetes* türü olan *Schizophyllum commune*' nin ürettiği Schizophyllan olarak da bilinen eksopolisakkarit ticari alanda kullanılmaktadır (Maziero et al., 1999). Schizophyllan ve Scleroglukan mikrojel olarak çoğalma eğilimini göstermeleri sebebiyle sıvı kimyasal polimer olarak da, sıvı yağ, petrolün iyileştirilme sürecine eklendiğinde, doğrudan doğruya filtrasyonu ve adsorbsiyonunu artırmaktadır. Schizophyllan' nın Scleroglukan' dan daha kullanışlı olduğu bildirilmiştir (Rau et al., 2004).

2.5.2. Kozmetikte Kullanım Alanları

Saccharomyces cerevisiae 'nin ürettiği β -glukan çeşitli kozmetiklerin bileşiminde, suda çözünabilir (particulate) olarak, karboksilmetil (carboxymethyl) veya (phospholyated) glukan olarak kullanılır.

Son zamanlarda polisakkarit içeren alternatif karışımlarla cilde yapılan uygulamalarda yüzde bulunan hücrelerin kollajen biyosentezinin arttığı gözlemlenilmiştir. Örneğin; *Schizophyllum commune*' nin ürettiği Schizophyllan derideki yaşlanma prosesini durdurmaya çok iyi bir adaydır (Lee, et al., 2003).

Schizophyllum commune'den elde edilen β -glukan'nın % 0,04 (w/v) lük konsantrasyona sahip karışımın kollajen biyosentezini %32 oranında arttırırken, *Saccharomyces cerevisiae*' den elde edilen β -glukan en fazla % 10 oranında attırmaktadır. Bu da β -glukan' ların cildin yaşlanma etkilerini engellemek için çok iyi bir aday olduklarını göstermektedir. Önemli bir nokta da mantarların misellerinden elde edilen polisakkaritlerin, polisakkarit üretebilen diğer mikroorganizmalardan daha yüksek kollajen biyosentez aktivitesine sahip olmalarıdır. Son yıllarda konu ile ilgili alınan bir patent varlığı da konunun önemini vurgulamaktadır (Griesbach et al., 2005). Tek sorun kozmetik alanında kullanımının maliyetinin yüksek olmasıdır (Lee et al., 2003).

Ayrıca tıpta derideki yaraları doğal olarak iyileştirme ve bizzat enfeksiyondan koruma özelliği de bulunmaktadır (Lee, et al., 2003). Scleroglukan güneşten oluşan yanmalar sonucu kızarıkları ve güneş yanıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Rau, 2004).

2.5.3. Gıda Sektöründe Kullanım Alanları

Mantarlardan elde edilen β -glukan' lar çok sıkı filmler oluşturdukları için oksijeni geçirmeme özelliklerine sahiptirler bu özellik sayesinde yiyeceklerin muhafazasında kullanılabilirler (Rau, 2004).

2.5.4. Tıpta Kullanım Alanları

Mantarlar, geleneksel doğu halk tıbbında tarih boyunca tedavi amacı ile kullanılmıştır. Özellikle geleneksel Çin tıbbında ve bazı Asya ülkelerinde mantarlar insan hastalıklarının tedavisinde kullanılmıştır. Örneğin; kronik bronşit, hepatit, hipertansiyon, hiperkolesterol, tümör hastalıklarında ve bağışıklık sistemi ile ilgili hastalıklarda kullanmışlardır (Yang et al., 2006). Günümüzde de Japonya, Çin, Kore ve bazı Asya ülkelerin hastanelerinde mantarlardan elde edilen preparatlar kullanılmaktadır. Örneğin, *Favolus alveolaris*, *Phellinus linteus*, *Agaricus campestris*, *Pestalotiopsis sp.*, *Lentinus edodes*, *Tricholoma sp.* ve *Coriolus versicolor*' dur (Cui and Chisti, 2003).

Dünyadaki farklı yaş ve farklı ırksal geçmişe sahip insanların ölümüne sebebiyet veren hastalıkların birinci sırasında kalp hastalıkları bulunurken, ikinci sırasında kanser hastalıkları gelmektedir. Bu yüzden dünya çapında bu konu hakkında çok sayıda

araştırma ve klinik çalışmalar başlatılmıştır. Bu mantarlar arasında *Polyporaceae* familyasından çeşitli türler de bulunmaktadır. Bu familyanın prostat, mide ve akciğer kanserine iyi geldiği bulunduğunu bulunmuştur. Başka bir çalışmaya göre ise, *Boletus edulis* türünün antitümör etkili olduğu bildirilmiştir (Daba and Ezereonye, 2003).

Günümüze kadar yayınlanan çeşitli çalışmalarda, yüz kadar bitki polisakkaritinin potansiyel kan şekerini düşürdüğü ve bazı mantarların hipolipidemik aktiviteye sahip oldukları bildirilmiştir (Ding et al., 2004). Bunun dışında polisakkaritler immunostimulant ve antitümör ajan olarak da kullanılmaktadır (Bae et al., 2005). İmmunostimulantlar, tek başlarına verildiklerinde spesifik olmayan bağışıklık sistemini veya bir antijen ile birlikte verildiğinde spesifik bağışıklık sistemini uyaran ajanlar olarak tanımlanmıştır. Son yıllarda hastalıklara karşı dirençli bireyler elde etmek ve balıkların bağışıklık sistemlerini aktif hale geçirmek için biyolojik ve sentetik maddelerden oluşan immunostimulanlar kullanılmaktadır. Gerek tıp alanında gerekse veteriner hekimlikte immunostimulant ve immunomodulator en uygun immunoterapötik olarak kullanılabileceği düşünülmektedir (Düğenci ve ark., 2003).

1962 yılında *Lampertomyces japonicus* mantarından izole edilen aktif maddeyi farelerdeki Erlich kanserine karşı denenmiştir. 1966 yılında da yapılan bir çalışmada ise 7000' den fazla Basidiomycetes türü, tümörlü kemirici hayvanlarda denenerek antitümör aktiviteleri araştırılmıştır. 1968 yılında yapılan araştırmalar sonucunda mantarların fermentasyon besiyerinden elde edilen aktif maddelerin, Sarcoma 180, memesel lenf kanseri 755 ve lösemi L 1210 hastalıklarına karşı pozitif inhibitör etkisi olduğu bildirilmiştir. Daba ve Ezereonye çalışmalarında *Pleurotus ostreatus*' un ürettiği ve antitümör özelliğe sahip olduğunu düşündüğü salgı maddesini, Erlich ascites (karın boşluğunda su toplaması) kanserine karşı iyi geldiğini rapor etmiştir. Mantarların ürettiği polisakkaritler tümörlü farelere aşılanarak üstünde ileri kimyasal deneyler yapılarak etkisi araştırılmıştır. Mantarların salgıladığı bu maddenin polisakkarit olduğu ve β -D-glukan içerdiği keşfedilmiştir. Bu polisakkaritler, D-glukozu sadece asit hidroloji ile oluşmaktadır. Polisakkaritlerde bulunana β -D-glukan bağışıklık sisteminin tedavisinde farklı şekilde aktivite gösteren kemoterapik ajanlara sahiptir. Kemoterapik ajanlar bağışıklık sistemini kuvvetlendirip ve uyarması sonucunda kanser hücrelerinin büyümesine engel olduğu bulunmuştur. Özellikle Japonya' da kemoterapi esnasında, kemoterapik ajanlarla beraber, bağışıklık sistemini güçlendirmek ve kemoterapinin (saç

dökülmesi, ağrı vb.) yan etkilerini azaltmak amacı ile lentinan gibi glukanlar hastalara verilmektedir (Daba and Ezereonye, 2003).

2.6. Sıvı kültürde Mantarların Eksopolisakkarit Üretimleri

Mantarların sıvı kültürde çok sayıda farklı polisakkarit ürettikleri ve bunların çeşitli fizyolojik aktivitelere sahip olduğu bilinmektedir. Bu polisakkaritlerin özellikle tıpta antitümör ve immunostimulat ajanı olarak kullanıldığı bilinmektedir (Lee, et al., 2003).

Yıllardır sıkça bahsedilmekte olan mantarlardaki eksobiopolimer üretiminin misel gelişimi kinetiğine, mantar türüne ve inoküle edildiği besiyeri içeriğine bağlıdır. Farklı sıvı besiyerin de yenebilir mantarların misel ve eksopolisakkarit üretimleri araştırılmıştır. Kim ve arkadaşları, (2002) tarafından yapılan kapsamlı bir çalışmada, 19 mantar türünü üç farklı besiyerine inoküle etmişlerdir. Besiyerleri; Potato Malt Peptone Medium (PMP Besiyeri), Mushroom Complete Medium (MCM Besiyeri) ve Yeast Extract Medium (YM Besiyeri) olarak seçilmiştir. Farklı besiyerlerinde geliştirilen mantarların 5, 10 ve 15. günlerdeki; kuru misel ağırlıkları (g/l), eksopolisakkarit üretimleri (mg/l) ve pH ölçülmüştür. Deneyin sonucunda, en çok misel ve eksopolisakkarit üretimi, PMP’ de olduğu gözlenmiştir. En yüksek eksopolisakkarit üretimi ise *Ganoderma lucidum* NO.1 ve *Phellinus linteus* KCTC 6190’da sıra ile 1170 ve 1520 mg/l olarak sunulmuştur. Çalışmada ayrıca, *Phellinus linteus* (NO:1), MCM’ de 1044,6 YM’ de 737,7 PMP’ de 873,9; *Phellinus linteus* (NO:2), MCM’ de 862, YM’ de 662,6 ve PMP’ de 1090,9 mg / l exobiopolimer üretimi tespit edilmiştir. Farklı sıvı besiyeri içeriği miselyum morfolojisinde önemli bir değişiklik görülmemiştir. Fermantasyonun tüm periyodu boyunca çalışılan tüm 19 mantar türü pelletsel gelişim göstermiştir. Ayrıca, karbon kaynağının eksopolisakkarit üretimini artırmada etkili olduğu bulunmuştur (Kim, et al., 2002).

Yapılan birçok araştırmada, mantarların batık kültür içerisinde, misel biyomassı üretim değerleri hesaplanmasına rağmen batık kültür içerisinde mantarların misel gelişimini etkileyen çevresel faktörler hakkında çok az bilgi bulunmaktadır (Kim, et al., 2002).

Mazireo ve arkadaşları, (1999), tarafından yapılan araştırmada *Basidiomycetes*’ lerin sıvı besiyerinde biomass ve eksopolisakkarit üretimleri taranmıştır. Taranan 51 tür

mantar glikoz içeriği yüksek olan, sıvı glikoz besiyerine (GM) inokule edilmiş ve mantarların 7 ve 14. günlerde biomassları ve eksopolisakkarit üretimleri ölçülmüştür. En yüksek eksopolisakkarit üretimi 7. günde; *Agaricus sp.* ve *Oudemansiella canarii*' de sıra ile 6,01 ve 3,54 g kuru ağırlık/l' dir. En yüksek misel gelişimi *Schizophyllum commune*'de 14. gün 16,68 g kuru ağırlık/l' dir. Çalışılan mantar türlerin % 30' unun ilk 7. gün, % 70'nin ise 14. gün daha yüksek eksopolisakkarit ürettikleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak çalışılan *Basidiomycetes*' lerin çoğunun eksopolisakkarit üretme potansiyeli olduğu ve bu eksopolisakkaritlerin tıp alanında kullanılabileceğine işaret edilmiştir (Mazireo et al., 1999).

Rosado ve arkadaşları, (2003), tarafından *Pleurotus ostreatoroseus* Sing. ve *Pleurotus ostreatus* "florida" ile yapılan çalışmada kültürler PDA da geliştirildikten sonra POL besiyerine inokule edilmiş ve 16 gün süresince her gün EPS ve hücre ağırlığı gözlemlenilmiştir. Çalışmanın sonunda, *Pleurotus ostreatus* "florida" nın biomassı 22,8 g kuru ağırlık/l, *Pleurotus ostreatoroseus*' tan daha yüksek 16,8 g kuru ağırlık/l olduğu görülmüştür. Eksopolisakkarit (EPS) üretimi en çok 7. günde *Pleurotus ostreatoroseus*' ta 5,8 g kuru ağırlık/l iken, *Pleurotus ostreatus* "florida" nın 1,4 g kuru ağırlık/l dir (Rosado et al., 2003).

Son yıllarda mikrobiyal eksopolisakkaritlerle ve özellikle de makrofungusların ürettikleri eksopolisakkaritlerle ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Bu eksopolisakkaritlerin antitümör etkisi, hipertansiyon, hiperkolesterol bağışıklık sistemi vb. hastalıklara karşı kullanıla bilineceğini gösteren çeşitli bulgular bulunmuştur. Eksopolisakkaritlerin bu kadar önemli özelliklere sahip olmasına karşın Avrupa ülkelerinde ancak birkaç çalışmaya konu olmuştur. Ülkemizde ise makrofungusların eksopolisakkarit üretim potansiyelleri ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma, Türkiye' de yetişen makrofungusların eksopolisakkarit üretim potansiyelini tespit etmek ve besiyeri içeriğinin eksopolisakkarit ve misel üretim miktarına etki derecesini ortaya koymak gibi konular üzerine yoğunlaşmayı hedeflemektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEMLER

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan makrofungus türleri

Çalışmada kullanılan makrofungus türleri, Eskişehir, Bartın, Denizli ve Sakarya illerindeki çeşitli lokalitelerden toplanmıştır. Eskişehir'in Sivrihisar ilçesinden *Trametes versicolor*, *Paxillus panuoides*; Türkmenbaba Dağı'ndan *Clavariadelphus truncatus*, *Polyporus arcularius*, *Trametes hirsuta*, *Lenzites betulina*, *Schizophyllum commune*, *Gloeophyllum abietinum*; Meşelik koruluğundan *Pleurotus eryngii*, *Ganoderma carnosum*, *Suillus collitinus*, *Trametes versicolor*, *Fomes fomentarius*, *Antrodia serialis*; Bartın ilinin Kuşkayası Yol Anıtı mevkiinden *Ganoderma carnosum*, *Trametes versicolor*, Sakarya'ın Geyve ilçesinden, *Lentinus strigosus* ve *Cerrena unicolor* örnekleri toplanmıştır. *Pleurotus ostreatus* saf kültürü ise Agro mantarcılık (Denizli) den temin edilmiştir (Şekil 2 -17). Çizelge 1'de kaynak ve kodları ile sunulan bu makrofunguslar, eksopolisakkarit üretimi çalışmalarında kullanılmıştır.



Şekil 2. *Ganoderma carnosum*



Şekil 3. *Trametes hirsuta*



Şekil 4. *Lentinus strigosus*



Şekil 5. *Lenzites betulina*



Şekil 6. *Schizophyllum commune*



Şekil 7. *Suillus collitinus*



Şekil 8. *Trametes versicolor*



Şekil 9. *Cerrena unicolor*



Şekil 10. *Antrodia serialis*



Şekil 11. *Fomes fomentarius*



Şekil 12. *Gloeophyllum abietinum*



Şekil 13. *Pleurotus eryngii*



Şekil 14. *Polyporus arcularius*



Şekil 15. *Paxillus panuoides*



Şekil 16. *Clavariadelphus truncatus*



Şekil 17. *Pleurotus ostreatus*

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan makrofunguslar ve lokaliteleri

Mantar Türleri	Kodu	Lokalite - Kaynak	İl
<i>Ganoderma carnosum</i>	M - 88	Meşelik	Eskişehir
<i>Suillus collitinus</i>	M - 91		
<i>Trametes versicolor</i>	M - 96		
<i>Fomes fomentarius</i>	M - 100		
<i>Antrodia serialis</i>	M - 101		
<i>Pleurotus eryngii</i>	M - 102		
<i>Trametes versicolor</i>	SV - 1	Sivrihisar	
<i>Paxillus panuoides</i>	SV - 2		
<i>Clavariadelphus truncatus</i>	T - 192	Türkmenbaba Dağı	
<i>Polyporus arcularius</i>	T - 438		
<i>Trametes hirsuta</i>	T - 587		
<i>Lenzites betulina</i>	T - 700		
<i>Schizophyllum commune</i>	T – 701		
<i>Gloeophyllum abietinum</i>	T – 702		
<i>Ganoderma carnosum</i>	D - 21	Kuşkayası Yol Anıtı	Bartın
<i>Trametes versicolor</i>	D - 22		
<i>Lentinus strigosus</i>	D - 26	Geyve	Sakarya
<i>Cerrena unicolor</i>	D - 30		
<i>Pleurotus ostreatus</i>	-	Agro mantarcılık	Denizli

3.1.2. Kullanılan Besiyeri ve Kimyasal Maddeler

3.1.2.1. Besiyerleri

Çalışmada kullanılan tüm besiyerleri, içeriği distile suda çözülüp otoklavda 121 °C sıcaklıkta, 15 dakika süreyle steril edilmiştir.

Besiyeri 1: MMN Besiyeri (Modifiye Melin – Norkrans)

Glikoz	10	g
FeCl ₃ . 6H ₂ O	0,001	g
KH ₂ PO ₄	0,5	g
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,25	g
CaCl ₂	0,05	g
NaCl	0,025	g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,15	g
Agar	10	g
Distile su	1000	ml

Makrofungusların misel kültürlerini geliştirmek için kullanılmıştır. (Blaudez ve ark., 2000)

Besiyeri 2: PMP Besiyeri (Potato Malt Peptone Medium)

Malt extract	10	g
Peptone	1	g
Potato dextrose broth	24	g
Distile su	1000	ml

Makrofungus hücrelerini sıvı besiyerinde kitlesel formda büyütmek için kullanılmıştır. (Kim et al., 2002)

Besiyeri 3: MCM Besiyeri (Muschroom Complete Medium)

Glikoz	20	g
KH ₂ PO ₄	0,46	g
K ₂ HPO ₄	1	g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,5	g
Peptone	2	g
Yeast Extract	2	g
Distile su	1000	ml

Makrofungus hücrelerini sıvı besi yerinde kitlesel formda büyütmek için kullanılmıştır.
(Kim et al., 2002)

Besiyeri 4: YM Besiyeri (Yeast Extract Medium)

Glikoz	10	gr
Malt extract	3	gr
Peptone	2	gr
Yeast Extract	3	gr
Distile su	1000	ml

Makrofungus hücrelerini sıvı besi yerinde kitlesel formda büyütmek için kullanılmıştır.
(Kim et al., 2002)

Besiyeri 5: Glikoz Besiyeri (Glikoz Culture Medium)

Glikoz	39	gr
K ₂ HPO ₄	1	gr
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,2	gr
Peptone	1	gr
Yeast Extract	2	gr
Distile su	1000	ml

Makrofungus hücrelerini sıvı besiyerinde kitlesel formda büyütmek için kullanılmıştır (Maziero et al., 1999).

Besiyeri 6: PDA (Potato Dekstroz Agar)

Ticari preparat olarak elde edilen hazır besi yerinden (Merck) 39 g/l oranında tartılarak hazırlanır. Makrofungusların misel kültürlerini geliştirmek için kullanılmıştır. (Lee et al., 2003)

3.1.2.2 Kimyasal Maddeler ve Çözeltiler

Fenol çözeltisi (%5) : Glikoz tayini için kullanılmıştır.

H₂SO₄ :Glikoz tayini için kullanılmıştır.

0,1 N NaOH : Besi yeri pH nın ayarlanılmasında kullanılmıştır.

0,1 N HCl : Besi yeri pH nın ayarlanılmasında kullanılmıştır.

Etanol (%96) : Besi yerindeki eksopolisakkaritleri çöktürerek elde etmek amacıyla kullanılmıştır.

3.2. YÖNTEMLER

3.2.1. Makrofunguslardan Misel Eldesi ve Saklanması

Makrofungusları misel formunda elde etmek için, makrofunguslardan alınan doku parçaları, steril şartlarda Potato Dekstroz Agar (PDA) ve MMN agara inoküle edilmiştir. Makrofungusların yüzey sterilizasyonu, %96'lık alkol ile muamele edildikten sonra bek alevinde yakılarak gerçekleştirilmiştir. Besiyerlerine üç nokta ekimi ile inoküle edilen doku parçaları, 25 °C' de 10 gün süre ile inkübe edilmiştir.

Petrilerde büyütülen misel formları yatık PDA ve MMN tüplerinde geliştirilerek stok kültür haline getirilmiş ve + 4 °C' de saklanmıştır.

3.2.2. Çalışma Parametrelerinin Belirlenmesi

3.2.2.1. Kültürel yöntemler

EPS üretimini gerçekleştirmek için gerekli olan kültür, stok kültürden PDA besiyerine inoküle edilerek 25 °C' de 7 gün süre ile inkübe edilmiştir (Kim et al., 2005). Gelişen misellerden önceden steril edilen disk çıkarıcı ile 5 mm çapında diskler çıkarılmıştır. Çıkarılan diskler, 50 ml Potato Malt Peptone Medium (PMP) içeren 250 ml' lik erlenlere aktarılmıştır. PMP içeren 250 ml' lik erlenler çalkalamalı etüvde 25 °C' de 150 rpm çalkalama hızında 4 gün süre ile inkübe edilmiştir (Lee et al., 2003) . Dört gün sonunda gelişen hücreler homojenizatör cihazı yardımı ile aseptik koşullarda homojenize edilmiştir. Homojenizasyon ile elde edilen hücre süspansiyonu, steril pipetler yardımı ile dört farklı besiyerine % 4 (v/v) oranında inoküle edilmiştir. Bu amaçla kullanılan besiyerleri; Potato Malt Peptone Medium (PMP), Mushroom Complete Medium (MCM), Yeast Extract Medium (YM) ve Glikoz besiyeri (GM) dir (Maziero et al., 1999; Kim et al., 2002). Başlangıç besiyerlerinin pH değeri 5'e ayarlanmıştır. İnuküle edilen besiyerleri çalkalamalı etüvde 25 °C' de 150 rpm çalkalama hızında geliştirilmiş; 5, 10 ve 15 günlerde araştırma parametrelerini belirlemek için örneklenmiştir (Kim et al., 2002). Şekil. 18' de araştırma parametrelerini belirlemek için kullanılan erlenler gösterilmektedir.

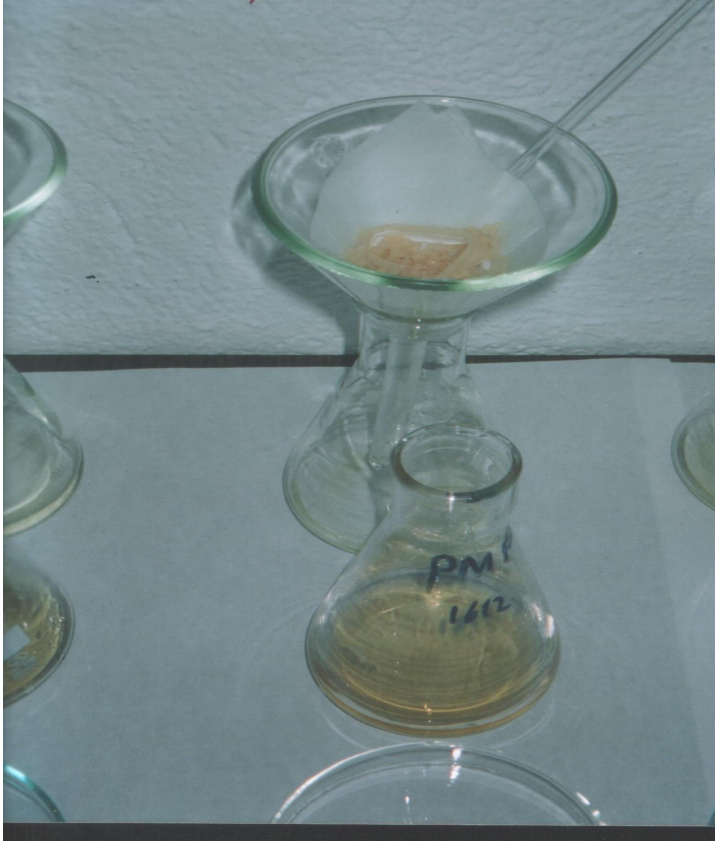


Şekil. 18’ de 5, 10 ve 15. günlerde araştırma parametrelerini belirlemek için kullanılan erlenler

3.2.2.2. Analitik Yöntemler

3.2.2.2.1. Eksopolisakkarit (EPS) üretiminin hesaplanması

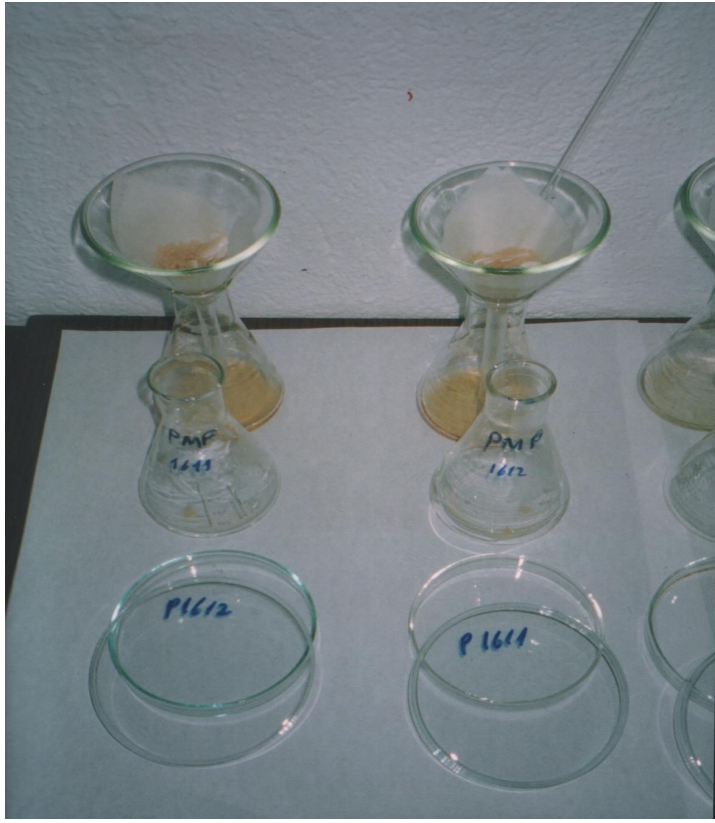
Farklı sıvı besiyerleri içeren 250 ml’ lik erlenler kurutma kağıdı yardımı ile süzülerek pellet ve süzüntü olarak iki kısma ayrılmıştır. Elde edilen süzüntü, Whatman No: 2 filtre kağıdından (Whatman International Ltd., Maidstone, UK) geçirilerek süzülmüştür (Hwang et al., 2003). Süzüntüden 4 ml. alınarak 50ml’ lik erlenlere aktarılmıştır. Her süzüntünün hacminin dört katı kadar saf etanol eklenerek vorteks ile kuvvetlice çalkalandıktan sonra bir gece boyunca 4 °C de bekletilmiştir (Lee et al., 2003). EPS, sıvı ortamdan 4500 g’ de 10 dakika santrifüjlenerek ayrılmıştır. Santrifüjleme işlemi sonucunda oluşan EPS çökeltisi, saf etanol yardımı ile kazınarak darası alınmış etiketlenen küçük şişelere aktarılmış ve etüv de 35 °C de kurutulmuştur (Kim et al., 2005). Kurutulan EPS, içinde bulunduğu şişeler ile tartılarak miktarı belirlenmiştir. Şekil 19’ da EPS miktarını belirlemek için kullanılan erlenlerdeki sıvı besiyerlerini gösterilmektedir.



Şekil 19. Kurutma kağıdı yardımı ile pelet ve süzüntü olarak ayrılan sıvı besiyeri

3.2.2.2.2. Kuru hücre ağırlıklarının hesaplanması

Çalkamalı etüvde dört farklı besiyerinde geliştirilen hücreler 5, 10 ve 15. günlerde önceden tartılmış kurutma kağıdı yardımı ile süzölmüştür. Kurutma kağıdında kalan pellet formundaki makrofungus hücreleri, distile su ile üç kez yıkanmıştır. Daha sonra sabit ağırlığa gelmesi için 70 °C sıcaklıkta bir gece kurutulduktan sonra ağırlığı tartılmıştır. Kuru misel ağırlığı, toplam ağırlıktan kurutma kağıdının ağırlığı çıkartılarak hesaplanmıştır (Kim et al., 2002; Lee et al., 2003). Şekil 20' de kurutma kağıda yardımı ile süzülen sıvı besiyerleri gösterilmektedir.



Şekil 20. Kurutma kağıda yardımı ile süzülen sıvı besiyerleri

3.2.2.2.3. pH ölçümü

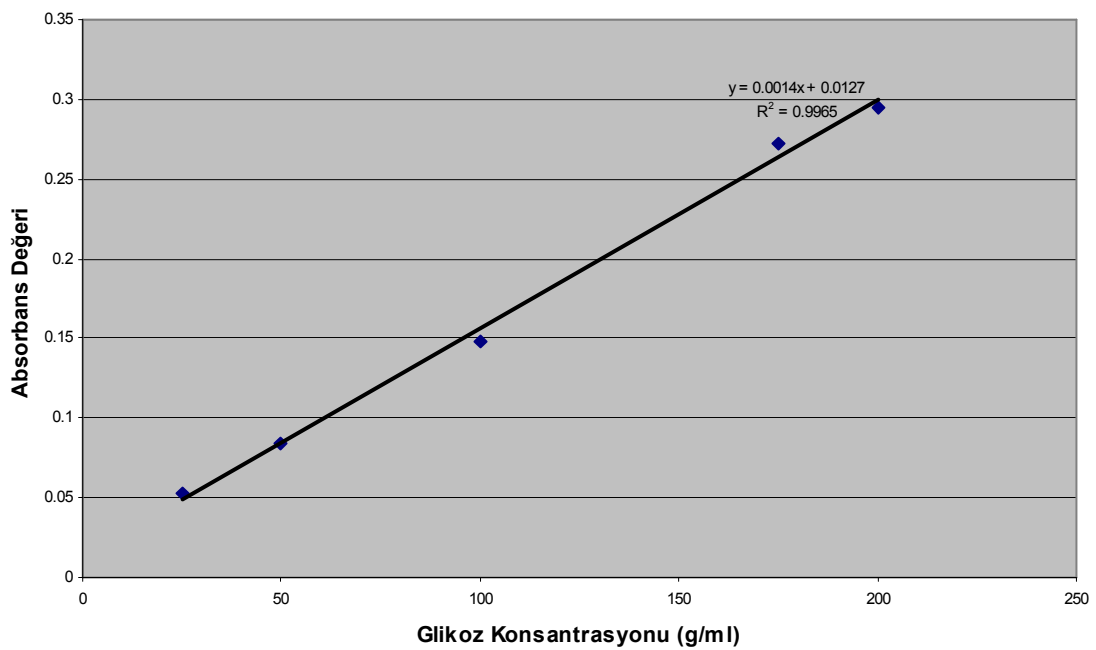
Sıvı besiyerleri hazırlanırken başlangıç pH değeri 5 olarak ayarlanmıştır. Her 5, 10 ve 15. günlerin sonunda pH değeri ölçülerek değişim gözlenmiştir (Kim et al., 2002).

3.2.2.2.4. Besiyeri toplam karbonhidrat miktarı

Besiyerinde bulunan toplam karbonhidrat değeri fenol sülfürik asit metodu ile belirlenmiştir (Dubois et al., 1956). Her biri 50 ml farklı sıvı besiyeri içeren 250 ml' lik erlenler 5, 10 ve 15. günlerde Whatman No: 2 filtre kâğıdından geçirilmiştir. Bu yolla elde edilen büyüme sıvısından 5 ml alınarak küçük şişelere konmuş ve glikoz tayini yapılincaya kadar -20 °C' de saklanmıştır.

Büyüme ortamında var olan glikoz miktarını tayin etmek için, birer ml büyüme ortamı sıvısından alınarak üstlerine % 5' lik fenol çözeltisinden 1 ml ilave edilmiştir. Daha sonra karışımın üstüne yavaşça 5 ml H₂SO₄ eklenmiştir. Tüpler, daha sonra 95

°C’ deki su banyosunda 20 dakika bekletilmiştir. Su banyosundan çıkarılan tüpler spektrofotometre yardımı ile 490 nm dalga boyunda absorbansı ölçülerek süzütünün glikoz değerleri hesaplanmıştır. Büyüme ortamında var olan glikoz miktarı, ölçülen absorbans değerinin standart eğride değerlendirilmesi yolu ile belirlenmiştir. Şekil 17’ de besiyerinde kalan glikoz miktarını belirlemek için kullanılan standart eğri gösterilmektedir.



Şekil 21. Besiyerinde bulunan toplam karbonhidrat miktarını belirlemek için kullanılan standart eğri

Tüm çalışmalar iki paralel halinde gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar elde edilen değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Çalışma verileri ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, farklı dört sıvı besiyerine inokule edilen toplam 19 farklı makrofungus izolatının inkübasyonun 5, 10 ve 15. günlerinde, eksopolisakkarit miktarı, hücre kuru ağırlığı, pH değeri ve glikoz miktarları belirlenmiştir.

4.1. Eksopolisakkarit (EPS) Üretimi

Farklı besiyerlerinden 5, 10 ve 15., günlerdeki eksopolisakkarit (EPS) değerleri ölçülmüştür. Deneyler sonucunda elde edilen EPS değerleri çizelge 2’ de sunulmuştur.

Çizelge 2. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde eksopolisakkarit (EPS) üretim değerleri

Çalışılan Makrofungus Türleri ve Geliştirildikleri Besiyerleri	EPS(g/l)		
<i>Ganoderma carnosum</i> (M88)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,5275 ± 0,32	0,465 ± 0,40	0,37 ± 0,06
MCM	0,295 ± 0,00	1,118 ± 0,16	1,11 ± 0,09
YM	0,2325 ± 0,11	1,0475 ± 0,18	0,97 ± 0,11
GM	1,05 ± 0,74	2,4675 ± 0,58	1,175 ± 0,16
<i>Polyporus arcularius</i> (T438)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,385 ± 0,11	0,422 ± 0,02	0,452 ± 0,03
MCM	0,582 ± 0,11	0,445 ± 0,01	0,395 ± 0,00
YM	0,302 ± 0,06	0,34 ± 0,00	0,372 ± 0,10
GM	1,927 ± 0,30	1,47 ± 0,97	1,23 ± 0,00
<i>Trametes hirsuta</i> (T587)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,382 ± 0,00	0,4 ± 0,00	0,535 ± 0,16
MCM	0,627 ± 0,038	0,2 ± 0,00	0,41 ± 0,00
YM	0,39 ± 0,01	0,305 ± 0,00	0,235 ± 0,00
GM	1,442 ± 0,35	1,075 ± 0,07	0,952 ± 0,10
<i>Lentinus strigosus</i> (D26)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,517 ± 0,08	0,482 ± 0,13	0,445 ± 0,12
MCM	0,495 ± 0,09	0,417 ± 0,02	0,372 ± 0,06
YM	0,425 ± 0,00	0,38 ± 0,07	0,227 ± 0,07
GM	1,192 ± 0,32	1,07 ± 0,14	1,062 ± 0,17

Çizelge 2. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde eksopolisakkarit (EPS) üretim değerleri (Devam)

<i>Lenzites betulina</i> (T700)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,79 ± 0,16	0,595 ± 0,40	0,322 ± 0,06
MCM	0,21 ± 0,02	0,272 ± 0,08	0,45 ± 0,14
YM	0,17 ± 0,04	0,152 ± 0,04	0,142 ± 0,06
GM	0,65 ± 0,02	0,837 ± 0,15	0,94 ± 0,05
<i>Schizophyllum commune</i> (T701)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,87 ± 0,04	1,12 ± 0,06	2,862 ± 2,06
MCM	0,388 ± 0,04	0,387 ± 0,08	0,602 ± 0,05
YM	0,318 ± 0,01	0,314 ± 0,02	0,302 ± 0,21
GM	0,613 ± 0,00	0,692 ± 0,03	0,75 ± 0,12
<i>Suillus collitinus</i> (M91)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,337 ± 0,04	0,325 ± 0,00	0,277 ± 0,02
MCM	1,17 ± 0,30	0,498 ± 0,09	0,247 ± 0,04
YM	0,312 ± 0,01	0,462 ± 0,04	0,572 ± 0,05
GM	1,022 ± 0,32	1,097 ± 0,25	1,196 ± 0,13
<i>Trametes versicolor</i> (M96)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	1,02 ± 0,29	0,863 ± 0,19	0,261 ± 0,06
MCM	0,79 ± 0,02	0,579 ± 0,13	0,327 ± 0,05
YM	1,057 ± 0,35	0,789 ± 0,15	0,458 ± 0,10
GM	1,14 ± 0,19	1,235 ± 0,06	1,675 ± 0,34
<i>Trametes versicolor</i> (D22)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	1,375 ± 0,38	0,902 ± 0,01	0,187 ± 0,01
MCM	1,595 ± 0,00	0,395 ± 0,27	0,175 ± 0,09
YM	0,212 ± 0,05	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
GM	0,997 ± 0,11	1,482 ± 0,11	2,025 ± 0,01
<i>Ganoderma carnosum</i> (D21)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	2 ± 0,54	0,172 ± 0,01	0,132 ± 0,01
MCM	2,29 ± 0,51	0,287 ± 0,12	0,305 ± 0,17
YM	1,825 ± 0,58	0,012 ± 0,01	0,140 ± 0,07
GM	3,54 ± 0,60	1,145 ± 0,18	1,036 ± 0,25
<i>Cerrena unicolor</i> (D30)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,175 ± 0,13	0,3 ± 0,21	0,264 ± 0,24
MCM	1,195 ± 0,94	0,45 ± 0,00	0,087 ± 0,03
YM	0,387 ± 0,54	0,00 ± 0,00	0,047 ± 0,06
GM	2,135 ± 1,11	0,745 ± 0,14	0,72 ± 0,31

Çizelge 2. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde eksopolisakkarit (EPS) üretim değerleri (Devam)

<i>Antrodia serialis</i> (M101)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,98 ± 0,38	0,215 ± 0,04	0,1 ± 0,00
MCM	1,047 ± 0,73	0,505 ± 0,07	0,25 ± 0,17
YM	0,40 ± 0,04	0,061 ± 0,00	0,02 ± 0,03
GM	0,925 ± 0,41	0,8 ± 0,00	0,817 ± 0,24
<i>Fomes fomentarius</i> (M100)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,432 ± 0,10	0,017 ± 0,02	0,00 ± 0,00
MCM	0,087 ± 0,10	0,11 ± 0,08	0,147 ± 0,10
YM	0,3 ± 0,04	0,067 ± 0,01	0,035 ± 0,00
GM	0,585 ± 0,22	0,732 ± 0,16	1,602 ± 0,01
<i>Gloeophyllum abietinum</i> (T702)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	1,6975±0,427	0,6975±0,166	0,147 ± 0,00
MCM	0,21±01,096	0,625±0,41	0,217 ± 0,11
YM	2,162±0,053	1,525±0,091	0,412 ± 0,17
GM	3,805±0,65	1,315±0,346	1,07 ± 0,20
<i>Pleurotus eryngii</i> (M102)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,727 ± 0,08	0,922 ± 0,08	1,1 ± 0,30
MCM	0,397 ± 0,13	0,451 ± 0,03	0,515 ± 0,16
YM	0,517 ± 0,10	0,589 ± 0,03	0,677 ± 0,05
GM	0,53 ± 0,12	3,685 ± 1,20	1,98 ± 0,33
<i>Trametes versicolor</i> (SV-1)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,61 ± 0,06	0,560 ± 0,06	0,665 ± 0,00
MCM	0,492 ± 0,038	0,5 ± 0,02	0,53 ± 0,07
YM	0,437 ± 0,13	0,193 ± 0,11	0,112 ± 0,00
GM	0,977 ± 0,01	1,33 ± 0,46	2,005 ± 0,33
<i>Paxillus panuoides</i> (SV-302)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,295 ± 0,07	0,315 ± 0,03	0,4 ± 0,07
MCM	0,087 ± 0,01	0,197 ± 0,05	0,352 ± 0,06
YM	0,09 ± 0,03	0,307 ± 0,15	0,217 ± 0,07
GM	1,992 ± 0,16	1,652 ± 0,62	1,302 ± 0,36
<i>Clavariadelphus truncatus</i> (T192)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	0,275 ± 0,09	0,254 ± 0,07	0,197 ± 0,01
MCM	0,207 ± 0,03	0,177 ± 0,03	0,127 ± 0,00
YM	0,125 ± 0,03	0,272 ± 0,15	0,427 ± 0,03

GM	0,967 ± 0,01	1,33 ± 0,32	1,417 ± 0,44
----	--------------	-------------	--------------

Çizelge 2. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde eksopolisakkarit (EPS) üretim değerleri (Devam)

<i>Pleurotus ostreatus</i>	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	1,718 ± 0,13	0,792 ± 0,06	0,417 ± 0,22
MCM	1,27 ± 0,69	0,757 ± 0,17	0,332 ± 0,02
YM	0,895 ± 0,16	1,1 ± 0,18	0,827 ± 0,11
GM	3,525 ± 0,00	2,165 ± 0,22	2,06 ± 0,03

4.2. Hücre Kuru Ağırlığı

Çalışmada 19 makrofungus türü, dört farklı sıvı besiyerlerinde inkübe edilmiştir. İnkübasyonun 5, 10 ve 15. günlerde kuru hücre ağırlıkları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen kuru hücre ağırlığı çizelge 3’de sunulmuştur.

Çizelge 3. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde hücre kuru ağırlığı değerleri

Çalışılan Makrofungus Türleri ve Geliştirildikleri Besiyerleri	Hücrelerin ağırlığı (g/l)		
<i>Ganoderma carnosum</i> (M88)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	3,474 ± 3,85	4,006 ± 0	4,878 ± 0,88
MCM	0,706 ± 0,49	1,997 ± 0,00	5,73 ± 0,00
YM	0,953 ± 0,90	2,554 ± 0	3,769 ± 0,00
GM	1,385 ± 0,55	7,124 ± 4,58	8,149 ± 6,16
<i>Polyporus arcularius</i> (T438)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	5,900 ± 1,33	8,381 ± 0,97	7,335 ± 0,42
MCM	1,4933 ± 0,64	4,174 ± 0,00	4,192 ± 0,00
YM	3,648 ± 0,00	4,878 ± 0,20	2,729 ± 0,08
GM	0,888 ± 0,04	0,588 ± 0,00	0,424 ± 0,00
<i>Trametes hirsuta</i> (T587)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	7,487 ± 0,26	7,346 ± 1,99	1,178 ± 0,15
MCM	3,803 ± 0,25	5,498 ± 0,00	2,782 ± 0,00
YM	5,099 ± 0,15	2,26 ± 0,05	1,864 ± 0,37
GM	4,377 ± 0,32	5,851 ± 0,19	5,868 ± 0,45

Çizelge 3. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde hücre kuru ağırlığı değerleri (Devam)

<i>Lentinus strigosus</i> (D26)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	7,238 ± 2,20	9,844 ± 0,00	10,54 ± 1,22
MCM	2,97 ± 1,07	4,585 ± 0,30	4,985 ± 0,92
YM	5,906 ± 0,32	4,997 ± 0,66	4,255 ± 0,16
GM	3,302 ± 0,66	4,452 ± 1,11	4,847 ± 1,31
<i>Lenzites betulina</i> (T700)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	1,491 ± 0,00	5,510 ± 0,97	5,507 ± 0,17
MCM	2,563 ± 1,76	4,500 ± 0,85	3,429 ± 1,36
YM	1,511 ± 0,07	1,387 ± 1,11	0,924 ± 0,00
GM	3,019 ± 0,38	2,978 ± 0,40	2,137 ± 2,59
<i>Schizophyllum commune</i> (T701)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	14,679 ± 0,44	13,411 ± 0,43	10,835 ± 0,56
MCM	6,430 ± 1,47	3,365 ± 0,90	2,662 ± 0,44
YM	4,089 ± 1,05	3,972 ± 1,63	1,498 ± 0,67
GM	10,012 ± 0,20	10,107 ± 2,34	6,885 ± 1,96
<i>Suillus collitinus</i> (M91)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	5,955 ± 0,71	5,908 ± 1,12	7,986 ± 0,56
MCM	2,322 ± 1,01	3,467 ± 0,00	5,1 ± 0,78
YM	3,466 ± 0,22	3,829 ± 0,00	3,903 ± 0,21
GM	1,253 ± 0,46	1,428 ± 0,35	4,379 ± 0,62
<i>Trametes versicolor</i> (M96)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	6,143 ± 0,17	9,447 ± 0,08	5,255 ± 0,19
MCM	2,209 ± 0,42	3,9 ± 0,42	4,154 ± 0,22
YM	2,151 ± 0,64	3,847 ± 0,30	3,749 ± 0,61
GM	1,130 ± 0,10	1,956 ± 0,08	2,566 ± 1,06
<i>Trametes versicolor</i> (D22)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	5,974 ± 0,60	9,203 ± 0,97	8,645 ± 0,87
MCM	4,578 ± 0	4,298 ± 0,36	4,81 ± 0,52
YM	4,22 ± 0,63	5,293 ± 0,24	3,897 ± 1,25
GM	2,767 ± 1,03	5,859 ± 0,31	6,633 ± 1,29
<i>Ganoderma carnosum</i> (D21)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	1,457 ± 0,23	3,195 ± 0,44	3,235 ± 0,92
MCM	0,056 ± 0,03	3,983 ± 0,39	4,335 ± 0,49
YM	2,213 ± 0,45	1,824 ± 1,34	1,164 ± 0,14
GM	1,054 ± 0,29	1,96 ± 0,23	2,067 ± 0,42

Çizelge 3. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde hücre kuru ağırlığı değerleri (Devam)

<i>Cerreana unicolor</i> (D30)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	4,489 ± 0,97	6,861 ± 0,65	5,826 ± 0,72
MCM	1,745 ± 0,27	2,735 ± 0,87	2,158 ± 0,99
YM	6,214 ± 2,37	5,096 ± 0,38	4,328 ± 0,49
GM	1,054 ± 0,82	4,685 ± 0,22	4,651 ± 0,44
<i>Antrodia serialis</i> (M101)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	6,094 ± 0,17	6,072 ± 2,29	2,819 ± 0,43
MCM	3,873 ± 0,45	3,85 ± 1,18	3,023 ± 0,04
YM	3,234 ± 0,37	3,011 ± 0,21	1,658 ± 0,40
GM	1,793 ± 0,74	2,893 ± 0,93	5,19 ± 0,67
<i>Fomes fomentarius</i> (M100)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	6,094 ± 0,76	5,234 ± 1,47	4,2 ± 1,6
MCM	2,929 ± 0,25	4,293 ± 1,91	5,763 ± 0,55
YM	3,291 ± 0,60	5,332 ± 1,77	0,529 ± 0,39
GM	0,326 ± 0,46	3,3615 ± 0,67	5,877 ± 1,66
<i>Gloeophyllum abietinum</i> (T702)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	1,804 ± 0,35	4,695 ± 0,16	6,729 ± 0,94
MCM	0,874 ± 0,06	2,264 ± 1,94	4,607 ± 0,07
YM	0,977 ± 0,03	3,144 ± 0,78	2,113 ± 0,09
GM	1,115 ± 0,32	2,564 ± 0,38	5,882 ± 0,61
<i>Pleurotus eryngii</i> (M102)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	5,181 ± 0,13	5,1995 ± 0,26	5,132 ± 0,23
MCM	6,017 ± 1,01	5,3275 ± 0,93	4,8735 ± 0,48
YM	2,714 ± 0,02	2,343 ± 0,13	2,672 ± 0,16
GM	2,012 ± 0,27	2,23 ± 0,34	3,726 ± 0,85
<i>Trametes versicolor</i> (SV-1)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	10,715 ± 0,87	10,012 ± 2,14	11,91±0,06
MCM	4,264 ± 0,04	4,468 ± 0,25	6,197 ± 0,18
YM	4,86 ± 1,99	5,598 ± 0,22	5,891 ± 1,11
GM	2,738 ± 0,56	3,55 ± 0,88	5,08 ± 0,91
<i>Paxillus panuoides</i> (SV-302)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	9,273 ± 0,21	9,162±0,25	8,544 ± 0,25
MCM	5,316 ± 0,20	5,1295 ± 0,04	4,628 ± 0,15
YM	5,116 ± 0,14	4,908 ± 0,15	4,032 ± 0,18
GM	4,584 ± 1,19	5,364 ± 0,36	6,776 ± 0,20

Çizelge 3. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde hücre kuru ağırlığı değerleri (Devam)

<i>Clavariadelphus truncates</i> (T192)	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	10,499 ± 0,11	8,551 ± 0,60	8,122 ± 0,82
MCM	6,466 ± 0,01	6,143 ± 0,13	6,044 ± 0,14
YM	4,745 ± 0,66	4,554 ± 0,60	3,691 ± 0,12
GM	8,381 ± 0,55	8,094 ± 0,03	8,336 ± 0,28
<i>Pleurotus ostreatus</i>	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
PMP	4,904 ± 0,50	7,999 ± 0,45	10,668 ± 0,07
MCM	2,908 ± 0,36	5,13 ± 0,97	8,168 ± 0,13
YM	6,002 ± 0,18	2,935 ± 0,55	0,197 ± 0,04
GM	1,362 ± 0,18	4,456 ± 0,95	7,06 ± 1,57

4.3. pH Değişimi

Toplam 19 makrofungus izolatının farklı besiyerlerinde inkübasyonunun 5, 10 ve 15. günlerinde besiyeri pH değerleri ölçülmüştür. Farklı besiyerinde geliştirilen makrofunguslarda başlangıç pH değeri 5 olarak ayarlanmış ve misellerin gelişimi esnasında gerçekleşen pH değişimini tespit edebilmek için ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar çizelge 4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde inkübasyonun 5, 10 ve 15. günlerinde pH değerleri

Çalışılan Makrofungus Türleri ve Geliştirildikleri Besiyerleri	pH		
<i>Ganoderma carnosum</i> (M88)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,015 ± 0,51	4,6 ± 0,00	4,36 ± 0,09
MCM	4,015 ± 0,04	4,3 ± 0,00	3,86 ± 0,20
YM	4,28 ± 0,14	3,57 ± 0,26	4,53 ± 0,02
GM	4,95 ± 0,35	4,52 ± 0,01	3,11 ± 0,21
<i>Polyporus arcularius</i> (T438)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,82 ± 0,26	4,77 ± 0,12	5,47 ± 0,12
MCM	4,54 ± 0,33	5,45 ± 0,00	5,14 ± 0,00
YM	4,64 ± 0,04	5,67 ± 0,06	5,21 ± 0,09
GM	5,15 ± 0,02	5,08 ± 0,08	5,80 ± 1,27

Çizelge 4. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde inkübasyonun 5, 10 ve 15. günlerinde pH değerleri (Devam)

<i>Trametes hirsuta</i> (T587)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	3,98 ± 0,13	6,02 ± 0,38	6,54 ± 0,28
MCM	3,94 ± 0,07	4,19 ± 0,00	5,91 ± 0,00
YM	4,79 ± 0,04	9 ± 0,00	9,15 ± 0,03
GM	3,22 ± 0,03	2,38 ± 0,02	2,36 ± 0,10
<i>Lentinus strigosus</i> (D26)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,76 ± 0,26	5,55 ± 1,25	6,37 ± 0,29
MCM	4,99 ± 0,24	5,08 ± 0,07	5,40 ± 0,20
YM	4,61 ± 0,03	5,58 ± 0,32	6,70 ± 0,34
GM	3,62 ± 0,39	3,28 ± 0,07	2,96 ± 0,00
<i>Lenzites betulina</i> (T700)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,31 ± 0,07	4,45 ± 0,10	4,7 ± 0,25
MCM	4,22 ± 0,05	5,70 ± 1,66	6,62 ± 1,44
YM	3,59 ± 0,13	7,64 ± 0,16	8,43 ± 0,25
GM	3,21 ± 0,15	2,87 ± 0,00	2,87 ± 0,00
<i>Schizophyllum commune</i> (T701)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	6,43 ± 0,02	7,49 ± 0,02	7,6 ± 0,16
MCM	5,83 ± 0,07	7,46 ± 0,09	7,23 ± 0,23
YM	7,16 ± 0,00	7,38 ± 0,21	8 ± 0,12
GM	5,59 ± 0,10	6,41 ± 0,12	7,62 ± 0,21
<i>Suillus collitinus</i> (M91)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	3,96 ± 0,54	3,95 ± 0,24	4,53 ± 0,16
MCM	3,99 ± 0,15	3,91 ± 0,16	4,6 ± 0,00
YM	4,53 ± 0,04	5,56 ± 0,28	7,9 ± 0,15
GM	3,98 ± 0,05	4,07 ± 0,13	3,89 ± 0,22
<i>Trametes versicolor</i> (M96)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,55 ± 0,01	3,92 ± 0,03	5,21 ± 0,83
MCM	3,37 ± 0,14	3,34 ± 0,04	4,16 ± 0,37
YM	4,43 ± 0,26	3,97 ± 0,14	5,67 ± 0,39
GM	4,65 ± 0,10	3,78 ± 0,21	4,05 ± 0,74
<i>Trametes versicolor</i> (D22)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,45 ± 0,21	3,75 ± 0,07	4,60 ± 0,28
MCM	4,01 ± 0,00	3,8 ± 0,00	4,05 ± 0,07
YM	4,03 ± 0,14	4,3 ± 0,28	5,25 ± 0,07
GM	4,00 ± 0,14	3,30 ± 0,00	3,20 ± 0,00

Çizelge 4. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde inkübasyonun 5, 10 ve 15. günlerinde pH değerleri (Devam)

<i>Ganoderma carnosum</i> (D21)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	3,07 ± 0,27	4,73 ± 0,06	6,45 ± 1,76
MCM	3,55 ± 0,64	4,45 ± 0,02	4,52 ± 0,02
YM	3,71 ± 0,14	4,92 ± 0,28	4,45 ± 0,21
GM	3,55 ± 0,63	4,40 ± 0,07	3,10 ± 0,00
<i>Cerrena unicolor</i> (D30)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,84 ± 0,45	4,79 ± 0,86	4,45 ± 0,49
MCM	4,62 ± 0,17	5,34 ± 0,04	4,8 ± 0,14
YM	5,60 ± 1,46	4,47 ± 0,56	5,5 ± 0,28
GM	3,85 ± 0,62	4,27 ± 0,15	3,6 ± 0,14
<i>Antrodia serialis</i> (M101)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	3,86 ± 0,01	3,35 ± 0,27	6,27 ± 0,77
MCM	3,75 ± 0,15	4,45 ± 0,34	4,79 ± 0,10
YM	3,95 ± 0,37	5,17 ± 0,62	6,82 ± 0,28
GM	4,25 ± 0,64	4,07 ± 0,16	3,36 ± 0,00
<i>Fomes fomentarius</i> (M100)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,85 ± 0,03	4,36 ± 0,26	7,23 ± 0,77
MCM	4,4 ± 0,27	4,62 ± 0,24	4,91 ± 0,35
YM	4,73 ± 0,42	4,70 ± 0,22	7,97 ± 0,09
GM	6,06 ± 0,40	4,77 ± 0,16	3,89 ± 0,16
<i>Gloeophyllum abietinum</i> (T702)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,22 ± 0,07	4,34 ± 0,02	4,29 ± 0,04
MCM	4,26 ± 0,04	4,14 ± 0,23	3,95 ± 0,02
YM	4,33 ± 0,05	4,35 ± 0,07	6,72 ± 0,28
GM	4,49 ± 0,10	3,90 ± 0,07	3,13 ± 0,31
<i>Pleurotus eryngii</i> (M102)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	6,00 ± 1,27	7,35 ± 0,35	8,07 ± 0,02
MCM	3,19 ± 0,02	3,65 ± 0,14	3,72 ± 0,07
YM	7,30 ± 0,14	8,20 ± 0,42	8,10 ± 0,62
GM	2,87 ± 0,06	2,70 ± 0,14	2,66 ± 0,00
<i>Trametes versicolor</i> (SV-1)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	3,90 ± 0,00	4,80 ± 0,00	6,10 ± 0,28
MCM	4,51 ± 0,07	4,70 ± 0,28	5,01 ± 0,17
YM	4,26 ± 0,51	5,40 ± 0,84	7,30 ± 0,53
GM	4,09 ± 0,09	4,80 ± 0,42	4,07 ± 0,65

Çizelge 4. Makrofungus izolatlarının farklı sıvı besiyerlerinde inkübasyonun 5, 10 ve 15. günlerinde pH değerleri (Devam)

<i>Paxillus panuoides</i> (SV-302)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,83 ± 0,09	7,46 ± 0,03	8,05 ± 0,07
MCM	5,58 ± 0,03	6,56 ± 0,71	6,81 ± 0,29
YM	7,31 ± 0,20	7,92 ± 0,01	8,25 ± 0,07
GM	3,70 ± 0,17	4,03 ± 0,04	3,25 ± 0,02
<i>Clavariadelphus truncatus</i> (T192)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	3,81 ± 0,97	4,46 ± 0,06	7,94 ± 0,22
MCM	5,57 ± 0,82	5,23 ± 0,73	7,48 ± 0,23
YM	6,73 ± 0,45	8,04 ± 0,09	7,85 ± 0,28
GM	2,48 ± 0,04	2,54 ± 0,05	2,38 ± 0,28
<i>Pleurotus ostreatus</i>	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	5,58 ± 0,03	6,60 ± 0,38	7,98 ± 0,09
MCM	4,81 ± 0,16	5,72 ± 0,06	5,86 ± 0,26
YM	6,00 ± 1,11	5,51 ± 0,42	7,84 ± 0,50
GM	4,80 ± 0,42	4,31 ± 0,70	3,96 ± 0,31

4.4. Besiyeri Glikoz Miktarı

Sıvı besiyeri içerisindeki misel gelişirken karbon kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Mantarlar miselyal gelişim gösterirken ve eksopolisakkarit üretirken ne kadar glikoz kullandığını belirleyebilmek için inkübasyonun 5, 10 ve 15. günlerinde glikoz tayini yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen glikoz değerleri çizelge 5’ da sunulmaktadır.

Çizelge 5. Makrofungus izolatlarının inkübasyonu sırasında farklı sıvı besiyerlerindeki glikoz miktarları

Çalışılan Makrofungus Türleri ve Geliştirildikleri Besiyerleri	GLİKOZ (g/l)		
<i>Ganoderma carnosum</i> (M88)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	2,707 ± 0,84	1,885 ± 0,00	4,11 ± 2,07
MCM	1,872 ± 1,17	1,975 ± 0,51	2,67 ± 0,69
YM	2,962 ± 1,36	1,615 ± 0,29	1,587 ± 1,67
GM	4,16 ± 0,57	3,667 ± 0,80	2,607 ± 0,44

Çizelge 5. Makrofungus izolatlarının inkübasyonu sırasında farklı sıvı besiyerlerindeki glikoz miktarları (Devam)

<i>Polyporus arcularius</i> (T438)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	0,935 ± 0,47	0,770 ± 0,21	0,457 ± 0,39
MCM	1,485 ± 0,73	1,410 ± 0,00	0,190 ± 0,00
YM	0,224 ± 0,07	0,185 ± 0,01	0,177 ± 0,00
GM	5,380 ± 0,29	6,607 ± 2,75	5,095 ± 0,00
<i>Trametes hirsuta</i> (T587)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	1,261 ± 0,23	0,202 ± 0,10	0,202 ± 0,04
MCM	0,779 ± 0,02	0,247 ± 0,00	0,223 ± 0,00
YM	0,251 ± 0,01	0,279 ± 0,00	0,303 ± 0,01
GM	4,219 ± 2,26	2,183 ± 0,36	0,612 ± 0,24
<i>Lentinus strigosus</i> (D26)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	3,860 ± 0,67	0,596 ± 0,37	0,273 ± 0,02
MCM	2,962 ± 0,85	0,383 ± 0,12	0,192 ± 0,08
YM	0,616 ± 0,01	0,294 ± 0,07	0,241 ± 0,01
GM	2,903 ± 0,62	5,248 ± 1,01	6,498 ± 0,43
<i>Lenzites betulina</i> (T700)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,466 ± 1,38	2,847 ± 2,23	0,517 ± 0,21
MCM	2,638 ± 1,62	0,517 ± 0,42	0,394 ± 0,17
YM	0,616 ± 0,11	0,347 ± 0,02	0,289 ± 0,03
GM	2,956 ± 1,63	3,313 ± 1,58	3,389 ± 0,92
<i>Schizophyllum commune</i> (T701)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	0,223 ± 0,00	0,278 ± 0,05	0,251 ± 0,06
MCM	0,395 ± 0,15	0,513 ± 0,32	0,481 ± 0,20
YM	0,245 ± 0,00	0,296 ± 0,00	1,493 ± 1,78
GM	2,577 ± 0,14	0,880 ± 0,38	0,610 ± 0,21
<i>Suillus collitinus</i> (M91)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	2,445 ± 1,55	0,663 ± 0,02	0,407 ± 0,36
MCM	2,471 ± 0,76	0,402 ± 0,36	0,182 ± 0,06
YM	0,679 ± 0,01	0,246 ± 0,01	0,112 ± 0,01
GM	4,205 ± 1,94	3,078 ± 0,41	1,50315±0,43
<i>Trametes versicolor</i> (M96)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	3,586 ± 0,01	1,600 ± 0,72	0,397 ± 0,35
MCM	2,935 ± 0,21	2,196 ± 0,49	0,838 ± 0,28
YM	0,941 ± 0,49	0,226 ± 0,04	0,156 ± 0,06
GM	3,797 ± 0,68	3,733 ± 0,35	3,184 ± 1,14

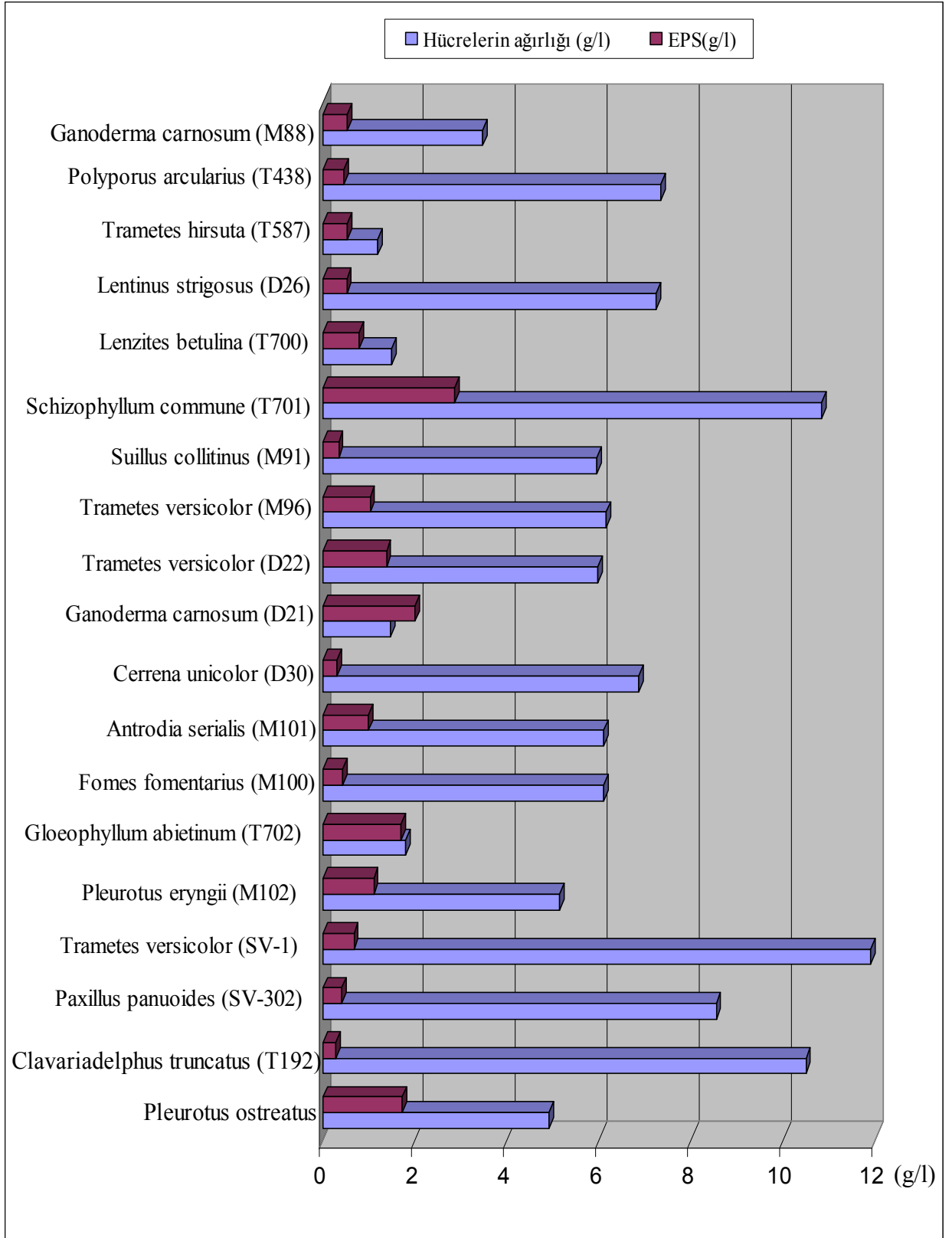
Çizelge 5. Makrofungus izolatlarının inkübasyonu sırasında farklı sıvı besiyerlerindeki glikoz miktarları (Devam)

<i>Trametes versicolor</i> (D22)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	4,642 ± 0,69	1,048 ± 0,08	0,273 ± 0,07
MCM	0,900 ± 0,02	0,696 ± 0,13	0,315 ± 0,08
YM	0,818 ± 0,01	0,529 ± 0,07	0,171 ± 0,04
GM	5,158 ± 0,64	4,940 ± 2,34	3,748 ± 0,55
<i>Ganoderma carnosum</i> (D21)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	3,788 ± 0,96	2,606 ± 0,34	0,366 ± 0,21
MCM	2,016 ± 0,25	1,500 ± 0,02	0,648 ± 0,39
YM	1,429 ± 0,36	2,488 ± 0,92	0,670 ± 0,14
GM	6,539 ± 0,75	6,546 ± 0,03	0,358 ± 0,14
<i>Cerrena unicolor</i> (D30)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	3,157 ± 2,03	2,282 ± 0,50	0,573 ± 0,45
MCM	2,641 ± 0,11	0,988 ± 0,03	0,191 ± 0,00
YM	0,270 ± 0,14	0,248 ± 0,06	0,1874 ± 0,01
GM	3,888 ± 1,27	2,144 ± 1,06	0,608 ± 0,43
<i>Antrodia serialis</i> (M101)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	0,491 ± 0,09	0,240 ± 0,03	0,214 ± 0,02
MCM	1,06 ± 0,07	0,883 ± 0,06	0,512 ± 0,25
YM	0,234 ± 0,02	0,191 ± 0,01	0,168 ± 0,01
GM	0,433 ± 0,08	0,640 ± 0,07	0,846 ± 0,23
<i>Fomes fomentarius</i> (M100)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	1,604 ± 0,59	0,538 ± 0,18	0,199 ± 0,01
MCM	1,374 ± 0,76	1,201 ± 0,18	1,752 ± 0,80
YM	0,979 ± 0,13	0,467 ± 0,13	0,212 ± 0,06
GM	1,041 ± 0,08	0,985 ± 0,20	0,994 ± 0,01
<i>Gloeophyllum abietinum</i> (T702)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	0,700 ± 0,41	0,672 ± 0,09	0,222 ± 0,01
MCM	0,471 ± 0,32	0,418 ± 0,23	0,208 ± 0,08
YM	0,185 ± 0,07	0,190 ± 0,02	0,215 ± 0,00
GM	0,334 ± 0,00	0,409 ± 0,02	0,446 ± 0,06
<i>Pleurotus eryngii</i> (M102)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	0,464 ± 0,07	0,412 ± 0,02	0,211 ± 0,03
MCM	0,209 ± 0,05	0,284 ± 0,01	0,341 ± 0,03
YM	0,225 ± 0,02	0,238 ± 0,06	0,330 ± 0,00
GM	0,371 ± 0,05	0,236 ± 0,21	0,830 ± 0,22

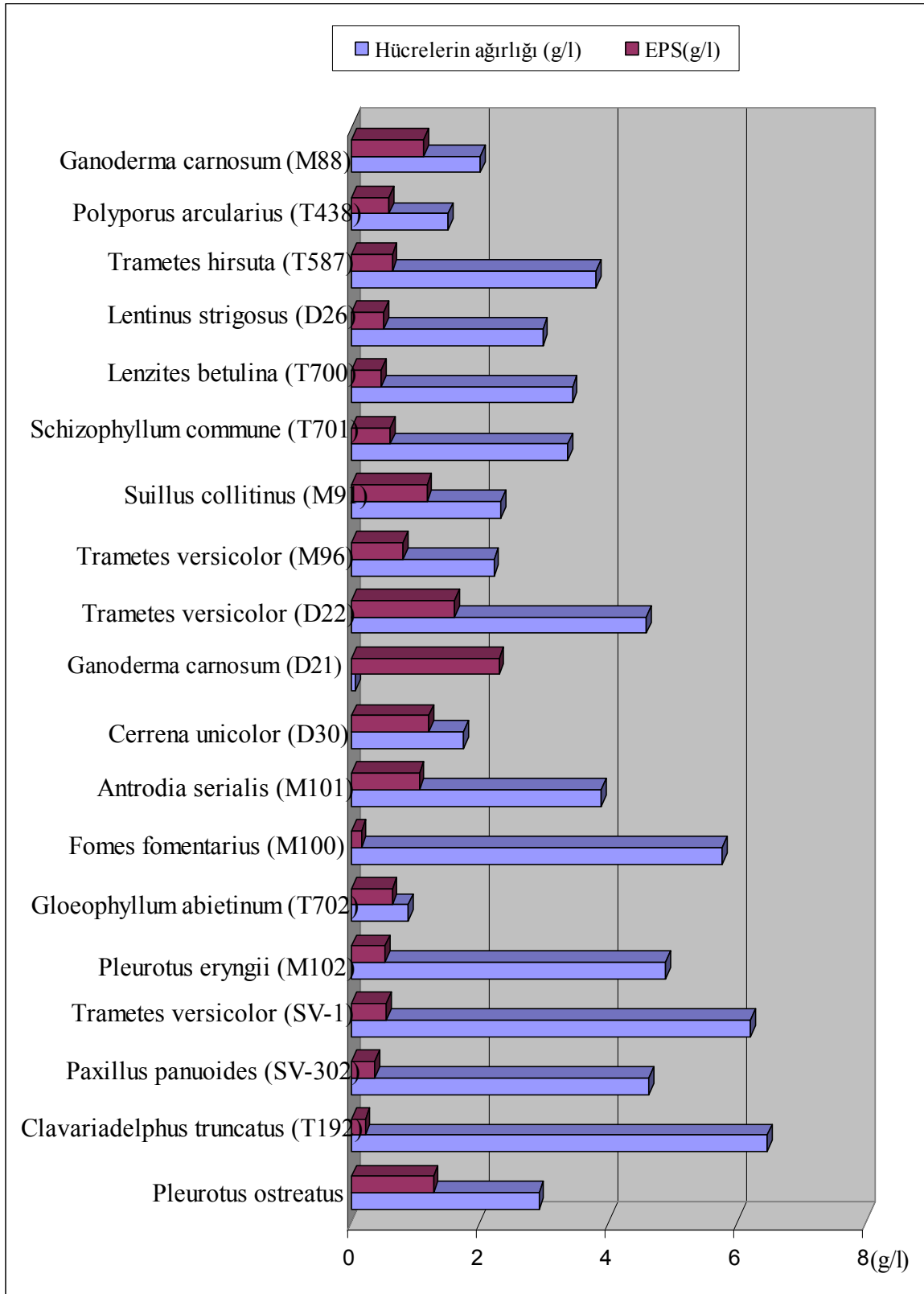
Çizelge 5. Makrofungus izolatlarının inkübasyonu sırasında farklı sıvı besiyerlerindeki glikoz miktarları (Devam)

<i>Trametes versicolor</i> (SV-1)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	1,804 ± 0,51	0,752 ± 0,11	0,249 ± 0,12
MCM	0,730 ± 0,12	0,721 ± 0,04	0,305 ± 0,08
YM	0,430 ± 0,09	0,264 ± 0,19	0,141 ± 0,03
GM	0,574 ± 0,18	1,489 ± 0,29	1,732 ± 0,23
<i>Paxillus panuoides</i> (SV-302)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	0,264 ± 0,03	0,2186 ± 0,06	0,295 ± 0,11
MCM	0,140 ± 0,02	0,118 ± 0,00	0,159 ± 0,04
YM	0,162 ± 0,04	0,223 ± 0,03	0,208 ± 0,13
GM	2,384 ± 0,84	1,228 ± 0,21	0,937 ± 0,19
<i>Clavariadelphus truncatus</i> (T192)	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	0,203 ± 0,04	0,138 ± 0,02	0,354 ± 0,19
MCM	0,127 ± 0,02	0,164 ± 0,00	0,175 ± 0,03
YM	0,235 ± 0,05	0,327 ± 0,07	0,359 ± 0,27
GM	0,906 ± 0,18	0,766 ± 0,03	0,744 ± 0,17
<i>Pleurotus ostreatus</i>	5.GÜN	10.GÜN	15.GÜN
PMP	2,09 ± 0,32	0,84 ± 0,16	0,30 ± 0,13
MCM	1,57 ± 0,04	0,24 ± 0,06	0,20 ± 0,04
YM	0,89 ± 0,26	0,37 ± 0,21	0,22 ± 0,03
GM	2,04 ± 0,16	1,75 ± 0,09	1,69 ± 0,76

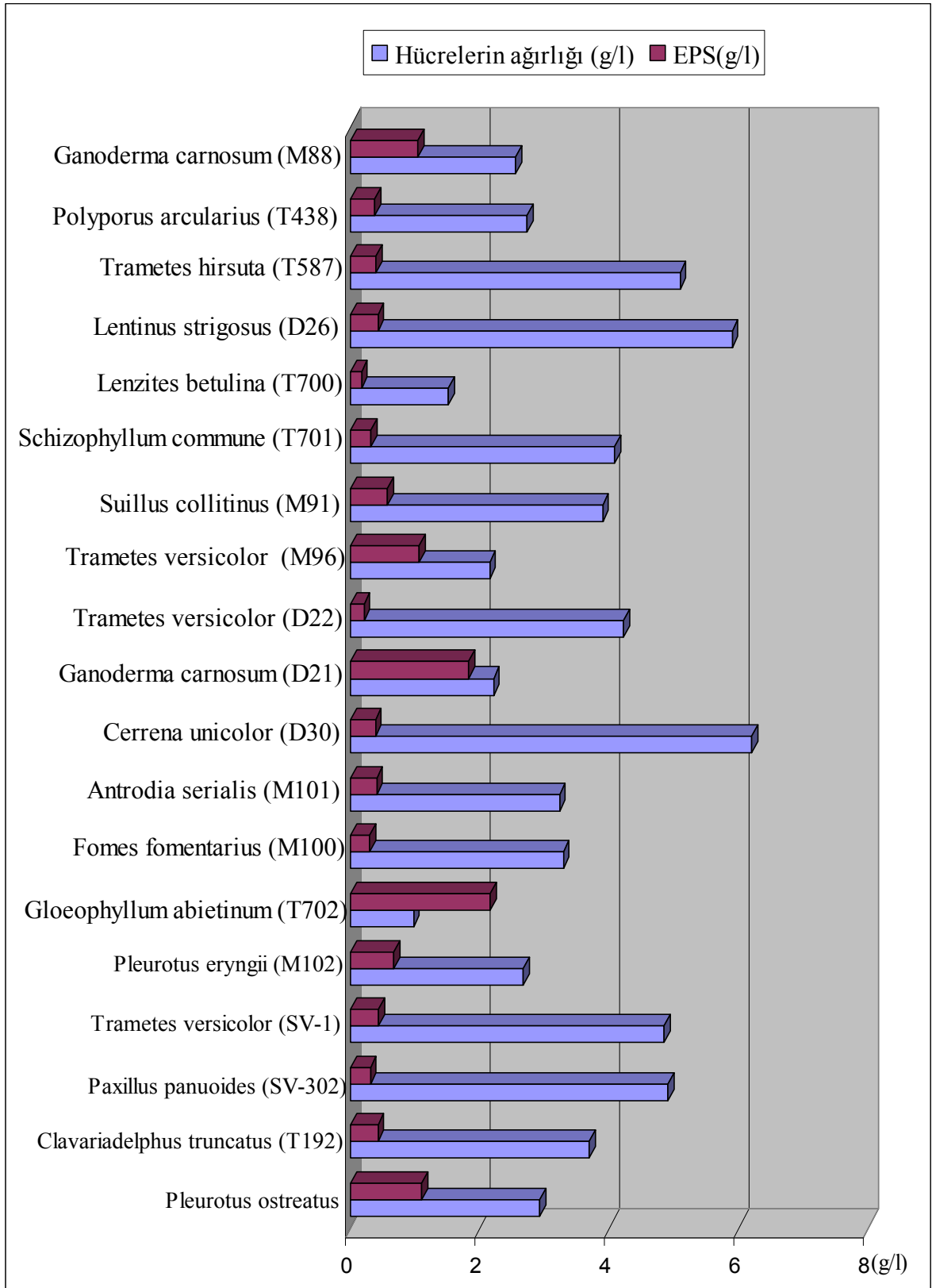
Besiyerlerinde eksopolisakkarit üretiminin besiyerindeki hücre gelişiminin az ya da çok olması ile bir ilişkisi olup olmadığı, her dört besiyeri için 19 izolatın en yüksek EPS ürettiği andaki hücre gelişimi gösteren durumlarda verilmiştir (Şekil 18-21).



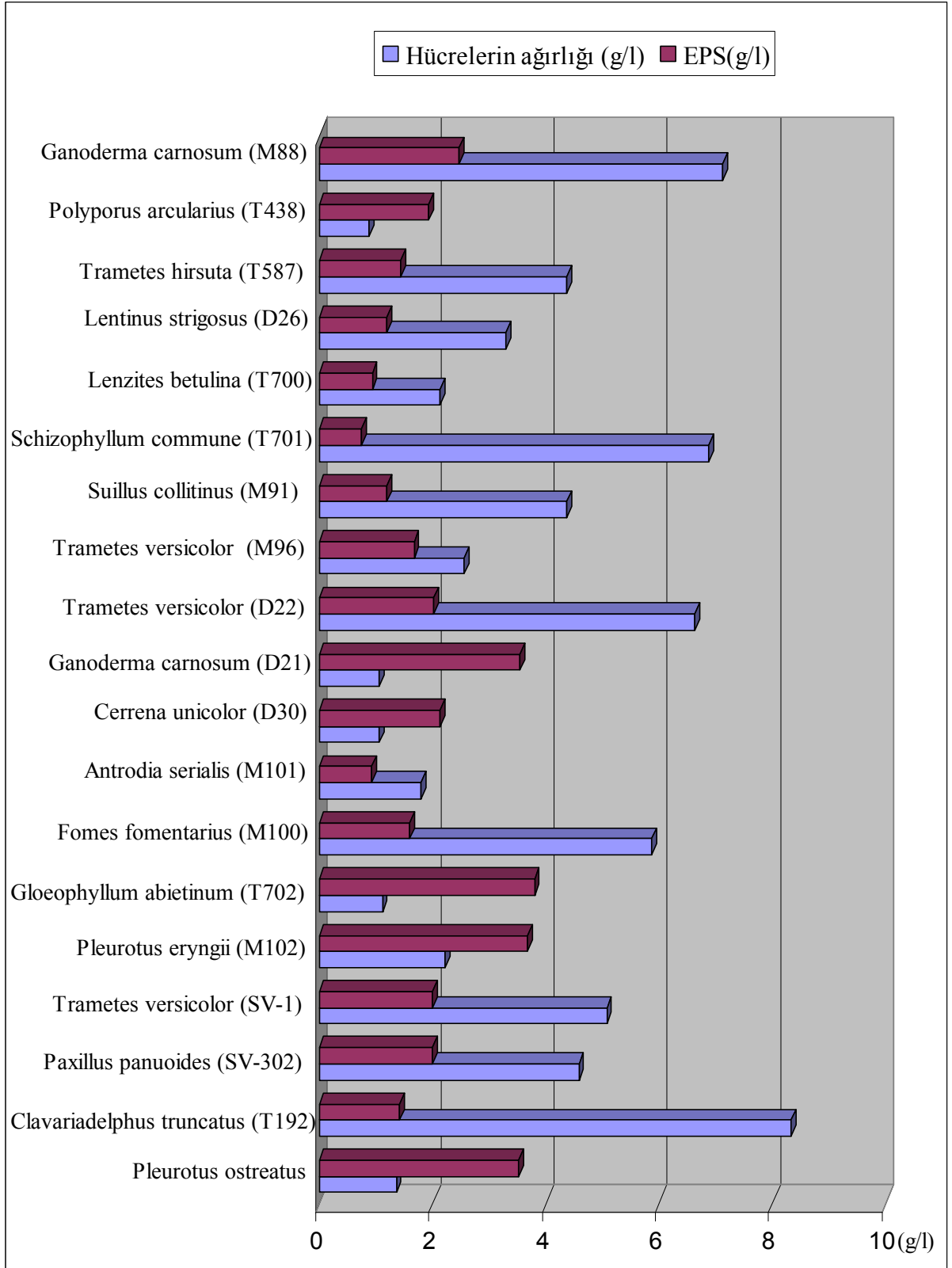
Şekil 22. İzolatların PMP' de EPS üretimi yüksek olduğu durumlarda hücre miktarları



Şekil 23. İzolatların MCM'de EPS üretimi yüksek olduğu durumda hücre miktarı



Şekil 24. İzolatların YM' de EPS üretimi yüksek olduğu durumda hücre miktarı

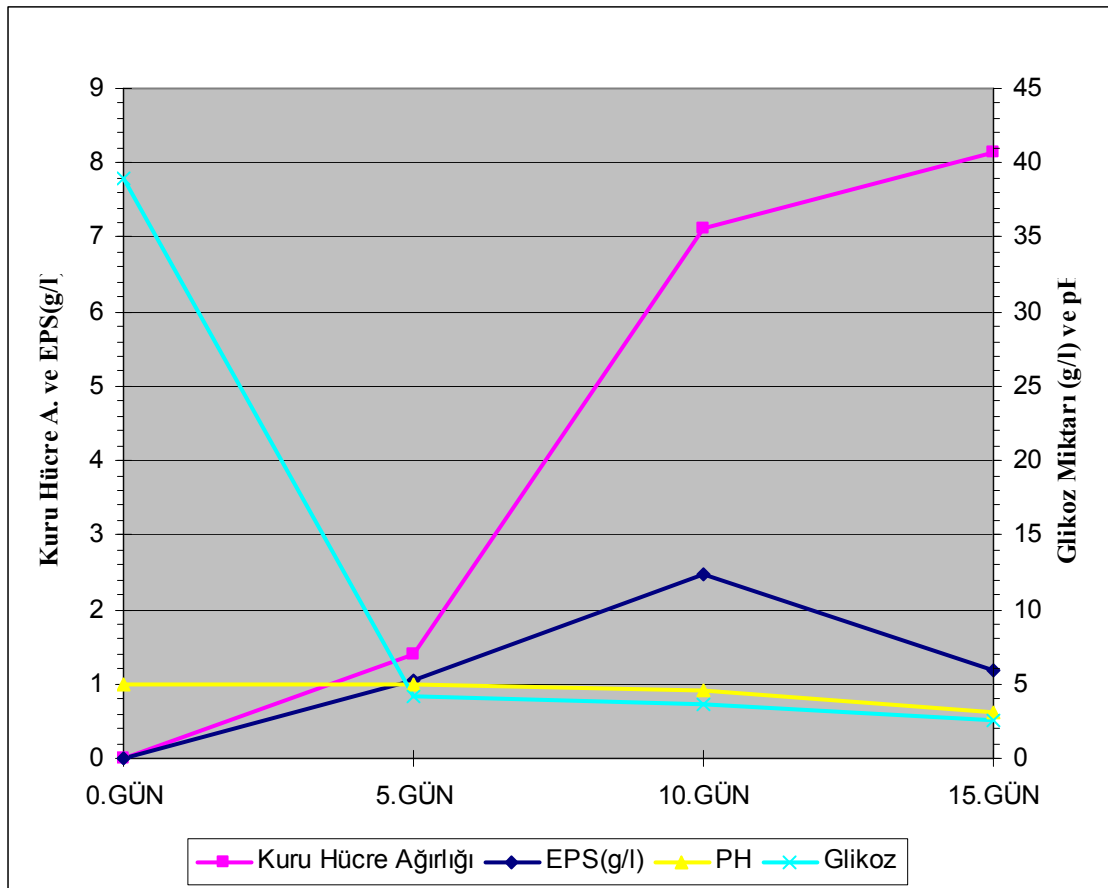


Şekil 25. İzolatların GM' de EPS üretimi yüksek olduğu durumda hücre miktarı

4.5. İzolatların En Yüksek EPS Üretim Ortamları

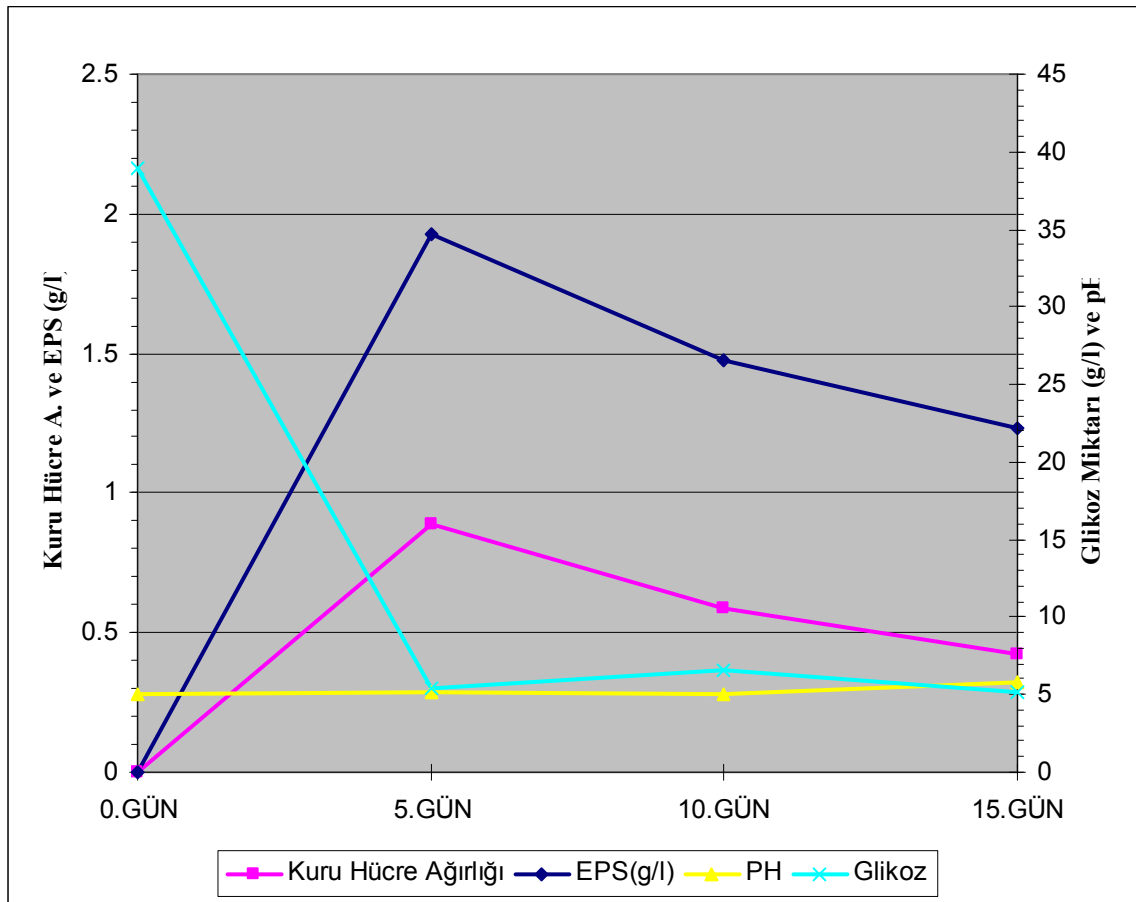
Şekil 26-44 arasında sıvı besiyerinde geliştirilen 19 izolatın en yüksek eksopolisakkarit (EPS) değerine kaçınıcı günde hangi besiyerinde ne kadar hücre ürettiği pH değeri ve glikoz miktarının oranı verilmiştir.

Ganoderma carnosum (M88), en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gösterilmektedir. En yüksek EPS üretimi 10. günde gerçekleşirken, hücre gelişimi giderek artarak 15. güne kadar devam etmesine rağmen EPS üretimi azalmıştır. Glikoz tüketimi en çok 5. günde gerçekleşmiştir ve besiyerindeki glikoz miktarı hızla azalmış 10 ve 15. günlerde ise nispeten sabit kalmıştır. pH değeri de 10. günden 15. güne kadar düşme eğilimi göstermiştir (Şekil 26).



Şekil 26. *Ganoderma carnosum* (M88) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

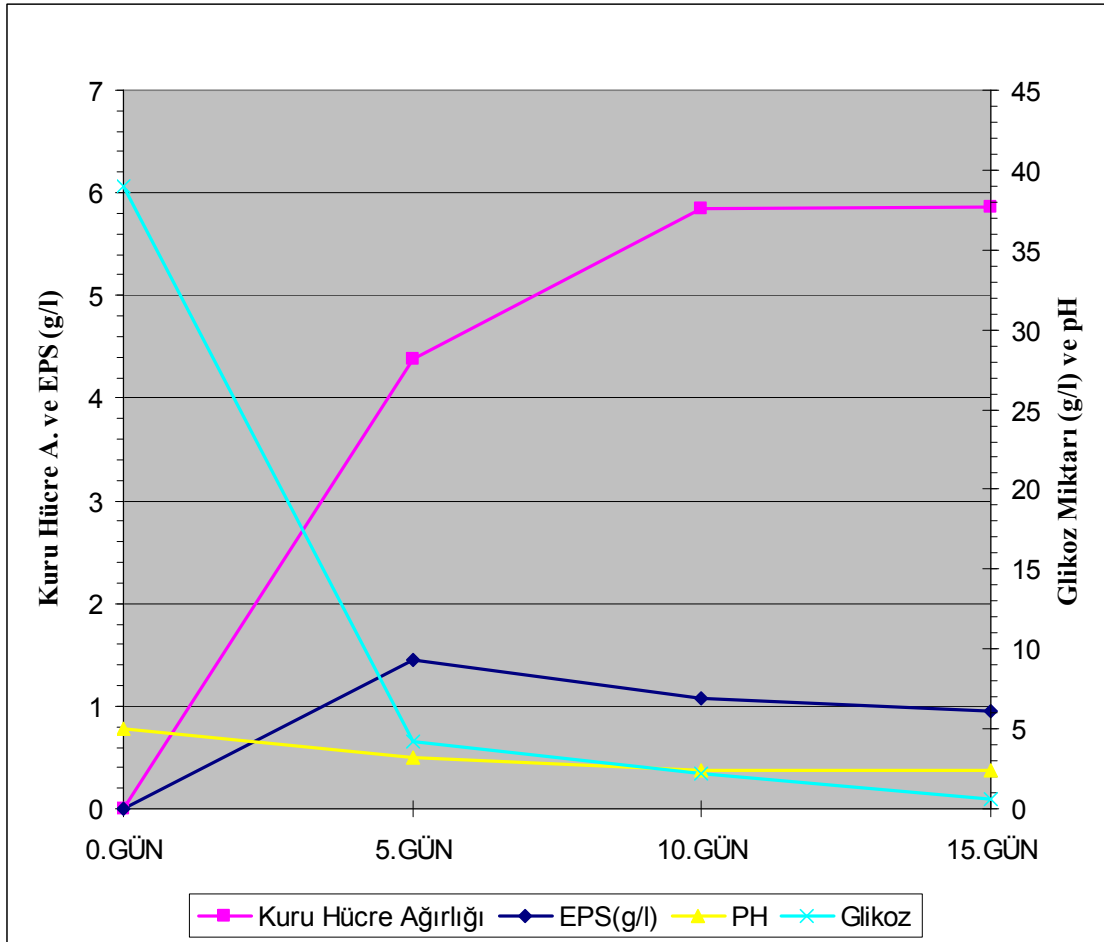
Polyporus arcularius'daki (T438) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. En yüksek EPS üretimi ve hücre gelişimi 5. günde gerçekleşirken 10 ve 15. günlerde düşme gerçekleşmektedir. Glikoz değeride 5. güne kadar çok fazla bir düşme görülürken 10 ve 15. günlerde nispeten değişim göstermemiştir. 5,10 ve 15. günlerde pH değeri nispeten 5' de kalmıştır (Şekil 27)



Şekil 27. *Polyporus arcularius* (T438) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

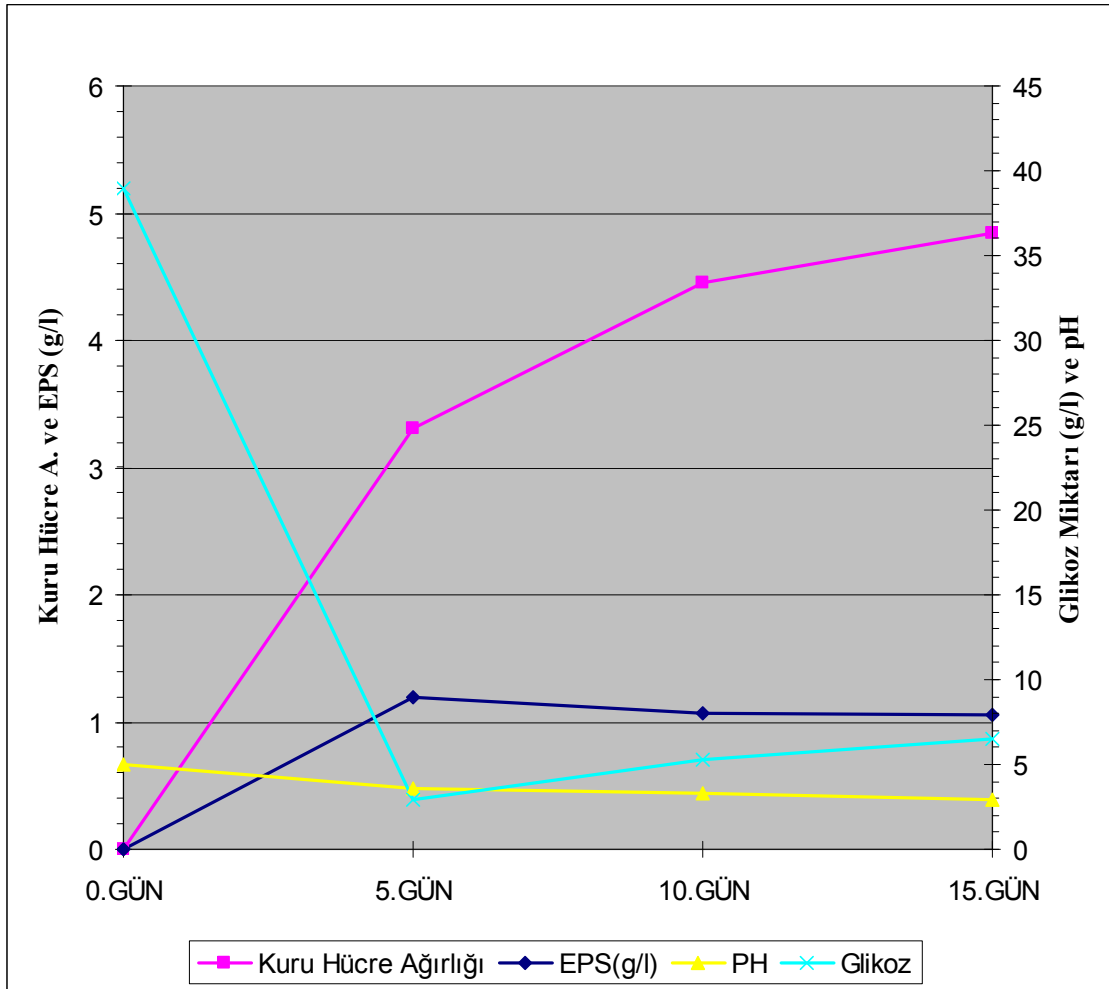
Trametes hirsuta'daki (T587) en yüksek EPS üretimini glikoz besiyerinde görülmüştür. En yüksek EPS üretimi 5. günde görülmüş 10 ve 15. günlerde düşüş göstermiştir. Hücre gelişimi 10. güne kadar artma eğilimi gösterirken 15. günde hücre gelişimi sabit kalmıştır. Besiyerindeki glikoz 5. günde çok fazla düşme gösterirken 10

ve 15. güne gelindiğinde kademeli olarak düşmeye devam etmektedir. Besiyerinin pH değeri de, 5. günden başlayarak 15. güne kadar düşme eğilimi göstermiştir (Şekil 28).



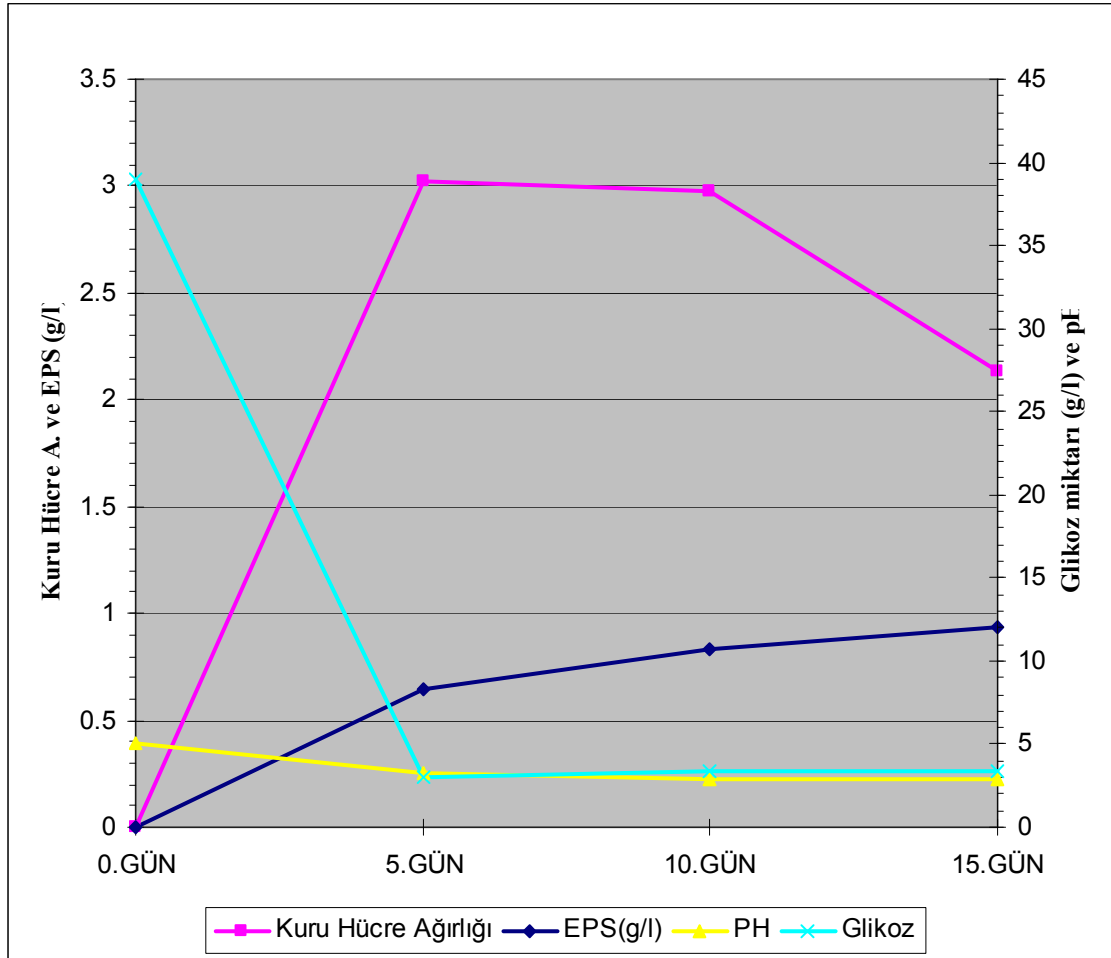
Şekil 28. *Trametes hirsuta* (T587) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Lentinus strigosus'daki (D26) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde görülmüştür. En yüksek EPS üretimi 5. günde görülmüş 10 ve 15. günlerde nispeten sabit kalmıştır. Hücre ağırlığında 5. günden itibaren artmaya başlayarak 15. güne kadar devam etmiştir. Besiyerindeki glikozda 5. gün çok büyük düşüş göstermiş 10 ve 15. günlerde az bir artış görülmüştür. Başlangıç pH değeri 5. günden başlayarak 15. güne kadar düşme eğilimi göstermiştir (Şekil 29)



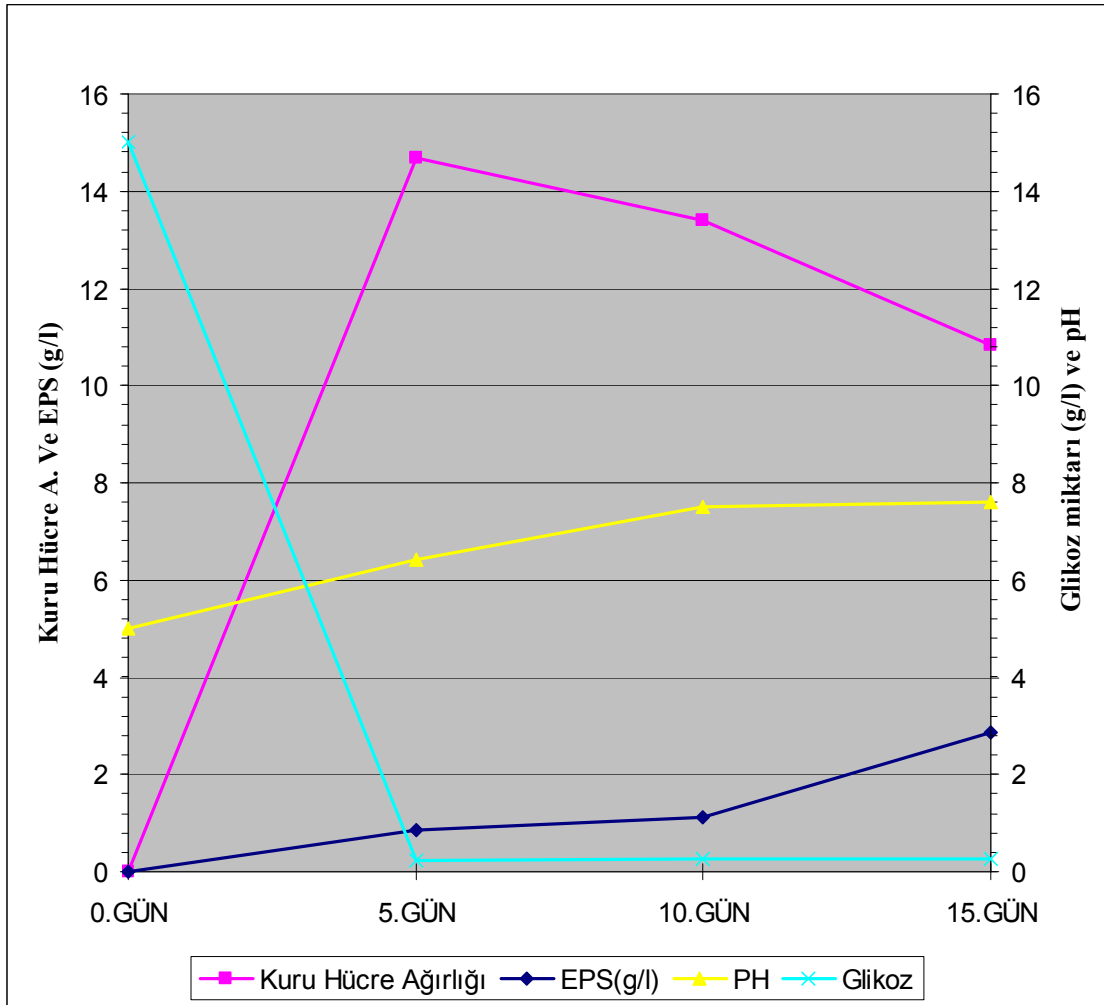
Şekil 29. *Lentinus strigosus*’daki (D26) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Lenzites betulina’daki (T700) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde görülmüştür. EPS üretimi 5. günden itibaren sürekli artarak 15. günde en yüksek değerine ulaşmaktadır. Hücre gelişimi 5. günde en yüksek değerine ulaşarak 10. güne kadar sabit kalmış daha sonra da düşmeye başlamıştır. Besiyerindeki glikoz miktarı 5. gün en yüksek düşüşü gösterirken 10 ve 15. günlerde sabit kalmıştır. Başlangıç pH değeri 5. günden itibaren 15. güne kadar düşmüştür (Şekil 30).



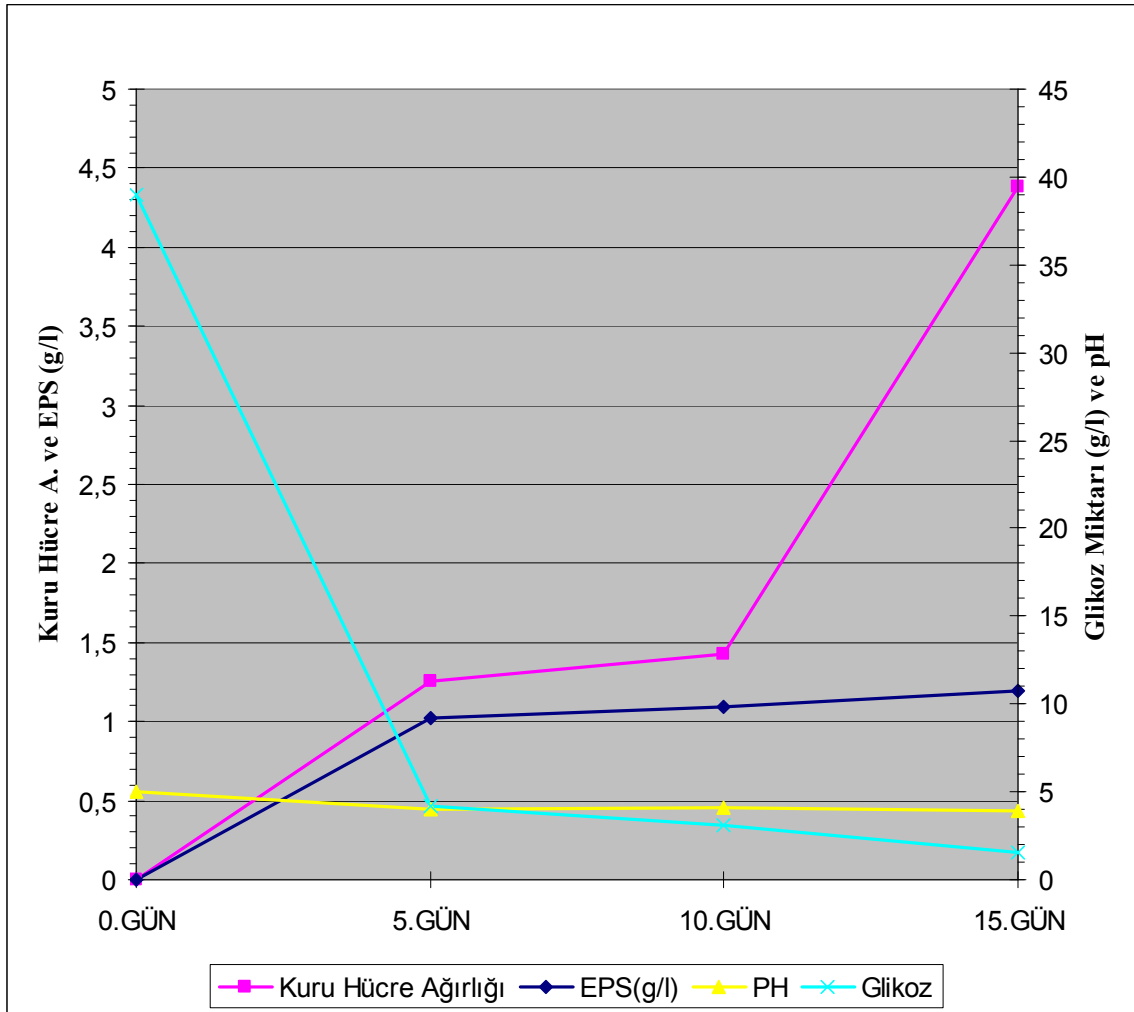
Şekil 30. *Lenzites betulina* (T700) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Schizophyllum commune'deki (T701) en yüksek EPS üretimi PMP besiyerinde görülmüştür. EPS üretimi 5. günden itibaren artmaya başlayarak 15. günde en yüksek değerine ulaşmıştır. Hücre ağırlığı 5. günde en yüksek değerine ulaşırken 10 ve 15. günlerde düşme eğilimine girmiştir. Besiyerindeki glikoz miktarı en fazla düşüşü 5. günde gerçekleştirerek sıfır değerine yaklaşmış 10 ve 15. günlerde sabit kalmıştır. Başlangıç pH değeri 5.günden itibaren artmaya başlayarak 10. günde 7 değerine yaklaşmış, 15. günde ise 8 değerine ulaşmıştır (Şekil31).



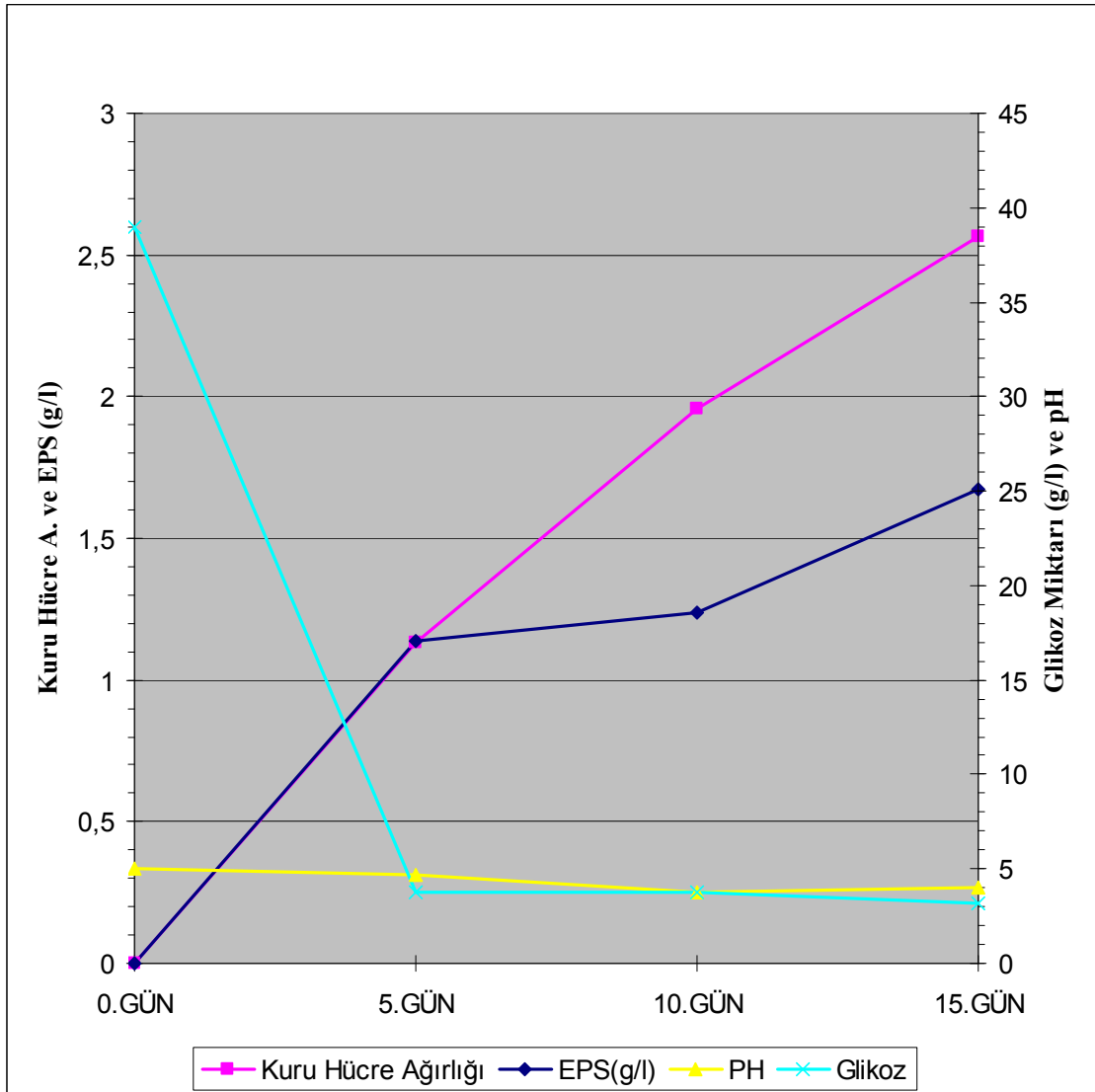
Şekil 31. *Schizophyllum commune* (T701) türünün PMP besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH

Suillus colittinus'daki (M91) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. EPS üretimi 5. güne kadar hızlı bir artış gösterirken 15. güne yaklaşıldığında daha az bir artma eğilimi göstermektedir. Besiyerindeki hücre artışı 5. günden 15. güne kadar artış eğilimi göstermekte ve en yüksek artış 10. günden 15. güne kadar olan zaman diliminde gerçekleşmektedir. Besiyerindeki glikoz miktarında 5. güne kadar daha hızlı bir azalma gerçekleşirken 15. güne kadar yavaş yavaş düşmeye devam ederek sıfır değerine yaklaşmaktadır. Besiyerindeki başlangıç pH değeri, 5. günden 15. güne kadar çok büyük bir değişim göstermemiştir (Şekil 32)



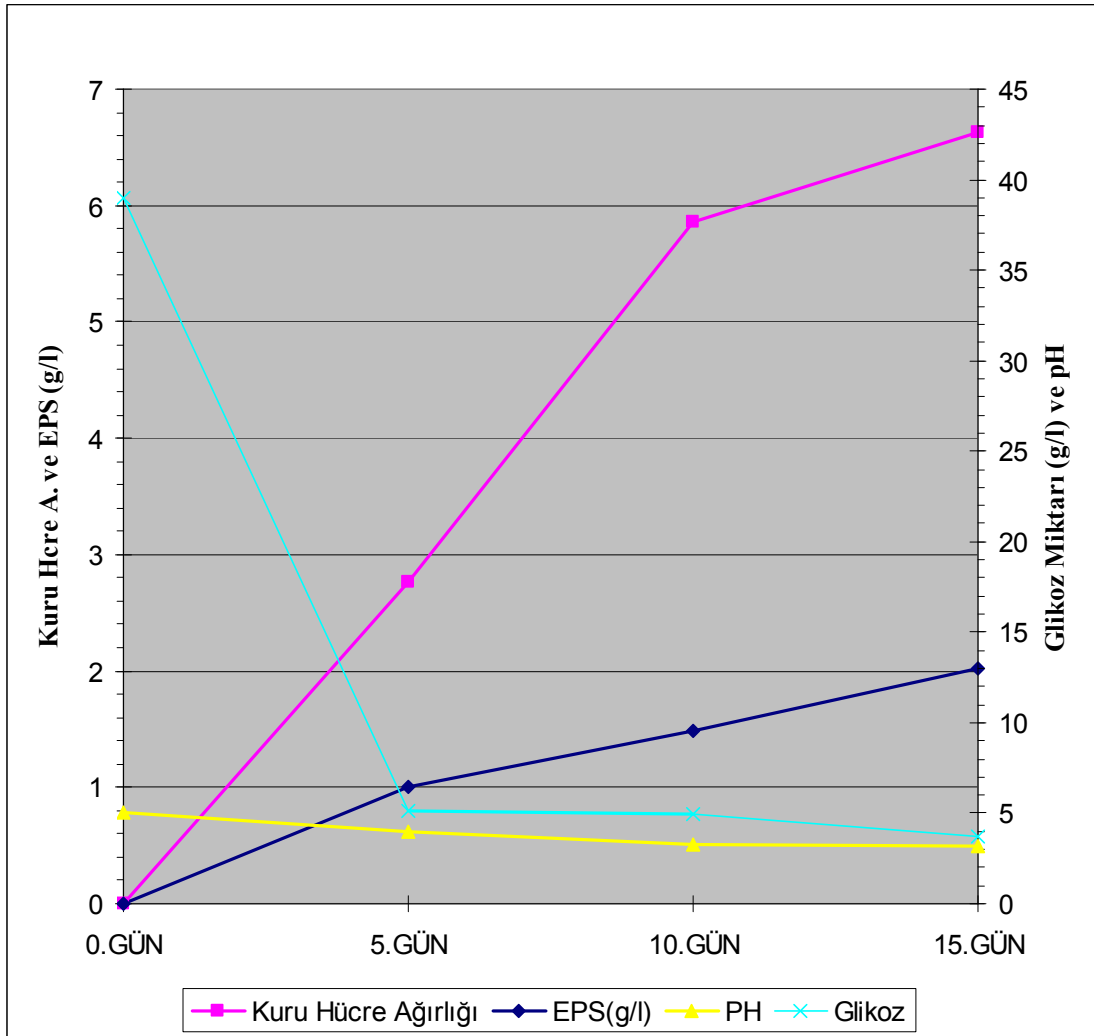
Şekil 32. *Sillus colittinus* (M91) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Trametes versicolor'daki (M96) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerindeki EPS üretimi 5. güne kadar hızlı bir artış gösterirken bu durum 5. gün ve 10. gün arasında nipten daha yavaş ilerlemiştir. 10. günden itibaren artış başlayarak 15. günde en yüksek değerine ulaşmıştır. Besiyerindeki hücre gelişimide 5, 10 ve 15. günlerde aynı oranda büyük bir büyüme göstermektedir. Glikoz miktarı 5. güne kadar çok hızlı bir düşüş gösterirken 10 ve 15. günlerde nispeten sabit kalmıştır. Besiyerindeki başlangıç pH değeri 5. günden itibaren azda olsa 15. güne kadar düşme göstermiştir (Şekil 33)



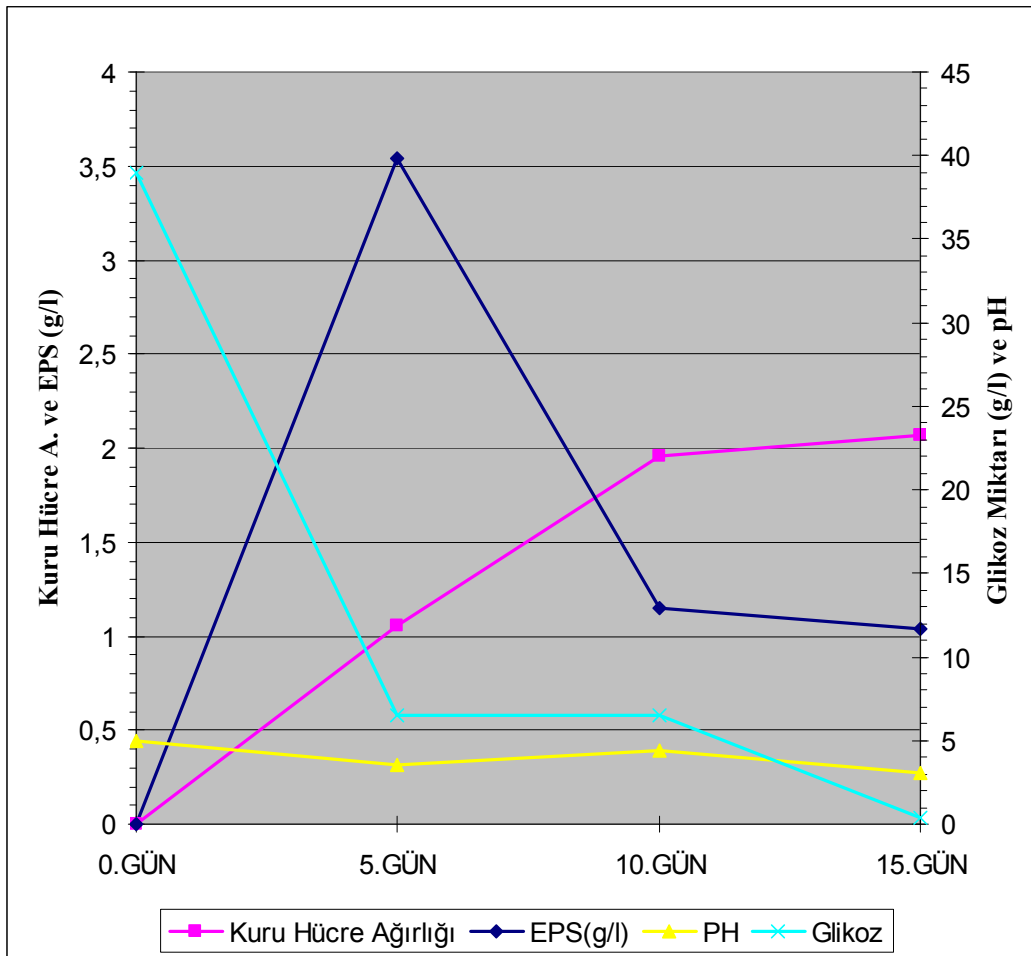
Şekil 33. *Trametes versicolor* (M96) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Trametes versicolor'daki (D22) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerindeki EPS üretimi 15. güne kadar düzenli bir artış göstermiştir. Besiyerindeki hücre gelişimi 10. güne kadar çok yüksek bir artış eğilimi gösterirken 10. günden 15. güne kadar daha az artış göstermektedir. Glikoz miktarı 5. güne kadar çok hızlı bir düşüş gösterirken 10 ve 15. günlerde daha az oranda düşmeye devam etmiştir. Besiyerindeki başlangıç pH değeri, ilk günden 15. güne kadar düşme göstermiştir (Şekil 34).



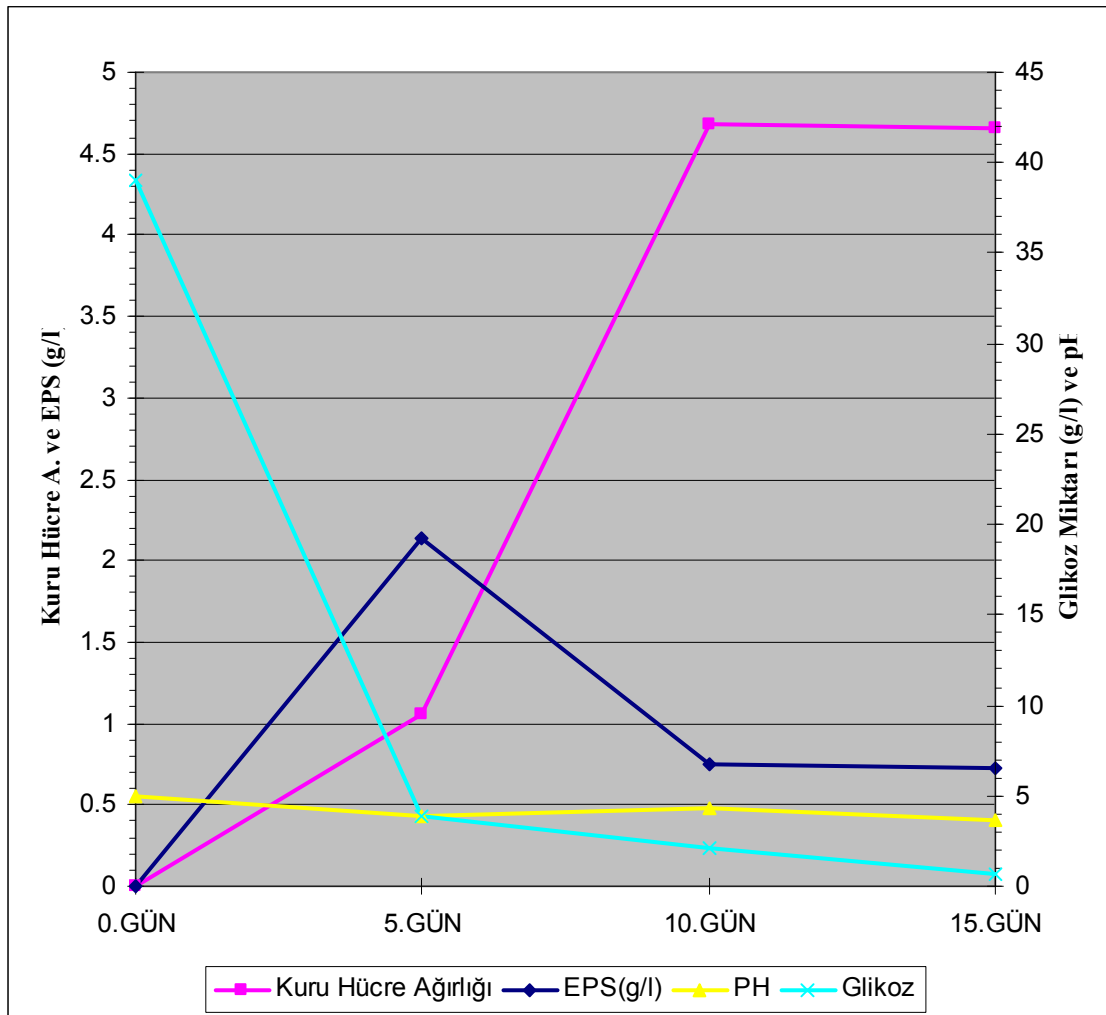
Şekil 34. *Trametes versicolor* (D22) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Ganoderma carnosum'daki (D21) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerinde EPS üretimi 5. güne kadar çok yüksek gelişim göstererek yaklaşık 3,5 g/l değerine ulaşırken, 10. güne doğru hızlı bir düşüş göstermiş ve 15. güne kadar nispeten sabit kalmıştır. Besiyerindeki hücre gelişimi 10. güne kadar doğrusal gelişme gösterirken 10. ve 15. günler arasında nispeten sabit kalmaktadır. Glikoz miktarı 5. güne kadar çok hızlı bir düşüş gösterirken 5. günden 10. güne kadar sabit kalmakta ve 15. günde sıfır değerine inmektedir. Besiyerindeki başlangıç pH değeri 5. güne kadar az miktarda düşüş göstermiş 10. günde az miktarda artış gösterirken 15. gün tekrar düşmeye başlamıştır (Şekil 35).



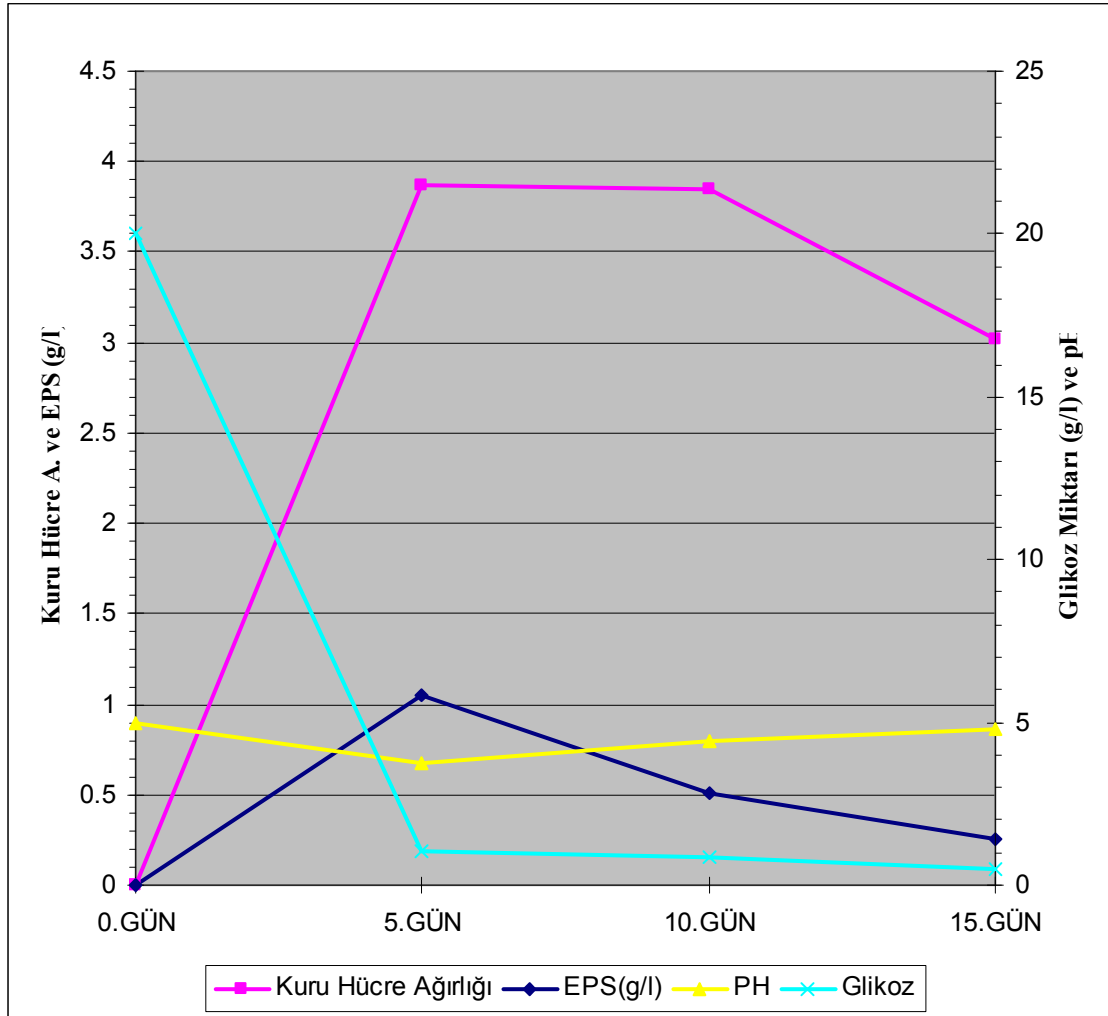
Şekil 35. *Ganoderma carnosum* (D21) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Cerrena unicolor'daki (D30) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerinde EPS üretimi 5. gün en yüksek değerini almakta 5. günden 10. güne kadar EPS üretimi düşmekte ve 15. güne kadar da nispeten sabit değerde kalmaktadır. Hücre gelişimi 5. güne kadar artmaya başlayarak 5. günden 10. güne kadar da çok daha büyük ivme kazanmakta ve 15. güne kadar da nispeten sabit kalmaktadır. Besiyerindeki glikoz 5. güne kadar çok hızlı bir düşüş gösterirken 10. günden 15. güne kadar sıfır değerine yaklaşmaktadır. Başlangıç pH değeri bir değişim göstermeyip sabit kalmıştır (Şekil 36)



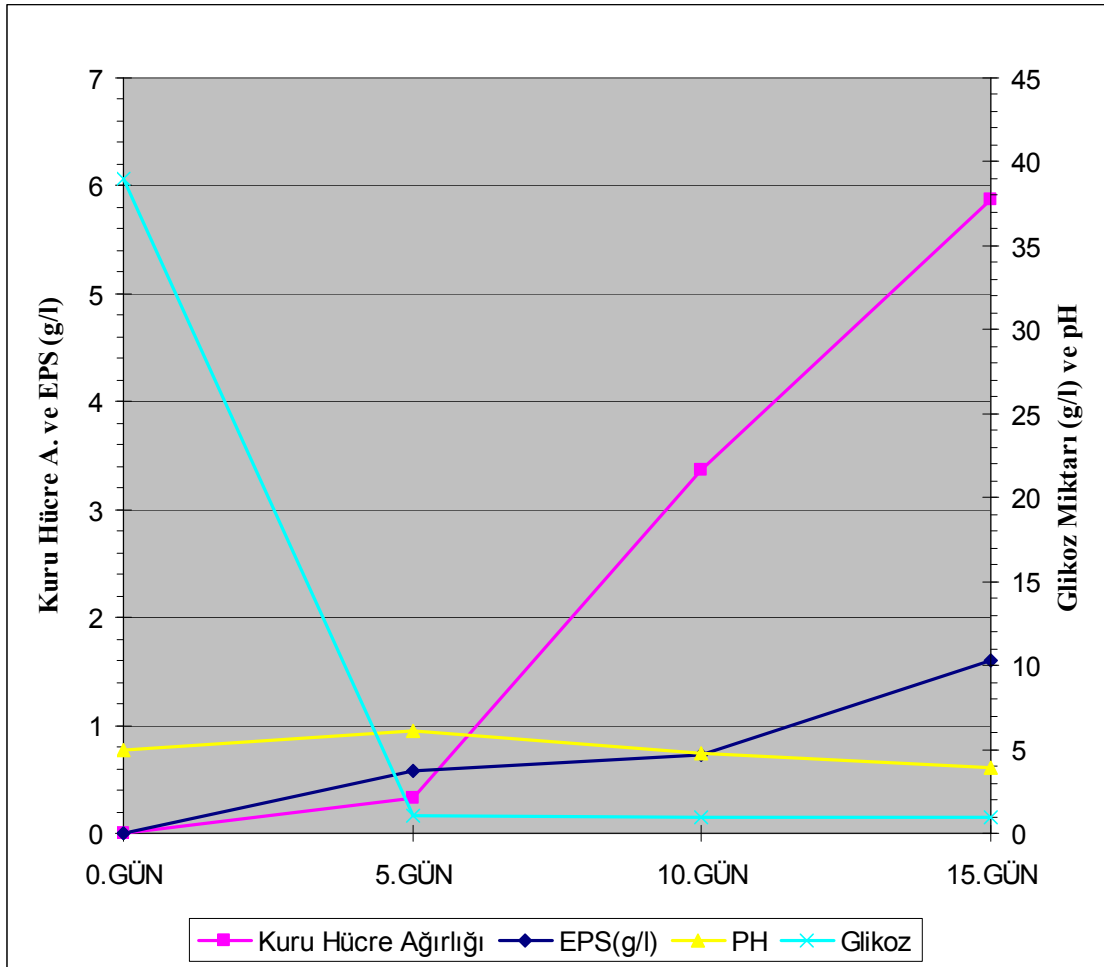
Şekil 36. *Cerrena unicolor* (D30) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH

Antrodia serialis'daki (M101) en yüksek EPS üretimi MCM besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerinde EPS üretimi 5. günde en yüksek değerine ulaşmış ve 5. günden 15. güne kadar orantılı şekilde düşmüştür. Hücre üretimi 5. gün en yüksek değerine ulaşmakta 5 ile 10. gün arasında sabit değerde kalırken 10. günden 15. güne kadar da düşmektedir. Besiyerindeki glikoz miktarı 5. güne kadar hızlı bir düşüş göstermekte ve 5. günden 15. güne kadar sıfır değerine yaklaşmaktadır. Besiyerindeki pH değeri 5. gün küçük bir düşme gösterirken 5. günden 15. güne kadarda tekrar başlangıç değeri olan 5' e yaklaşmaktadır (Şekil 37).



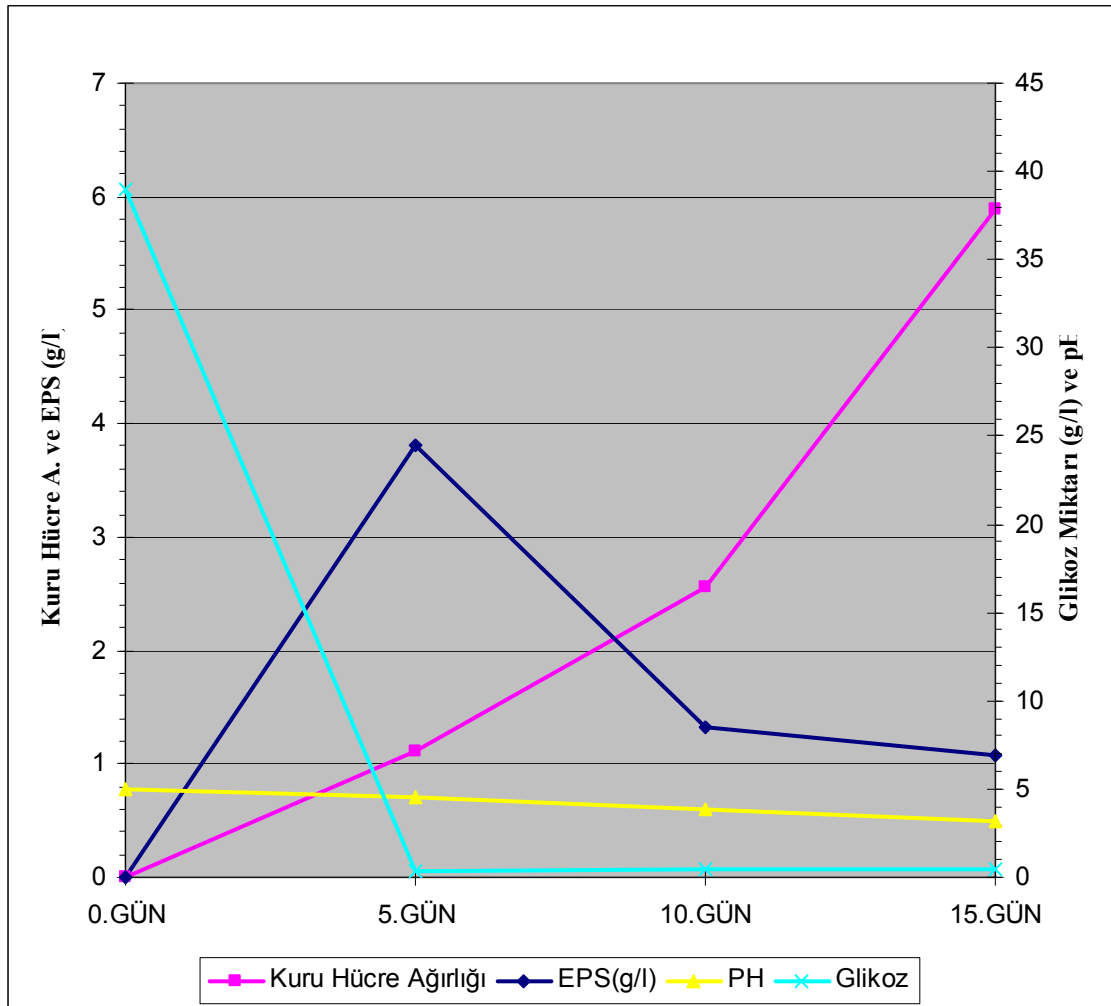
Şekil 37. *Antrodia serialis* (M101) türünün MCM besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH

Fomes fomentarius'daki (M100) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleştirmiştir. Besiyerindeki EPS üretimi 10. güne doğru kadar orantılı bir şekilde artış gösterirken 15. güne gelindiğinde daha büyük bir artış göstermektedir. Besiyerindeki hücre gelişimi 5. güne kadar az artış gösterirken 15. güne kadar daha büyük bir artış göstermektedir. Besiyerindeki glikoz miktarı 5. güne kadar çok büyük bir düşme göstererek sıfır değerine yaklaşmakta ve 5. günden 15. güne kadar da sabit kalmaktadır. Besiyerindeki pH değeri 5. gün az bir yükselme göstermekte 10 ve 15. gün düşmeye başlayarak pH değeri 5' in altına düşmektedir (Şekil 38).



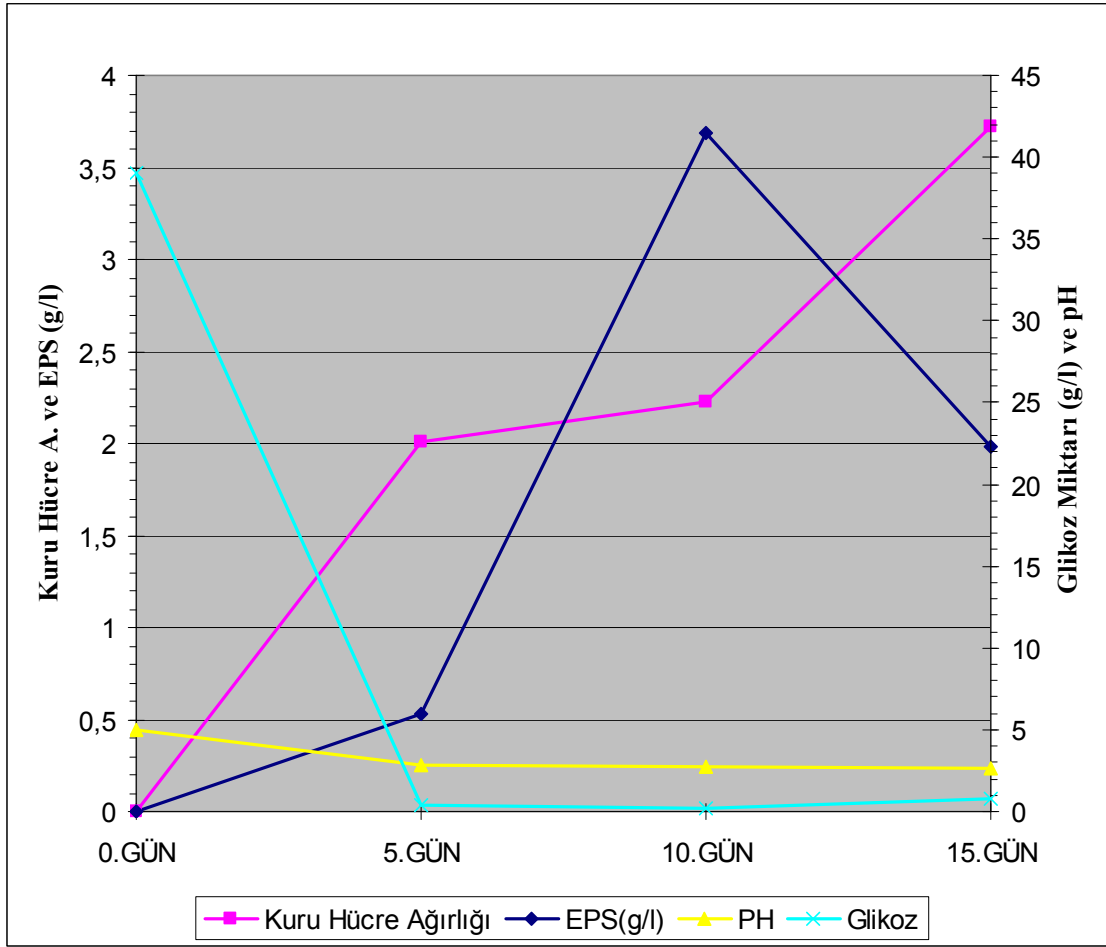
Şekil 38. *Fomes fomentarius* (M100) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Gloeophyllum abieum'daki (T702) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerindeki EPS üretimi 5. gün en yüksek değerini alarak 3,5 g/l değerini geçmiştir. EPS üretimi 5. günden 10. güne kadar hızlı düşme eğilimi gösterirken 10. günden 15. güne kadar daha az oranda düşmeye devam etmektedir. Besiyerindeki hücre gelişimi 10. güne kadar orantılı şekilde artarken 10. günden 15. güne kadar daha hızlı gelişerek en yüksek değerini almaktadır. Besiyerindeki glikoz miktarı 5. güne kadar çok büyük düşme göstererek sıfır değerine yaklaşmakta ve 5. günden 15. güne kadar da sabit kalmaktadır. Besiyerindeki pH değeri 5. günden 15.güne kadar orantılı şekilde düşme gerçekleşmektedir (Şekil 39).



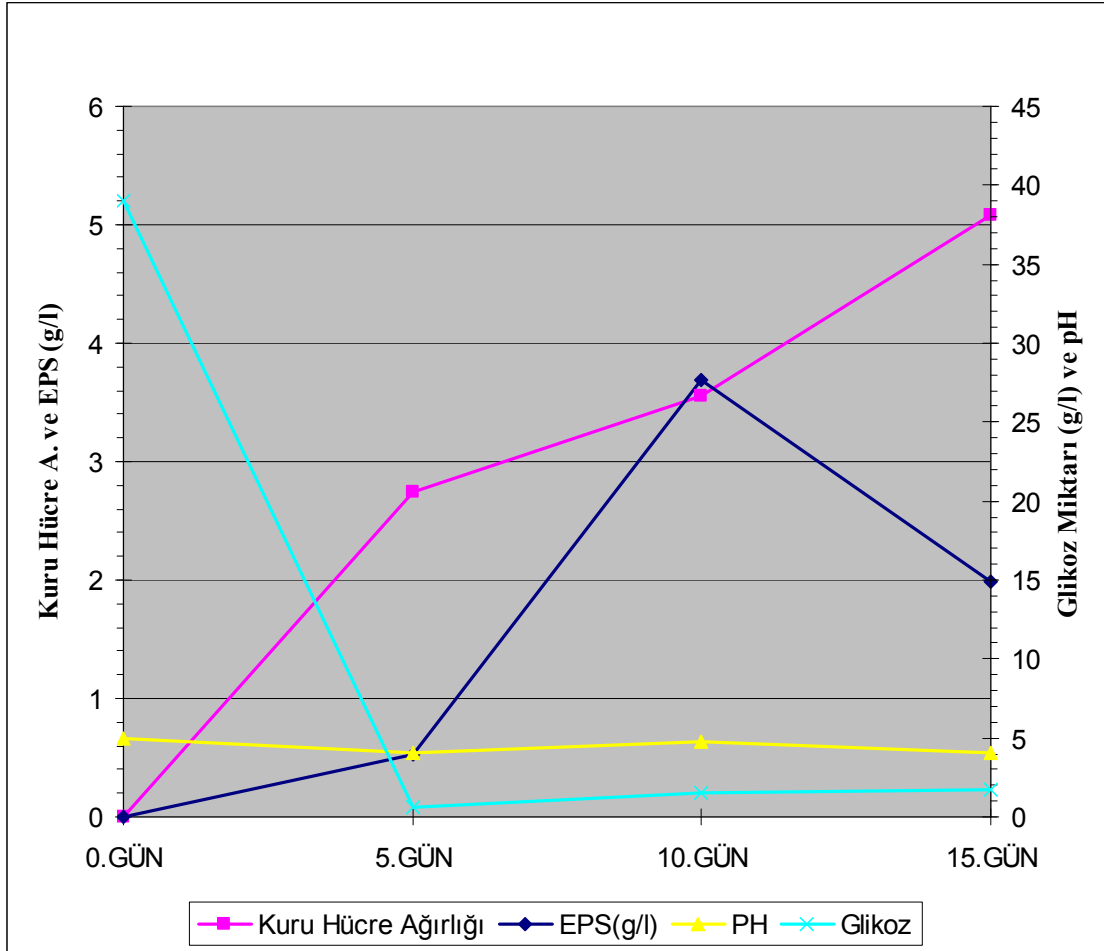
Şekil 39. *Gloeophyllum abieum* (T702) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Pleurotus eryngii'daki (M102) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerindeki EPS üretimi 5. güne kadar daha az artarken 5. günden 10. güne kadar çok büyük yükselme göstererek 3,5 g/l değerini ulaştırırken 10. günden 15. güne kadar EPS üretimi düşme eğilimine geçmiştir. Hücre gelişimi 5, 10 ve 15. güne kadar düzenli artarak 15. gün en yüksek hücre ağırlığına ulaşmaktadır. Besiyerindeki glikoz miktarı 5. güne kadar çok büyük düşme göstererek sıfır değerine yaklaşmış ve 5. günden 15. güne kadar da sabit kalmıştır. Besiyerindeki pH değeri 5. güne kadar düşme göstermiş 10 ile 15. günlerde sabit kalmıştır (Şekil 40).



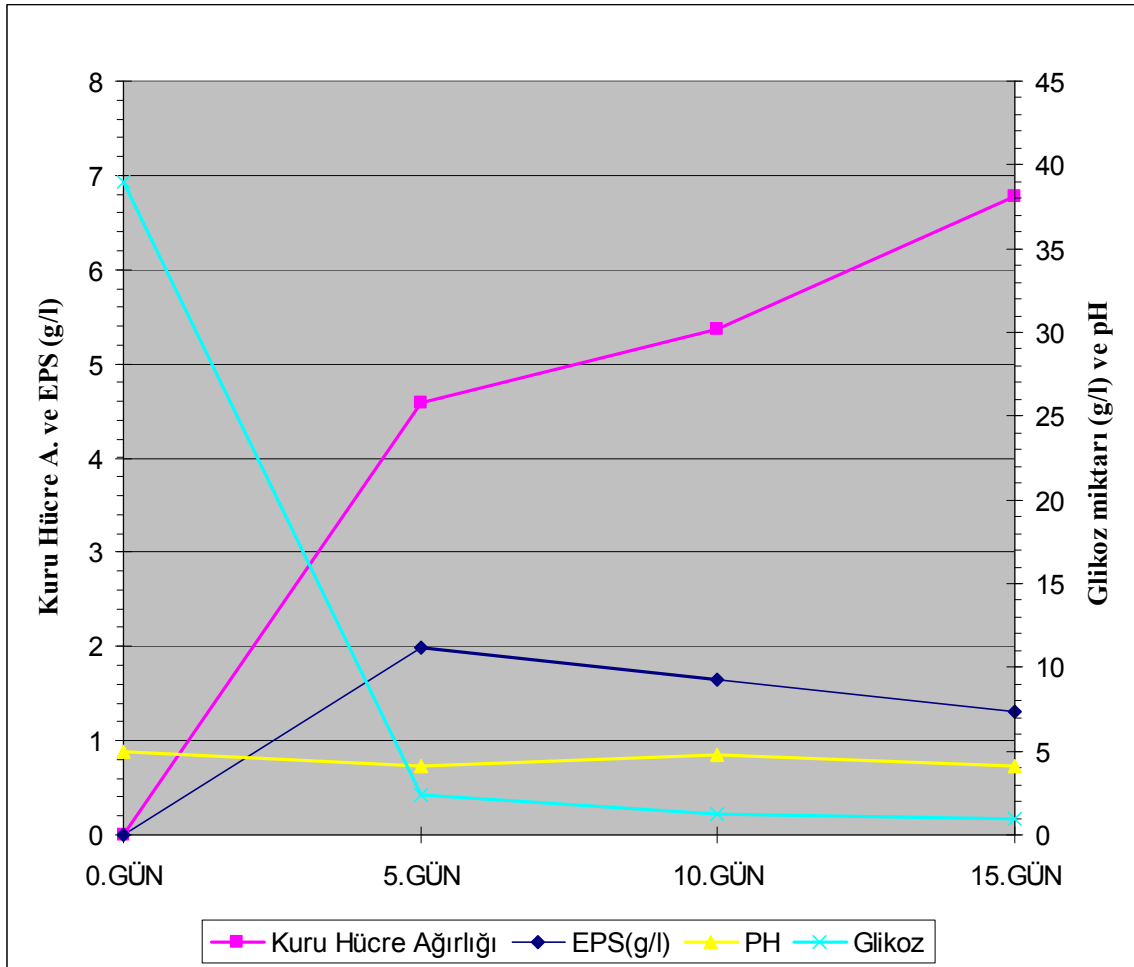
Şekil 40. *Pleurotus eryngii* (M102) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH

Trametes versicolor'daki (SV-1) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerinde EPS üretimi 5. güne kadar az miktarda artma eğilimindeyken 5. günden 10. güne kadar çok hızlı bir artış göstermiş ve 10. günden 15. güne kadar düşme eğilimine geçmiştir. Besiyerinde hücre gelişimi ilk günden 15. güne kadar orantılı bir artış göstererek 15. gün en yüksek değerini almaktadır. Besiyerindeki glikoz miktarı 5. güne kadar hızlı bir düşme göstererek sıfır değerine yaklaşmakta ve 15. güne kadar az miktarda artış görülmektedir. Besiyerindeki pH değeride nispeten sabit kalmaktadır (Şekil 41).



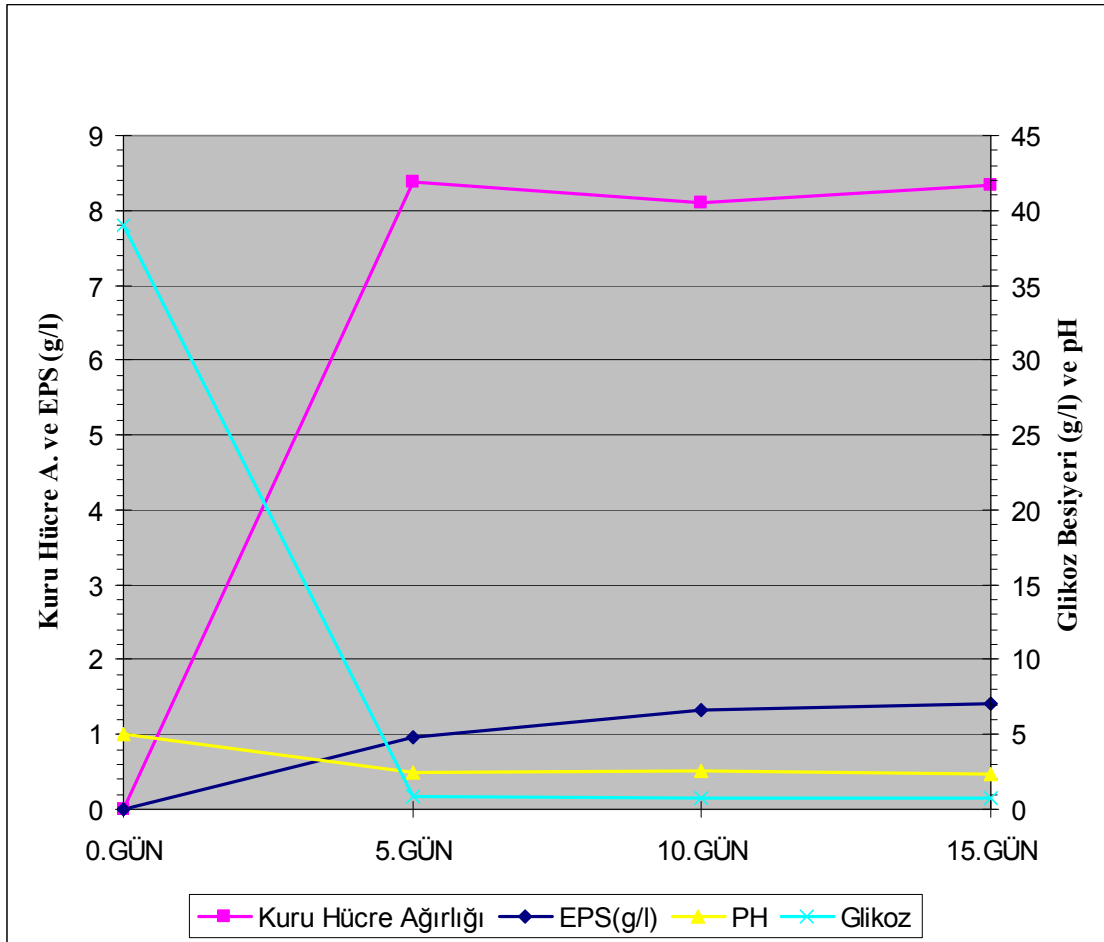
Şekil 41. *Trametes versicolor* (SV-1) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi ve pH

Paxillus panuoides'daki (SV-302) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerindeki EPS üretimi 5. güne kadar yükselmekte 5. günden ile 15. gün arasında küçük oranda düşme eğilimi göstermiştir. Besiyerindeki hücre gelişimi 5. güne kadar daha çok gelişim gösterirken 5. günden 15. güne kadar da orantılı bir artış göstermektedir. Besiyerindeki glikoz miktarı'nda 5. güne kadar hızlı bir düşme gerçekleşmekte ve 5. gün ile 15. gün arasında sıfır değerine yaklaşmaktadır. Besiyerindeki pH değeride nispeten sabit kalmıştır (Şekil 42).



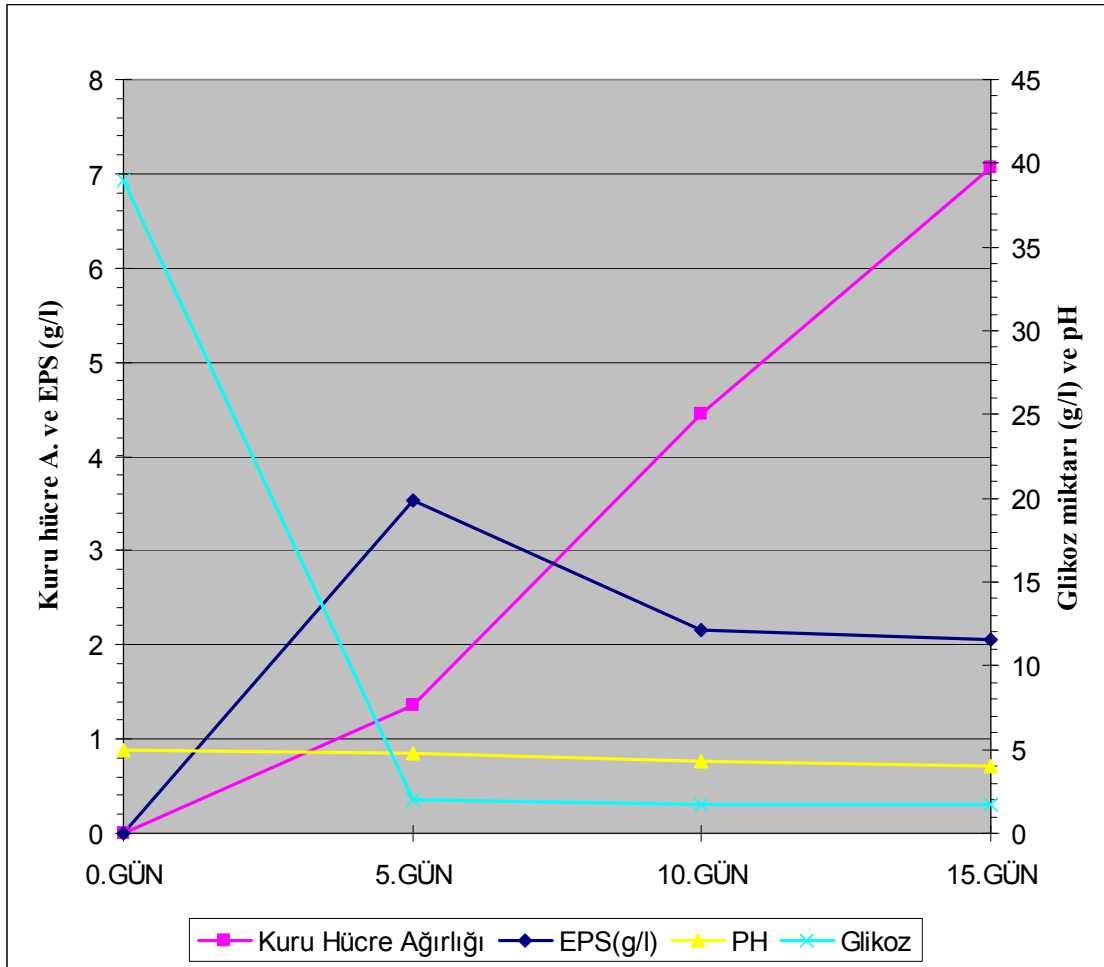
Şekil 42. *Paxillus panuoides* (SV-302) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Clavariadelphus truncatus'daki (T192) en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerindeki EPS üretimi 15. güne kadar aynı oranda yükselmekte ve en yüksek değerine 15. günde ulaşmaktadır. Hücre gelişimi 5 güne kadar çok yüksek gelişim göstererek 8,5 g/l değerine kadar yaklaşmakta 5. gün ile 15. günler arasında nispeten sabit değerde kalmaktadır. Besiyerindeki glikoz miktarı 5. güne kadar çok büyük düşüş göstererek sıfır değerine yaklaştı ve 5. günden 15. güne kadar da sabit değerde kalmıştır. Besiyerindeki pH değeri 5. güne kadar düşmekte ve 5. gün ile 15. günler arasında sabit değerde kalmaktadır (Şekil 43).



Şekil 43. *Clavariadelphus truncatus* (T192) türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

Pleurotus ostreatus'daki en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerindeki EPS üretimi 5. gün en yüksek değerine ulaşmış 5. günden 10. güne kadar düşmeye başlamış ve 10 ile 15. güne kadar da nispeten sabit değerde kalmıştır. Besiyerindeki hücre gelişimi 5. güne kadar daha az artarken 5. günden 15. güne kadar olan dönemde daha büyük oranda artarak 15. gün en yüksek değerine ulaşmaktadır. Besiyerindeki glikoz miktarı 5. güne kadar hızlı bir düşme gösterirken 5 ile 15. günler arasında sabit değerde kalmaktadır. Besiyerindeki pH değerinde 5,10 ve 15. günlerde çok az bir düşme gerçekleşmiştir (Şekil 44).



Şekil 44. *Pleurotus ostreatus* türünün glikoz besiyerinde zamana bağlı olarak EPS EPS üretimi, kuru hücre ağırlığı, pH ve kalan glikoz miktarı

4.6. Hücre Gelişimi İle Eksopolisakkarit Üretiminin Besiyeri Glikoz Miktarı ile Olan İlişkisi

Besiyerinde hücre gelişiminin yüksek ya da az olmasının, eksopolisakkarit (EPS) üretimine etkisi olup olmadığını ve glikozun miktarının EPS üretimi ile hücre gelişimine etkisinin olup olmadığını göstermek amacı ile orantı kurularak çeşitli veriler elde edilmiştir. Besiyerinde gelişen hücrenin kuru ağırlığı (P_h) ve eksopolisakkarit üretimi (P_e), besiyerinde kalan glikoz miktarının, hücre kuru ağırlığına ($Y_{h/g}$) ve eksopolisakkarit üretimine ($Y_{e/g}$) oranı gösteren veriler her besiyeri için ayrı ayrı çizelge 6 - 9' da sunulmaktadır.

Çizelge 6. PMP besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları

TÜRLER	GÜN	P _h g kuru ağırlık/l kültür	Y _{h/g}	P _e g kuru ağırlık/l kültür	Y _{e/g}
Ganoderma carnosum (M88)	5	3,474	1,592	0,53	0,242
	10	4,006	1,333	0,47	0,155
	15	4,878	6,254	0,37	0,474
Polyporus arcularius (T438)	5	5,9	1,492	0,39	0,097
	10	8,381	2,037	0,42	0,103
	15	7,335	1,655	0,45	0,102
Trametes hirsuta (T587)	5	7,487	2,064	0,38	0,105
	10	7,346	1,567	0,40	0,085
	15	1,178	0,251	0,54	0,114
Lentinus strigosus (D26)	5	7,238	7,028	0,52	0,502
	10	9,844	2,292	0,48	0,112
	15	10,54	2,283	0,45	0,096
Lenzites betulina (T700)	5	1,491	3,520	0,79	1,865
	10	5,51	2,697	0,60	0,291
	15	5,507	1,259	0,32	0,074
Schizophyllum commune (T701)	5	14,679	43,135	0,87	2,557
	10	13,411	46,990	1,12	3,924
	15	10,835	2,335	2,86	0,617
Suillus collitinus (M91)	5	5,955	2,437	0,34	0,138
	10	5,908	1,398	0,33	0,077
	15	7,986	1,781	0,28	0,062
Trametes versicolor (M96)	5	6,143	4,712	1,02	0,782
	10	9,447	2,871	0,86	0,262
	15	5,255	1,169	0,26	0,058
Trametes versicolor (D22)	5	5,974	24,123	1,38	5,552
	10	9,203	2,396	0,90	0,235
	15	8,645	1,873	0,19	0,041
Ganoderma carnosum (D21)	5	1,457	1,323	2,00	1,816
	10	3,195	1,399	0,17	0,076
	15	3,235	0,715	0,13	0,029

Çizelge 6. PMP besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları (Devam)

Cerreana unicolor (D30)	5	4,489	2,590	0,18	0,101
	10	6,861	2,631	0,30	0,115
	15	5,826	1,350	0,26	0,061
Antrodia serialis (M101)	5	6,094	1,385	0,98	0,223
	10	6,072	1,306	0,22	0,046
	15	2,819	0,603	0,10	0,021
Fomes fomentarius (M100)	5	6,094	1,855	0,43	0,132
	10	5,234	1,203	0,02	0,004
	15	4,2	0,895	0,00	0,000
Gloeophyllum abietinum (T702)	5	1,804	0,431	1,70	0,405
	10	4,695	1,113	0,70	0,165
	15	6,729	1,441	0,15	0,032
Pleurotus eryngii (M102)	5	5,181	1,171	0,73	0,164
	10	5,1995	1,161	0,92	0,206
	15	5,132	1,097	1,10	0,235
Trametes versicolor (SV-1)	5	10,715	3,472	0,61	0,198
	10	10,012	2,420	560,50	135,462
	15	11,91	2,566	0,67	0,143
Paxillus panuoides (SV-302)	5	9,273	2,005	0,30	0,064
	10	9,162	1,961	0,32	0,067
	15	8,544	1,860	0,40	0,087
Clavariadelphus truncates (T192)	5	10,499	2,240	0,28	0,059
	10	8,551	1,799	0,25	0,054
	15	8,122	1,003	0,20	0,024
Pleurotus ostreatus	5	4,904	0,771	1,72	0,270
	10	7,999	1,050	0,79	0,104
	15	10,668	1,310	0,42	0,051

P_h = g hücre kuru ağırlığı / l kültür

P_e = g kuru EPS / l kültür

$Y_{h/g}$ = g hücre kuru ağırlığı / g kalan glikoz

$Y_{e/g}$ = g kuru EPS / g kalan glikoz

Çizelge 7. MCM besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları

TÜRLER	GÜN	P _h g kuru ağırlık/l kültür	Y _{h/g}	P _e g kuru ağırlık/l kültür	Y _{e/g}
Ganoderma carnosum (M88)	5	0,706	0,039	0,30	0,016
	10	1,997	0,111	1,12	0,062
	15	5,73	0,331	1,11	0,064
Polyporus arcularius (T438)	5	1,4933	0,081	0,58	0,031
	10	4,174	0,225	0,45	0,024
	15	4,192	0,212	0,40	0,020
Trametes hirsuta (T587)	5	3,803	0,198	0,63	0,033
	10	5,498	0,278	0,20	0,010
	15	2,782	0,141	0,41	0,021
Lentinus strigosus (D26)	5	2,97	0,174	0,50	0,029
	10	4,585	0,234	0,42	0,021
	15	4,985	0,252	0,37	0,019
Lenzites betulina (T700)	5	2,563	0,148	0,21	0,012
	10	4,5	0,231	0,27	0,014
	15	3,429	0,175	0,45	0,023
Schizophyllum commune (T701)	5	6,43	0,328	0,39	0,020
	10	3,365	0,173	0,39	0,020
	15	2,662	0,136	0,60	0,031
Suillus collitinus (M91)	5	2,322	0,132	1,17	0,067
	10	3,467	0,177	0,50	0,025
	15	5,1	0,257	0,25	0,012
Trametes versicolor (M96)	5	2,209	0,129	0,79	0,046
	10	3,9	0,219	0,58	0,033
	15	4,154	0,217	0,33	0,017
Trametes versicolor (D22)	5	4,578	0,240	1,60	0,084
	10	4,298	0,223	0,40	0,020
	15	4,81	0,244	0,18	0,009
Ganoderma carnosum (D21)	5	0,056	0,003	2,29	0,127
	10	3,983	0,215	0,29	0,016
	15	4,335	0,224	0,31	0,016
Cerrena unicolor (D30)	5	1,745	0,101	1,20	0,069
	10	2,735	0,144	0,45	0,024
	15	2,158	0,109	0,09	0,004

Çizelge 7. MCM besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları (Devam)

Antrodia serialis (M101)	5	3,873	0,204	1,05	0,055
	10	3,85	0,201	0,51	0,026
	15	3,023	0,155	0,25	0,013
Fomes fomentarius (M100)	5	2,929	0,157	0,09	0,005
	10	4,293	0,228	0,11	0,006
	15	5,763	0,316	0,15	0,008
Gloeophyllum abietinum (T702)	5	0,874	0,045	0,21	0,011
	10	2,264	0,116	0,63	0,032
	15	4,607	0,233	0,22	0,011
Pleurotus eryngii (M102)	5	6,017	0,304	0,40	0,020
	10	5,3275	0,270	0,45	0,023
	15	4,8735	0,248	0,52	0,026
Trametes versicolor (SV-1)	5	4,264	0,221	0,49	0,026
	10	4,468	0,232	0,50	0,026
	15	6,197	0,315	0,53	0,027
Paxillus panuoides (SV-302)	5	5,316	0,268	0,09	0,004
	10	5,1295	0,258	0,20	0,010
	15	4,628	0,233	0,35	0,018
Clavariadelphus truncatus (T192)	5	6,466	0,325	0,21	0,010
	10	6,143	0,310	0,18	0,009
	15	6,044	0,305	0,13	0,006
Pleurotus ostreatus	5	2,908	0,158	1,27	0,069
	10	5,13	0,260	0,76	0,038
	15	8,168	0,412	0,33	0,017

Çizelge 8. YM besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları

TÜRLER	GÜNLER	P _h g kuru ağırlık/l kültür	Y _{h/g}	P _e g kuru ağırlık/l kültür	Y _{e/g}
Ganoderma carnosum (M88)	5	0,953	0,135	0,23	0,033
	10	2,554	0,305	1,05	0,125
	15	3,769	0,448	0,97	0,115
Polyporus arcularius (T438)	5	3,648	0,373	0,30	0,031
	10	4,878	0,497	0,34	0,035
	15	2,729	0,278	0,37	0,038
Trametes hirsuta (T587)	5	5,099	0,523	0,39	0,040
	10	2,26	0,232	0,31	0,031
	15	1,864	0,192	0,24	0,024
Lentinus strigosus (D26)	5	5,906	0,629	0,43	0,045
	10	4,997	0,515	0,38	0,039
	15	4,255	0,436	0,23	0,023
Lenzites betulina (T700)	5	1,511	0,161	0,17	0,018
	10	1,387	0,144	0,15	0,016
	15	0,924	0,095	0,14	0,015
Schizophyllum commune (T701)	5	4,089	0,419	0,32	0,033
	10	3,972	0,409	0,31	0,032
	15	1,498	0,176	0,30	0,036
Suillus collitinus (M91)	5	3,466	0,372	0,31	0,034
	10	3,829	0,393	0,46	0,047
	15	3,903	0,395	0,57	0,058
Trametes versicolor (M96)	5	2,151	0,237	1,06	0,117
	10	3,847	0,394	0,79	0,081
	15	3,749	0,381	0,46	0,047
Trametes versicolor (D22)	5	4,22	0,460	0,21	0,023
	10	5,293	0,559	0,00	0,000
	15	3,897	0,397	0,00	0,000
Ganoderma carnosum (D21)	5	2,213	0,258	1,83	0,213
	10	1,824	0,000	0,01	0,000
	15	1,164	0,125	0,14	0,015
Cerrena unicolor (D30)	5	6,214	0,639	0,39	0,040
	10	5,096	0,523	0,00	0,000
	15	4,328	0,441	0,05	0,005

Çizelge 8. YM besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları (Devam)

Antrodia serialis (M101)	5	3,234	0,331	0,41	0,041
	10	3,011	0,307	0,06	0,006
	15	1,658	0,169	0,03	0,003
Fomes fomentarius (M100)	5	3,291	0,365	0,30	0,033
	10	5,332	0,559	0,07	0,007
	15	0,529	0,054	0,04	0,004
Gloeophyllum abietinum (T702)	5	0,977	0,100	2,16	0,220
	10	3,144	0,321	1,53	0,155
	15	2,113	0,216	0,41	0,042
Pleurotus eryngii (M102)	5	2,714	0,278	0,52	0,053
	10	2,343	0,240	0,59	0,060
	15	2,672	0,276	0,68	0,070
Trametes versicolor (SV-1)	5	4,86	0,508	0,44	0,046
	10	5,598	0,575	0,19	0,020
	15	5,891	0,598	0,11	0,011
Paxillus panuoides (SV-302)	5	5,116	0,520	0,09	0,009
	10	4,9085	0,502	0,31	0,031
	15	4,032	0,412	0,22	0,022
Clavariadelphus truncatus (T192)	5	4,745	0,486	0,13	0,013
	10	4,554	0,471	0,27	0,028
	15	3,691	0,383	0,43	0,044
Pleurotus ostreatus	5	6,002	0,658	0,90	0,098
	10	2,935	0,305	1,10	0,114
	15	0,197	0,020	0,83	0,085

Çizelge 9. GM besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları

TÜRLER	GÜNLER	Px g kuru ağırlık/l kültür	$Y_{h/g}$	Pp g kuru ağırlık/l kültür	$Y_{e/g}$
Ganoderma carnosum (M88)	5	1,385	0,040	1,05	0,030
	10	7,124	0,202	2,47	0,070
	15	8,149	0,224	1,18	0,032
Polyporus arcularius (T438)	5	0,888	0,026	1,93	0,057
	10	0,588	0,018	1,47	0,045
	15	0,424	0,013	1,23	0,036
Trametes hirsuta (T587)	5	4,377	0,126	1,44	0,041
	10	5,851	0,159	1,08	0,029
	15	5,868	0,153	0,95	0,025
Lentinus strigosus (D26)	5	3,302	0,091	1,19	0,033
	10	4,452	0,132	1,08	0,032
	15	4,847	0,149	1,06	0,033
Lenzites betulina (T700)	5	3,019	0,084	0,65	0,018
	10	2,978	0,083	0,84	0,023
	15	2,137	0,060	0,94	0,026
Schizophyllum commune (T701)	5	10,012	0,275	0,61	0,017
	10	10,107	0,265	0,69	0,018
	15	6,885	0,179	0,75	0,020
Suillus collitinus (M91)	5	1,253	0,036	1,02	0,029
	10	1,428	0,040	1,10	0,031
	15	4,379	0,117	1,20	0,032
Trametes versicolor (M96)	5	1,1305	0,032	1,14	0,032
	10	1,956	0,055	1,24	0,035
	15	2,566	0,072	1,68	0,047
Trametes versicolor (D22)	5	2,767	0,082	1,00	0,029
	10	5,859	0,172	1,48	0,044
	15	6,633	0,188	2,03	0,057
Ganoderma carnosum (D21)	5	1,054	0,032	3,54	0,109
	10	1,96	0,060	1,15	0,035
	15	2,067	0,053	1,04	0,027
Cerrena unicolor (D30)	5	1,054	0,030	2,14	0,061
	10	4,685	0,127	0,75	0,020
	15	4,651	0,121	0,72	0,019

Çizelge 9. GM besiyerinde hücre kuru ağırlığı, EPS ağırlığı ve kalan glikoz miktarının oranları (Devam)

Antrodia serialis (M101)	5	1,793	0,046	0,93	0,024
	10	2,893	0,075	0,80	0,021
	15	5,19	0,136	0,82	0,021
Fomes fomentarius (M100)	5	0,326	0,009	0,59	0,015
	10	3,3615	0,088	0,73	0,019
	15	5,877	0,155	1,60	0,042
Gloeophyllum abietinum (T702)	5	1,115	0,029	3,81	0,098
	10	2,564	0,066	1,32	0,034
	15	5,882	0,153	1,07	0,028
Pleurotus eryngii (M102)	5	2,012	0,052	0,53	0,014
	10	2,23	0,058	3,69	0,095
	15	3,726	0,098	1,98	0,052
Trametes versicolor (SV-1)	5	2,738	0,071	0,98	0,025
	10	3,55	0,095	1,33	0,035
	15	5,08	0,136	2,01	0,054
Paxillus panuoides (SV-302)	5	4,584	0,125	1,99	0,054
	10	5,364	0,142	1,65	0,044
	15	6,776	0,178	1,30	0,034
Clavariadelphus truncatus (T192)	5	8,381	0,220	0,97	0,025
	10	8,094	0,212	1,33	0,035
	15	8,336	0,218	1,42	0,037
Pleurotus ostreatus	5	1,362	0,037	3,53	0,095
	10	4,456	0,120	2,17	0,058
	15	7,06	0,189	2,06	0,055

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Doğal makrofungus izolatlarının farklı besi ortamlarında eksopolisakkarit üretim potansiyelini konu alan bu çalışmada, araştırma parametreleri olarak eksopolisakkarit üretim miktarı, miselyal hücre kuru ağırlık miktarı, besiyerinde bulunan toplam karbonhidrat içeriği ve fermentasyon sırasında besiyeri pH değişim oranları araştırılmıştır.

5.1. Farklı Besiyerlerindeki Eksopolisakkarit (EPS) Miktarı

Farklı besiyerlerinde makrofungusların en yüksek eksopolisakkarit üretim değerleri sırası ile *Gloeophyllum abietinum*, *Pleurotus eryngii*, *Ganoderma carnosum* D21, *Pleurotus ostreatus*, *Schizophyllum commune* ve *Ganoderma carnosum* M88 izolatlarında elde edilmiştir. Bu türlerin sırasıyla EPS değerleri 3805, 3685, 3540, 3220, 2862,5 ve 2467 ml/L olarak belirlenmiştir.

Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada PMP besiyerinde en yüksek EPS üretimi *Pleurotus ostreatus* (NO:1) 873 mg/l ve *Pleurotus ostreatus* (NO:2) 1090 mg/l, *Trametes versicolor* ise 1105 mg/l bulunmuştur. Bu çalışmada ise PMP besiyerinde EPS üretimi, *Pleurotus ostreatus* izolatında 1718 mg/l, *Trametes versicolor* (M96) 1020, *Trametes versicolor* (SV-1) 665 ve *Trametes versicolor* (D22) 1375 mg/l EPS üretmiştir. Bu çalışmada, *Pleurotus ostreatus* ve *Trametes versicolor* (D22)' izolatlarının daha yüksek miktarda EPS üretimi belirlenmiştir.

Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada MCM besiyerinde, *Pleurotus ostreatus* (NO:1) 1044, *Pleurotus ostreatus* (NO:2) 862 ve *Trametes versicolor* 891 mg/l EPS üretmiştir. Bu çalışmada ise, *Pleurotus ostreatus* 1270, *Trametes versicolor* (M96) 790, *Trametes versicolor* (SV-1) 530 ve *Trametes versicolor* (D22) 1595 mg/l eksopolisakkarit üretmiştir. Bu çalışmada, *Pleurotus ostreatus* ile *Trametes versicolor* (D22) izolatları, daha yüksek EPS üretimi gerçekleştirmiştir.

Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada YM besiyerinde *Pleurotus ostreatus* (NO:1) 737, *Pleurotus ostreatus* (NO:2) 662 ve *Trametes versicolor* 503 mg/l EPS üretmiştir. Bu çalışmada, *Pleurotus ostreatus* 1100, *Trametes versicolor* (M96) 1057, *Trametes versicolor* (SV-1) 437 ve *Trametes versicolor* (D22) 212 mg/l EPS üretmiştir. Bu çalışmada *Pleurotus ostreatus* ile *Trametes versicolor* (M96) izolatları daha yüksek EPS üretimi gerçekleştirmiştir.

Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışma ile bu çalışmada ortak olarak kullanılan makrofungus izolatlarının her birinin farklı miktarda EPS üretimi göstermiş ve kullanılan bazı makrofungus izolatlarının daha yüksek EPS üretimi gerçekleştirmiştir. Bu da daha fazla tür izolatlarının daha geniş araştırılmasının gerektiğini düşündürmektedir.

Mazireo arkadaşları (1999) tarafından yapılan çalışmada glikoz besiyeri kullanılmıştır. Bu çalışmada eksopolisakkarit üretim değerleri; *Lentinus strigosus* 0,51, *Pleurotus ostreatus* 0,57 ve *Trametes versicolor* 2,34 g/l bulunmuştur. Bu çalışmada makrofungus izolatlarının EPS üretim değerleri, *Lentinus strigosus* 1,19, *Pleurotus ostreatus* 3,52, *Trametes versicolor* (SV-1) 2, *Trametes versicolor* (D22) 2,025 ve *Trametes versicolor* (M96) 1,67 g/l bulunmuştur. Aynı makrofungus türlerinin eksopolisakkarit (EPS) üretiminin değerleri karşılaştırıldığında *Trametes versicolor* izolatlarının yaklaşık aynı miktarda olduğu, *Lentinus strigosus* ve özellikle *Pleurotus ostreatus*' un çok daha yüksek EPS ürettikleri görülmektedir.

Rosado arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada POL kültür besiyerinde *Pleurotus ostreatus* "Florida" nın 1400 mg/l eksopolisakkarit bulunmuştur. Bu çalışmada ise, *Pleurotus ostreatus* glikoz besiyerinde 3525 mg/l, PMP besiyerinde izolatının 1718 mg/l, YM besiyerinde 1100 mg/l ve MCM besiyerinde 1270 mg/l eksopolisakkarit üretmiştir. Bu çalışmada *Pleurotus ostreatus* çok daha yüksek EPS üretimi gerçekleştirmiştir.

Şekil 22, 23, 24 ve 25 bakıldığında bazı makrofungusların hücre gelişimleri çok yüksek olmasına rağmen çok fazla EPS üretmedikleri ya da hücre gelişimi normal hatta çok az olan makrofungusların çok daha fazla EPS ürettikleri görülebilmektedir. Bu durum eksopolisakkarit üretiminde hücre biomass' ının çok etkili olmadığını düşündürmektedir. Eksopolisakkarit üretiminde besiyerinde bulunan glikoz miktarı çok önemlidir. Besiyerindeki glikoz miktarının artırılması EPS üretimini genelde olumlu etkilemiş ve EPS üretiminde artış gözlemlenilmiştir.

Eldeki veriler, aynı tür makrofungus izolatlarının aynı besiyerinde ve benzer çevresel koşullarda farklı miktarda eksopolisakkarit üretebileceğini vurgulamaktadır. Bu durum, aynı tür içindeki farklı ortamlardan elde edilmiş izolatların, farklı biyolojik özelliklere sahip olabileceğinin bir ipucu olarak değerlendirilebilir.

5.2.Hücre Kuru Ağırlığı

Çalışmada makrofungus izolatlarının en çok PMP besiyerinde yüksek miselyal hücre gelişimi gösterdikleri görülmektedir. Bu çalışmada en yüksek miselyal hücre miktarı *Schizophyllum commune* (T701) 14,679 g, *Trametes versicolor* (SV-1) 11,91 g, *Clavariadelphus truncates* (T192) 10,49 g ve *Pleurotus ostreatus* 10,66 g' dır.

Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada, PMP besiyerinde en yüksek miselyal hücre gelişimi, *Pleurotus ostreatus* (NO:1) 4,34 g, *Pleurotus ostreatus* (NO:2) 5,99 g ve *Trametes (Coriolus) versicolor* 5,26 g gelişim göstermiştir. Bu çalışmada ise, *Pleurotus ostreatus* 10,66 g *Trametes versicolor* (SV-1) 11,91 g, *Trametes versicolor* (D22) 9,2 g ve *Trametes versicolor* (M96) 9,44 g gelişim göstermiştir. Çalışmada *Pleurotus ostreatus* ve *Trametes versicolor* izolatları çok daha yüksek hücre gelişimi göstermiştir.

Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada MCM besiyerinde en yüksek hücre gelişimi, *Pleurotus ostreatus* (NO:1) 7,35 g, *Pleurotus ostreatus* (NO:2) 6,71 g ve *Trametes (Coriolus) versicolor* 4,38 g gelişim göstermiştir. Bu çalışmada ise, *Pleurotus ostreatus* 10,66 g, *Trametes versicolor* (SV-1) 6,19 g, *Trametes versicolor* (D22) 4,81 g ve *Trametes versicolor* (M96) 4,15 g miselyal hücre gelişimi göstermiştir. Çalışmada *Pleurotus ostreatus* ve *Trametes versicolor* (SV-1) daha yüksek hücre gelişimi gösterirken, diğer *Trametes versicolor* izolatları yaklaşık aynı değerde gelişim göstermişlerdir.

Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada, YM besiyerinde en yüksek hücre gelişimi, *Pleurotus ostreatus* (NO:1) 6,63 g, *Pleurotus ostreatus* (NO:2) 5,13 g ve *Trametes (Coriolus) versicolor* 4,11 g gelişim göstermiştir. Bu çalışmada ise, *Pleurotus ostreatus* 6 g, *Trametes versicolor* (SV-1) 5,89 g, *Trametes versicolor* (D22) 2,21 g ve *Trametes versicolor* (M96) 3,84 g gelişim göstermiştir. Çalışmada *Pleurotus ostreatus* yaklaşık aynı değerde gelişim göstermiş *Trametes versicolor* (SV-1) daha yüksek gelişim gösterirken *Trametes versicolor* (D22) ve *Trametes versicolor* (M96) daha az miktarda miselyal hücre gelişimi göstermiştir. Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada, üç farklı besiyeri kullanmıştır.

Mazireo arkadaşları, (1999) tarafından yapılan çalışmada glikoz besiyerinde inokule ettikleri izolatlarda en yüksek hücre üretimi, *Schizophyllum commune* (473) 16,68 g, *Schizophyllum commune* (474) 16,1 g, *Lentinus strigosus* 6,26 g, *Pleurotus*

ostreatus 4,5 g ve *Trametes versicolor* 10,2 g üretmiştir. Bu çalışmada miselyal kuru hücre ağırlığı, *Schizophyllum commune* 10 g, *Lentinus strigosus* 4,84 g, *Pleurotus ostreatus* 7 g, *Trametes versicolor* (SV-1) 5 g, *Trametes versicolor* (D22) 6,63 g ve *Trametes versicolor* (M96) 2,56 g bulunmuştur. Mazireo arkadaşları, (1999) tarafından yapılan çalışmada makrofungus izolatlarından *Pleurotus ostreatus* hariç diğer izolatların daha yüksek miselyal hücre gelişimi gerçekleştirmişlerdir.

Rosado arkadaşları, (2003) tarafından yapılan çalışmada, POL kültür besiyerinde *Pleurotus ostreatus* “Florida” için en yüksek hücre üretimi 22,8 g/l’ dir. Bu çalışmada *Pleurotus ostreatus*’ un kuru hücre ağırlığı 7 g/l bulunmuş ve Rosado arkadaşları, (2003) tarafından yapılan çalışmadan çok daha az hücre gelişimi gerçekleştirdiği görülmüştür. Ancak bu çalışmada hücre gelişimi daha az olmasına karşın EPS üretimi çok daha yüksek olması hücre gelişimi ile EPS üretiminin orantılı olmadığını destekler niteliktedir.

Deneyin sonucunda makrofungusların %79’ nun Potato Malt Peptone Medium (PMP) da misel gelişimi daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Misel üretimi yüksek olan makrofunguslarda sırayla şöyledir; *Schizophyllum commune* 14,679, *Trametes versicolor* (SV-1) 11,91, *Lentinus strigosus* 10,54 ve *Clavariadelphus truncatus* 10,49 g/l’ dir. Yüksek misel gelişiminin 5. ya da 15. günde olduğu gözlemlenmiştir. *Trametes vesicolor*’dan farklı ortamlardan elde edilen üç izolatında PMP deki misel gelişimi farklılıklar göstermesi özellikle *Trametes versicolor* (SV-1) diğerlerinden daha yüksek misel yetiştirmesi makrofungusun yetiştirdiği yerin ekolojisine bağlı olduğunu göstermektedir. Yüksek misel üretimi bulunan bu mantarların çok yüksek eksopolisakkarit üretmedikleri bulunmuştur.

5.3. Farklı Besiyerlerindeki pH Değişimi

Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada PMP besiyerinde en yüksek EPS gelişimi gerçekleştiğinde pH değerlerinin 3,8 ile 4,2 arasında olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada ise 4,3 ile 5,5 değerleri arasındadır. Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada MCM besiyeri için pH değeri daha çok 6,2 ile 7,3 arasındadır. Bu çalışmada besiyeri için pH değeri 3,5 ile 4,8 arasındadır. Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada YM besiyeri için pH değeri 4,5 ile 7,6 arasındadır. Bu çalışmada ise YM besiyeri için pH değeri 3,5 ile 4,4 aralığındadır.

Mazireo arkadaşları, (1999) tarafından yapılan çalışmada makrofungus izolatlarının daha yüksek üretim yaptıkları görülmektedir. Bunuda başlangıç pH değerlerinin 6, bu çalışmada pH başlangıç değerinin 5 olmasından kaynaklanabilir.

Rosado arkadaşları, (2003) tarafından yapılan çalışmada makrofungus izolatları *Pleurotus ostreatus* “Florida”nın 1400 mg/l, bu çalışmada ise *Pleurotus ostreatus* glikoz besiyerinde 3525 mg/l EPS üretmiştir. Rosado arkadaşları, (2003) tarafından yapılan çalışmada besiyerinin başlangıç pH değerini 6’ya, bu çalışmada pH değeri 5’e ayarlanmıştır. Bu çalışmada EPS üretim miktarının çok daha yüksek olmasının sebebi başlangıç pH değerinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Bu sebeple *Pleurotus ostreatus* izolatu çok daha yüksek EPS üretimi gerçekleştirmiş olabilir.

Başlangıç pH değeri 5 olarak alındığında makrofungusların eksopolisakkarit üretiminin yüksek olduğunu gösteren farklı çalışmalar olduğundan bu çalışmada da başlangıç pH değeri 5 olarak ayarlanmıştır. Çalışmada pH değerindeki 5, 10 ve 15. günlerdeki değişim takip edilmiştir. Ve çalışma sonucunda eksopolisakkarit üretiminin en çok 3.5 ile 4,8 pH aralığında gerçekleştiği görülmüştür.

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda besiyerindeki pH değişim değerleri sadece Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada sunulmuştur. Makrofungus izolatlarının eksopolisakkarit üretimi yüksek olduğu durumlarda Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada gözlemlenen pH değer aralıklarının bu çalışmadaki ile çok yakın olduğu görülmektedir. Makrofungus izolatlarının yüksek EPS üretimi gerçekleştirdiklerinde pH değer aralıklarının 3,5 ile 4,8 olduğunu göstermektedir. Daha sonra yapılacak olan çalışmalarda bulunan pH değer aralığı göz önüne alınarak değerlendirilebilir.

5.3. Farklı Besiyerlerindeki Glikoz Miktarı

Makrofungus izolatları da eksopolisakkarit (EPS) üretiminin glikoz içeriği yüksek olan; glikoz besiyerinde (GM) olduğu görülmüştür. Bu çalışmada dört besiyeri kullanılmıştır. GM, MCM, YM ve PMP besiyerindeki glikoz miktarı sırası ile 39,20,10 ve 5 g/L olarak belirlenmiştir. Birkaç makrofungus izolatu hariç en yüksek EPS üretimi GM besiyerinde gerçekleşmiştir. Besiyerindeki makrofungus türlerinin genellikle 5. güne kadar besiyerindeki glikozun büyük bir kısmını kullandığı görülmüştür.

Mazireo arkadaşları, (1999) tarafından yapılan çalışmada glikoz besiyerini kullanmıştır. Bu besiyerinin en önemli özelliği yüksek glikoz içermesidir. Çalışmada makrofungus izolatları *Pleurotus ostreatus* 0,57 g/l ve *Trametes versicolor* 2,34 g/l EPS üretmiştir. Bu çalışmada en yüksek EPS üretimi *Pleurotus ostreatus* 3,52 g/l, *Trametes versicolor* (SV-1) 2 g/l, *Trametes versicolor* (D22) 2,025 g/l ve *Trametes versicolor* (M96) 1,67 g/l bulunmuştur. Mazireo arkadaşları, (1999) tarafından yapılan çalışmada *Pleurotus ostreatus* izolatlarının EPS üretim değerleri ile bu çalışmadaki *Pleurotus ostreatus* izolatlarının EPS üretim değerleri arasında büyük farklılık bulunmaktadır. Bu da makrofungus izolatlarının farklı EPS ürettiklerini göstermekte ve daha çok makrofungus izolatının araştırılması gerektiğini düşündürmektedir.

Rosado arkadaşları, (2003) tarafından yapılan çalışmada POL kültür besiyerinde *Pleurotus ostreatus* "Florida"nın 1400 mg/l eksopolisakkarit bulunmuştur. Bu çalışmada ise *Pleurotus ostreatus* glikoz besiyerinde 3525 mg/l eksopolisakkarit üretmiştir. Makrofungusların EPS üretim potansiyelini besiyerinde bulunan glikoz miktarının etkilediği düşünülmektedir. Besiyerinde bulunan glikoz miktarı ne kadar artarsa makrofungusun o kadar çok EPS üreteceği düşünülmektedir. Bu çalışmada kullanılan GM besiyerinin glikoz miktarı 39 g/l'dır. Rosado arkadaşları, (2003) tarafından yapılan çalışmada kullandığı POL kültür besiyerinin glikoz miktarı 60 g/l'dır. Az önce bahsi geçen çalışmada kullanılan besiyeri çok daha fazla glikoz içermesine rağmen bu çalışmada ki *Pleurotus ostreatus* izolatlarının EPS üretimleri ile karşılaştırıldığında makrofungus izolatlarının çok daha az EPS üretimi gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu da besiyerine eklenen glikoz miktarının artırılmasının EPS üretimini belli orana kadar etkilediğini ve bunun ışığında bir değerden sonra ne kadar glikoz eklenirse eklensin EPS üretimini arttırmayacağını ispatlamıştır.

Kim arkadaşları, (2002) tarafından yapılan çalışmada PMP besiyerinde EPS değeri *Pleurotus ostreatus* (NO:2) 1,09 g/l bulunmuştur. Bu çalışmada PMP besiyerinde *Pleurotus ostreatus* 1,71 g/l glikoz besiyerinde ise 3,52 g/l eksopolisakkarit üretmiştir. Yine bu çalışmada en yüksek EPS üretimi glikoz besiyerinde gerçekleşmiş izolatlar sırası ile *Gloeophyllum abietinum* 3,8 g/l, *Pleurotus eryngii* 3,68 g/l ve *Ganoderma carnosum* (D21) 3,54 g/l EPS üretmiştir. Bu izolatlar diğer üç besiyerinde çok daha düşük EPS üretimi gerçekleştirmişlerdir. Besiyerindeki glikoz miktarının yüksek olmasının EPS üretimini olumlu etkilediği görülmüştür. Besiyerindeki glikoz

miktarı ne kadar artarsa EPS üretimi ve hücre gelişimi de o oranda etkilenmektedir. Bu durum belli bir noktaya kadar izolatların EPS üretimini etkilemektedir. Makrofungus izolatlarının yüksek miselyal hücre gelişimi en yüksek PMP besiyerinde gerçekleşmiştir.

Bu çalışmada *Gloeophyllum abieum* (T702) izolatı 3805 mg/l eksopolisakkarit üreterek en yüksek EPS üretimini gerçekleştirmiştir. EPS üretim ortamına bakıldığında, en yüksek EPS üretiminin glikoz miktarı yüksek olan glikoz besiyerinde gerçekleştiği görülmüştür. İzolatın EPS üretimi glikoz miktarının en çok kullanıldığı 5. günde gerçekleşmiştir. EPS üretimini hücre gelişiminin yüksek olmasının çokta etkilemediği düşündürülen nokta EPS üretimi en yüksek değerine 5. gün ulaşırken hücre gelişimi ise 15. günde en yüksek değerine ulaşmıştır. Hücre gelişimi ile EPS üretimi arasında bir doğru orantı olsaydı aynı günlerde en yüksek değerlerine ulaşmaları gerekirdi. EPS üretiminin en yüksek olduğu 5. günde ulaştığında pH değeride düşmüş ve 15. güne kadar sabit kalmıştır. EPS üretiminin yüksek olduğu durumlarda genellikle pH değerinde düştüğü gözlemlenmektedir.

Bu çalışmada *Pleurotus eryngii* (M102) izolatı 3685 mg/l eksopolisakkarit üreterek ikinci en yüksek EPS üretimini gerçekleştirmiştir. EPS üretim ortamına bakıldığında, en yüksek EPS üretiminin glikoz besiyerinde gerçekleştiği görülmektedir. Besiyerindeki hücre gelişimi 15. günde en yüksek değerine ulaşırken EPS üretimi 5. günden itibaren hız kazanarak 10. günde en yüksek değerine ulaşmaktadır. Glikoz miktarının neredeyse tamamı 5. güne kadar harcanmaktadır. Besiyerindeki pH değeri 5. güne kadar düşerken diğer günlerde sabit kalmaktadır.

Bu çalışma ışığında makrofungus izolatlarının yüksek EPS üretimi gerçekleştirmesi için, EPS üretimini olumlu yönde etkileyen glikoz içeriği yüksek besiyeri kullanılmalıdır. Örneğin glikoz besiyeri (GM) buna uygundur. EPS üretimi yüksek olduğunda sıklıkla pH aralığının 3,5 ile 4,8 değerleri arasında gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Buna dayanarak yüksek EPS üretimini sağlamak için hangi başlangıç pH değerinde daha iyi sonuçlar vereceği ve hangi farklı sıcaklık aralığında daha iyi sonuçlar alınabileceği denenebilir.

Bu çalışmada makrofungus izolatlarının en yüksek eksopolisakkarit (EPS) üretim değerleri, *Gloeophyllum abietinum* 3805, *Pleurotus eryngii* 3685 ve *Ganoderma carnosum* (D21) 3540 mg/l' dir. Bu makrofungus türlerinin eksopolisakkaritleri daha

ileri ki yıllarda farklı alanlarda kullanılabilir. Örneğin tıp alanında, eksopolisakkaritler antitümör etkisi, bağışıklık kuvvetlendirici ajan, şeker düşürücü, hipolipidemik vb. aktivitelere sahip olduklarından, kozmetik sektöründe, eksopolisakkaritlerin yaşlanma etkilerini azaltıcı özellikleri sebebiyle, gıda sektöründe ise sıkı filmler oluşturmaları sebebiyle gıdaların muhafazasında ve kimya endüstrisinde koyulaştırma ve stabilizasyon ajanı olarak kullanılabilir.

Çalışmada makrofungus izolatlarının en yüksek miselyal hücre gelişimi *Schizophyllum commune* (T 701) 14,67 g/l, *Trametes versicolor* (SV-1) 10,71 g/l ve *Pleurotus ostreatus* 10,66 g/l görülmüştür. En yüksek hücre gelişimi genellikle PMP besiyerinde gerçekleştiğinden glikoza fazla ihtiyaç duymadığını göstermektedir. Bu makrofungus izolatlarının gelişim ortamları dikkate alınarak yenebilir mantarların yetiştiriciliğinde kolaylık sağlanabilir.

Türkiye’ de daha önce buna benzer bir çalışma yapılmadığından Türkiye’ deki makrofungusların EPS üretim potansiyelleri bilinmemektedir. Bu çalışma da 16 farklı makrofungus türünün toplamda da 19 izolatu kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan makrofungus izolatlarının bir kısmının yüksek EPS üretim potansiyeline sahip oldukları görülmüştür. Türkiye’de bu çalışmaların genişletilerek devam ettirilmesi ile kullanılmayan makrofungus izolatlarında üretim potansiyelleri belirlenebilir.

Çalışmamızda *Gloeophyllum abietinum*, *Pleurotus eryngii* ve *Ganoderma carnosum* (D21) gibi izolatlarımız tarafından üretilen eksopolisakkaritlerimizin gıda, tıp, biyoteknoloji gibi alanlarda gerçekleştirilecek kapsamlı araştırmalara konu olacağını umuyoruz.

KAYNAKÇA

Alper, N., 2004, Çeşitli Kaynaklardan Eksopolisakkarit Oluşturan Mikroorganizmaların İzolasyonu ve Üretim Kapasitelerinin Karşılaştırılması, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64 s.

Anonim, 2004, http://www.brf.bund.de/cm/208/gesundheitsliches_risiko_von_shiitake_pilzen.pdf

Anonim, 2006, <http://www.lsbu.ac.uk/water/hygly.html>

Bae, J. T., Sim, G. S., Lee, D. H., Lee, B. C., Pyo, H. B., Choe, T. B. And Yun, J. W., 2005, Production of exopolysaccharide from mycelial culture of *Griola frondosa* and its inhibitory effect on matrix metalloproteinase-1 expression in UV- irradiated human dermal fibroblasts, FEMS Microbiology Letters, 347-354.

Blaudez, D., Jacob, C., Turnau, K., Colpaert, J.V., Ahonen-Jonnarth, U., Finlay, R., Botton, B., and Calot, M., 2000, Differential responses of ectomycorrhizal fungi to heavy metals in vitro, Mycol. Res., 104 (11), 1366-1371.

Brock, T.D. and Madigan, M. T., 1994, Biology of Microorganisms, Seventh Edition, Prentice- Hall International Inc. P899,1054.

Cui, J. and Chisti, Y., 2003, Polysaccharopeptides of *Coriolus versicolor* physiological activity, uses and production, Biotechnology Advances 21, 109-122.

Daba , A.S. and Ezereonye, O.U., 2003, Anti-cancer effect of polysaccharides isolated from higher basidiomycetes mushrooms, African Journal of Biotechnology, 2, 672-678

Ding, X.,Zhang, J., Jiang, P., Xu, X. And Liu, Z., 2004, Structural features and hypoglycaemic activity of on exopolysaccharide produced by *Sorangium cellulosum*, Letters in Applied Microbiology, 38, 223-228.

Dong, Y., Kwan, C.-Y., Chen, Z.-N. And Yang, M.-M.-P., 1998, Antitumor Effects of a Refined Polysaccharide Peptide Fraction Isolated from *Coriolus versicolor*: *In vitro* and *in vivo* Studies, Asia Pacific Bio Tech News, 2, 71-75.

Dubois, M., Gilles, K., Hamilton, Y., Rebers, P. And Smith, F., 1956, Colorometric method for determination of sugars and related substances, *Analytical Chemistry* 28, 350-356.

Dölger, B. ve Şen,F.,1999, *Russula delica* Fr. Makrofungusunun Antimikrobiyal Aktivitesi, Tr. J. of Biology, 23 ,127-133

Düğenci,K.S. ve Candan, A., 2003 Gökkuşlağı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) Bazı immunostimulanların Spesifik Olmayan Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkisi ,Turk J Vet Anim Sci, 27 ,1253-1260

Fang, Q.H. and Zhong, J.J., 2002, Effect of initial pH on production of ganaderic acid and polysaccharide by submerged fermentation of *Ganoderma lucidum*, Process Biochemistry, 37, 769- 774.

Ger, E., Angelucci, J. and Coleman, P., 1997, Activity of Shiitake and Maitake Mushrooms, Delaware Medical Journal, 69, 149-151.

Griesbach, U., Wachter, R., Ansmann, A., fabry, B and Engstad, R.E., 2005, Use of water – soluble β -(1,3) Glucans as agents for producing therapeutic skin treatment agents, United States patent, patent No: US 6,875,754 B1

Hwang, H.-J., Kim, S. W., Choi, J.-W. And Yun, J.-W., 2003, Production and characterization of exopolysaccharides from submerged culture of *Phellinus linteus* KCTC 6190, Enzyme and Microbial Technology, 33, 309-319.

Hwang, H.-J., Kim, S. W., Xu, C.P., Choi, J. W and Yun, J. W., 2003, Production and molecular characteristics of four groups of exopolysaccharides from submerged culture of *Phellinus gilvus*, Journal of Applied Microbiology, 94, 708-719.

Hwang, H.-J., Kim, S. W., Xu, C.P., Choi, J. W and Yun, J. W., 2004, Morphological and rheological properties of the three different species of basidiomycetes *Phellinus* in submerge cultures, Journal of Applied Microbiology, 96, 1296-1305.

Keton T. W. And Gould L. J., 1945, Fifth Edition, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 55

Kim, S.-W., Hwang, H.-J., Park, J. P., Cho, Y. J., Song, C. H. And Yun, J. W., 2002, Mycelial growth and exo-biopolymer production by submerged culture of various edible mushrooms under different media, Letters in Applied Microbiology, 34, 56-61.

Kim, S.-W., Hwang, H.-J., Xu, C.-P., Sung, J.-M., Choi, J.-W. And Yun, J.-W., 2003, Optimization of submerged culture process for the production of mycelial biomass and Exo-polysaccharides by *Cordyceps militaris* C738, Journal of Applied Microbiology, 94, 120-126.

Kim, H.O., Lim, J. H., Joo, Kim, S. W., Hwang, H. J., Choi, J. W. And Yun, J. W., 2005, Optimization of submerged culture condition for the production of mycelial biomass and exopolysaccharides by *Agrocybe cylindracea*, Bioresource Teechnology, 96, 1175-1182.

Kim, H.O. and Yun J.W., 2005, A comparative study on the production of exopolysaccharides between two entomopathogenic fungi *Cordyceps militaris* and *Cordyceps sinensis* in submerged mycelial cultures, Journal of Applied Microbiology, 99, 728–738.

Lee, B. C., Bae, J. T., Pyo, H. B., Choe, T. B., Kim, S. W., Hwang, H. J. And Yun, J. W., 2003, Biological activites of the polysaccharides produced from submerged culture

of the edible Basidiomycete *Grifola frondosa*, Enzyme and Microbial Technology, 6274, 1-8.

Maziero, R., Cavazzoni, V. ve Bononi, V. 1999, Screening of Basidiomycetes for the Production of exopolysaccharide and biomass in submerged culture, Revista de Microbiologia, 30, 77-84.

Ooi, V.E.C. and Liu, F., 2000, Immunomodulation and Anti-Cancer Activity of Polysaccharide-Protein Complexes, Current Medicinal Chemistry, 7, 715-729.

Rau, U., 2004, Glukans secreted by fungi, Turkish Electronic Journal of Biotechnology, 2, 30-36.

Rosado, F. R., Germano, S., Carbonero, E. R., Costa, S. M. G.D., Iacomini, M. and Kemmelmeier, C., 2003, Biomass and exopolysaccharide production in submerged cultures of *Pleurotus ostreatoroseus* Sing. and *Pleurotus ostreatus* “florida” (Jack.: Fr.) Kummer, J. Basic Microbiol., 3, 230-237,

Sutherland, I.W., 1994, Stucture-function relationships in microbial polysaccharides, Biotech. Adv., 12, 393-448.

Tavares, A.P.M., Agapito, M.S.M., Coelho, M.A.Z., Lopez da Silva, J.A., Barros-Timmons, A., Countinho, J.A.P. and Xavier A.M.R.B., 2005, Selection and optimization of culture medium for exopolysaccharide production by *Coriolus (Trametes) versicolor*, world Journal of Microbiology & Biotechnology, 21, 1499-1507.

Yang, X.-J., Liu, J., Ye, L.-B., Yang, F., Ye, L., Gao, J.-R. And Wu, Z.-H., 2006, *In vitro* and *in vivo* protective effects of proteoglycan isolated from mycelia of *Ganoderma lucidum* on carbon tetrachloride induced liver injury, World Journal of Gastroenterology, 12(9):1379-1385.

