

**T.C
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TARIMSAL ARTIKLARIN HAYVAN YEMİ OLARAK
KULLANIMINDA *Pleurotus eryngii*'nin ETKİNLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Numan YILDIRIM

**DOKTORA TEZİ
(BİYOLOJİ ANABİLİM DALI)**

**DİYARBAKIR
EKİM-2008**

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DIYARBAKIR

Numan YILDIRIM tarafından yapılan “**Tarımsal Artıkların Hayvan Yemi Olarak Kullanımında *Pleurotus eryngii*'nin Etkinliğinin Araştırılması**” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında **DOKTORA** tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı

Adı Soyadı

Başkan: Prof. Dr. Özfer YEŞİLADA

Üye : Prof. Dr. Abuzer SAĞIR

Üye : Prof. Dr. Abdunnasır YILDIZ

Üye : Doç. Dr. Fikret UYAR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Veysel TOLAN

(Danışman)

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 31/10/2008

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../.../2008

Prof. Dr. Hamdi TEMEL

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

Kızım ZEYNEP'e

TEŐEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardım, öneri ve sağlamış olduğu destek için danışman hocam sayın Prof. Dr. Abdunnasır YILDIZ'a

Çalışmalarım sırasında bana yol gösteren ve benden desteğini esirgemeyen hocam sayın Prof. Dr. Özfer YEŞİLADA' ya

Tezin deneysel aşamalarında bana yardımcı olan Dr. Sadın ÖZDEMİR, Hilal ACAY ve Arş. Gör. Dr. Emre BİRHANLI'ya

Gerek çalışmalarım sırasında gerekse de tezimin yazım aşamasında özverili yardımlarını gördüğüm eşim Dr. Nuran CIKCIKOğLU YILDIRIM'a

Projeyi (07-01-24) destekleyen Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Projeler Birimine,

Varlığıyla bana umut ve azim veren kızım Zeynep YILDIRIM'a

teőekkür ederim...

İÇİNDEKİLER

AMAÇ.....	i
ÖZET.....	ii
SUMMARY.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yenilenebilir Enerjiler	1
1.2. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi	2
1.3. Türkiye’de Tarımsal Artık Potansiyeli	4
1.3.1. Türkiye’de Pamuk Üretimi ve Artık Potansiyeli	5
1.3.2. Türkiye’de Buğday Üretimi ve Artık Potansiyeli	7
1.3.3. Türkiye’de Soya Üretimi ve Artık Potansiyeli	9
1.4. Katı Substrat Fermentasyonu (KSF).....	10
1.5. Lignoselülozik Artıkların Değerlendirilme Yolları	12
1.5.1. Lignoselülozik Artıkların Hayvan Besini Olarak Kullanımı.....	13
1.5.2. Lignoselülozik Artıkların Mantar Kültürasyonunda Kullanımı	14
1.5.3. Lignoselülozik Artıkların Kağıt Endüstrisinde Kullanımı	15
1.5.4. Lignoselülozik Artıkların Biyoetanol Üretiminde Kullanımı.....	15
1.5.5. Lignoselülozik Artıkların Kompozit Malzeme Yapımında Kullanımı	16
1.6. Lignoselülozun Kimyasal Kompozisyonu	17
1.6.1. Lignin	18
1.6.2. Selüloz.....	19
1.6.3. Hemiselüloz	20
1.7. Lignoselülozik Bileşiklerin Yıkımı	21
1.8. Lignin Yıkan Mikroorganizmalar	22
1.9. Basidiomycetes Sınıfının Genel Özellikleri.....	25
1.10. Beyaz Çürükçül Funguslar	25
1.11. <i>Pleurotus eryngii</i> Beyaz Çürükçül Fungusunun Genel Özellikleri	26
1.12. Lignolitik Enzim Sistemleri	27
1.12.1. Lakkaz (Benzenediol:oksijen oksidoredüktaz) E.C 1.10.3.2.....	29
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	33
2.1. Katı Substrat Fermentasyonu Ortamında Mantar Kültivasyonu Üzerine Daha Önce Yapılan Çalışmalar	33
2.2. Katı Substrat Fermentasyonu Ortamında Lignin Giderimi, Besin Değer Artışı ve Sindirilebilirlik Artışı Üzerine Daha Önce Yapılan Çalışmalar	36
2.3. Katı Substrat Fermentasyonu Ortamında Lignolitik Enzimler Üzerine Daha Önce Yapılan Çalışmalar	46
3. MATERYAL VE METOD.....	53
3.1. Biyolojik Materyal.....	53
3.2. Kimyasal Maddeler.....	53
3.3. Besiyeri Maddeleri.....	53
3.4. Kullanılan Cihazlar	53
3.5. Çalışmada Kullanılan Fungusların Üretimi ve Saklanması	54
3.6. Çalışmada Kullanılan Tarımsal Artıkların Toplanması ve Kurutulması	54
3.7. Tohumluk Misel (Spawn) Hazırlanması ve Aşılama İşlemleri	54
3.8. Kompost Kültür Ortamının Hazırlanması.....	55
3.8.1. Pamuk Sapı ve Buğday Sapı ile Katı Substrat Fermentasyonu Ortamlarının Hazırlanması	56
3.8.2. Soya Sapı ile Katı Substrat Fermentasyonu Ortamının Hazırlanması	57

3.9. Örneklerin Alınması	57
3.9.1. Redükte Şeker Tayini İçin Örneklerin Alınması	57
3.9.2. Enzim Ekstraksiyonu İçin Örneklerin Alınması	58
3.9.3. Ham Protein Değerlerinin ve Lignin Gideriminin Tespiti İçin Örneklerin Alınması	58
3.10. Örneklerin Analizleri	59
3.10.1. Redükte Şeker Miktarının Tespiti	59
3.10.2. pH Değerlerinin Tespiti	59
3.10.3. Lignin Gideriminin Tespiti	59
3.10.4. Element Analizleri ve C/N Oranlarının Tespiti	60
3.10.5. Ham Protein İçeriklerinin Tespiti.....	60
3.10.6. Lakkaz Aktivitesinin Tespiti.....	61
3.11. Pirinç Kepeği İçeren Katı Ortamlarda Fungus Üremesinin Değişiminin Saptanması.....	61
3.12. İstatistiksel Yöntem	61
4. BULGULAR	62
4.1. Değişik Konsantrasyonlardaki PK'nin Katı Besiyeri Ortamında <i>P. eryngii</i> 'nin Misel Gelişimi Üzerine Etkisi	62
4.2. Pamuk Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının Gelişim Dönemine Bağlı Olarak Fermentasyon Ortamında Redükte Şeker Miktarı ve pH Değişimi Üzerine Etkisi	66
4.3. Pamuk Sapında Gelişim Süreleri ve Bu Gelişim Sürelerine PK'nin Etkisi	70
4.4. Buğday Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının Gelişim Dönemine Bağlı Olarak Fermentasyon Ortamında Redükte Şeker Miktarı ve pH Değişimi Üzerine Etkisi	72
4.5. Buğday Sapında Gelişim Süreleri ve Bu Gelişim Sürelerine PK'nin Etkisi.....	76
4.6. Soya Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının 15., 30. ve 40. Günlerde Fermentasyon Ortamında Redükte Şeker Miktarı ve pH Değişimi Üzerine Etkisi	78
4.7. Pamuk Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının Gelişim Dönemine Bağlı Olarak Gerçekleşen Toplam Lignin Giderim Oranları ve Lakkaz Enzim Aktivite Değişimleri Üzerine Etkisi	82
4.7.1. Saf Pamuk Sapında Herbir Gelişim Döneminde Gerçekleşen Lignin Giderim Oranları	87
4.7.2. Pamuk Sapında Gelişim Dönemlerine Bağlı Olarak PK'nin Toplam Lignin Giderimine Etkisi	88
4.7.3. Pamuk Sapında Gelişim Dönemlerine Bağlı Olarak PK'nin Lakkaz Aktivitesine Etkisi	89
4.8. Buğday Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının Gelişim Dönemine Bağlı Olarak Gerçekleşen Toplam Lignin Giderim Oranları ve Lakkaz Enzim Aktivite Değişimleri Üzerine Etkisi	90
4.8.1. Saf Buğday Sapında Herbir Gelişim Döneminde Gerçekleşen Lignin Giderim Oranları	95
4.8.2. Buğday Sapında Gelişim Dönemlerine Bağlı Olarak PK'nin Toplam Lignin Giderimine Etkisi	96
4.8.3. Buğday Sapında Gelişim Dönemlerine Bağlı Olarak PK'nin Lakkaz Aktivitesine Etkisi	97
4.9. Soya Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının Gelişim Fermentasyonun 15. 30. ve 40. Günlerinde Gerçekleşen Toplam Lignin Giderim Oranları ve Lakkaz Enzim Aktivite Değişimleri Üzerine Etkisi	98

4.9.1. Saf Soya Sapında Fermentasyonun 0-15, 15-30 ve 30-40. Günler Arasında Gerçekleşen Lignin Giderim Miktarları	102
4.9.2. Soya Sapında Fermentasyonun 15., 30. ve 40. Günlerinde PK'nin Lignin Giderimi Üzerine Etkisi.....	103
4.9.3. Soya Sapında Fermentasyonun 15., 30. ve 40. Günlerinde PK'nin Lakkaz Aktivitesi Üzerine Etkisi	104
4.10. Pamuk Sapında Fermentasyon Ortamının C, H, N, S Değerleri ve C/N Oranları	105
4.11. Buğday Sapında Fermentasyon Ortamının C, H, N, S Değerleri ve C/N Oranları	107
4.12. Soya Sapında Fermentasyon Ortamının C, H, N, S Değerleri ve C/N Oranları	109
4.13. Pamuk, Buğday ve Soya Saplarında Fermentasyon Ortamının Ham Protein Oranlarındaki Değişimler	111
4.13.1. Pamuk Sapında Ham Protein Miktarları.....	112
4.13.2. Buğday Sapında Ham Protein Miktarları	113
4.13.3. Soya Sapında Ham Protein Miktarları.....	114
5. TARTIŞMA SONUÇ	115
6. REFERANSLAR	140
7. RESİMLER	171
8. TABLOLAR	175
9. ŞEKİLLER	178
10. ÖZGEÇMİŞ	183

AMAÇ

Ülkemiz tarıma dayalı üretimin önemli bir paya sahip olduğu ve burada; hayvansal üretim oranının büyüklüğü de azımsanmayacak ölçüde olduğu bilinmektedir. Bu tarımsal aktivite neticesinde yurdumuzda muazzam miktarlarda tarımsal artık ortaya çıkmaktadır. Bahsedilen artıkların arazide bırakılması, çevresel sorunlara ve ortamda fitotoksik maddeleri oluşturan canlıları barındırmasından dolayı bir sonraki döneme ait tarımsal verimde kayıplara neden olabilmektedir. Buna karşılık yem açığı ve düşük kaliteli yem üretimine bağlı olarak hayvansal üretimde verim düşüklüğü önemli sorunların başında gelmektedir.

Yapılan bu çalışmada beyaz çürükçül fungus *Pleurotus eryngii*'nin üç farklı suşunun; pamuk, buğday ve soya sapı gibi tarımsal artıklarında, katı substrat fermentasyonu gerçekleştirilmiş ve bu fungusların bahsedilen artıkların ham besinsel durumlarını, ruminant yemi olarak kullanılabilir parametrelere iyileştirilmesi konusunda verimliliklerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

ÖZET

Çalışmamızda *Pleurotus eryngii*'nin üç farklı suşu olan *Pleurotus eryngii* (H.), *Pleurotus eryngii* (T.) ve *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* (E.) kullanılmıştır. Bunlardan *Pleurotus eryngii* (H.), Hacettepe Üniversitesi Fen Endebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden sağlanmıştır. *Pleurotus eryngii* (T.) Tunceli-Mazgirt çevresinden, *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* (E.) ise Elazığ çevresinden elde edilmiştir.

Bu çalışmada, pamuk, buğday ve soya sapı gibi tarımsal artıklar Güney Doğu Anadolu Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü'nden temin edilmiştir.. Bu tarımsal artıklardan pamuk sapı, buğday sapsarı ve soya sapsarı ile gerçekleştirilen katı substrat fermentasyonunun farklı gelişim dönemlerinde meydana gelen redükte şeker miktarları, pH değişimleri, lignin giderim oranları, lakkaz aktivitesi, ham protein miktarlarındaki değişimler ile ortamın C/N oranındaki değişimler belirlenmiştir. Yapılan çalışmada; aynı zamanda farklı oranlarda pirinç kepeği katkısının çalışılan parametrelere etkileri de araştırılmıştır.

Sonuç olarak; buğday, pamuk ve soya sapında en etkin lignin yıkımı ve ham protein artışı sırasıyla; *P. eryngii* var. *ferulae* (E), *P. eryngii* (T) ve *P. eryngii* (H)'de tespit edilmiştir. Lakkaz aktivitesinin genel olarak fermentasyonun ileri safhalarında arttığı görülmüştür. Ayrıca *P. eryngii*'nin farklı suşlarının aynı tarımsal materyal üzerinde farklı sonuçlar oluşturduğu ve farklı tarımsal artıkların *P. eryngii*'nin aynı suşunda farklı yanıtlar meydana getirdiği belirlenmiştir. Pamuk sapında en yüksek lignin giderim oranı, redükte şeker miktarı ve ham protein artışı *P. eryngii* (T)'de sırasıyla; %69,68, 35,26 mg/mL ve %13,42 olarak belirlenmiştir. Buğday sapında en yüksek lignin giderim oranı, redükte şeker miktarı ve ham protein değerleri *P. eryngii* (E)'de sırasıyla %74,11, 43,95 mg/mL ve %5,45 olarak tespit edilmiştir. Soya sapında ise en yüksek lignin giderim oranı *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de %24,43 olarak, en yüksek protein değeri ise %13,32 olarak *P. eryngii* (H)'de saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beyaz çürükçül fungus, *Pleurotus eryngii*, Lignin giderimi, Lakkaz, Ruminant besini

SUMMARY

In this study, three different strains of *Pleurotus eryngii*; *Pleurotus eryngii* (H.), *Pleurotus eryngii* (T.) and *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* (E.) were used. *Pleurotus eryngii* (H.) was obtained from Hacettepe University, Faculty of Science, Biology Department. *Pleurotus eryngii* (T.) was obtained from Tunceli-Mazgirt province and *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* (E.) was obtained from Elazığ province.

In this study, agricultural wastes such as cotton, wheat and soy stalk have been obtained from Southeastern Agricultural Research Institute. Reducing sugar, pH alteration, lignin degradation rates, laccase activities, crude protein levels and C/N ratio difference were determined during different growth periods of solid-state fermentation realized with cotton, wheat and soy stalk from the agricultural wastes. Besides, in this study the effects of the addition of different rates of rice bran on studied parameters were investigated.

Consequently, it was found that the most effective lignin degradation and crude protein increase at wheat stalk, cotton stalk and soy stalk were obtained by *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* (E.), *Pleurotus eryngii* (T.) and *Pleurotus eryngii* (H.), respectively. We found that laccase activities generally increased at late phase of fermentation. Furthermore, we observed that different strains of *P. eryngii* revealed different results on the same agricultural wastes and different agricultural wastes resulted in different responses at the same strain of *P. eryngii*. It was found that the most highest lignin degradation rate, reducing sugar level and crude protein rate obtained by *P. eryngii* (T) (%69,68, 35,26 mg/mL ve %13,42 respectively) on cotton stalk and most highest lignin degradation rate, reducing sugar level and crude protein rate obtained by *P. eryngii* (T) (%74,11, 43,95 mg/mL and %5,45 respectively) on wheat stalk. The most highest lignin degradation rate was determined to be %24,43 by *P. eryngii* var. *ferulae* (E) and the most highest protein level was found to be %13,32 by *P. eryngii* (H) on soy stalk.

Key words: White rot fungi, *Pleurotus eryngii*, Delignification, Laccase, Ruminant feed

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABTS	:	2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazolin-6-sulfonic acid)
BS	:	Buğday Sapı
DİE	:	Devlet İstatistik Enstitüsü
DNS	:	3,5-dinitrosalisilik asit
DSF	:	Derin Substrat Fermentasyonu
FS	:	Fermentasyon Sonu
IVDMD	:	In Vitro Kuru Madde Sindirilebilirliği
IVDRD	:	In Vitro Kuru Madde Rumen Sindirilebilirliği
IVNDFD	:	In Vinto Nötral Deterjan Fiber Sindirilebilirliği
IVOMD	:	In Vitro Organik Madde Sindirilebilirliği
KSF	:	Katı Substrat Fermentasyonu
LiP	:	Lignin peroksidaz
LMS	:	Lignin Mediatör Sistemler
MEA	:	Malt Ekstrakt Agar
MnP	:	Mangan peroksidaz
MTEP	:	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
OM	:	Organik Madde
PAH	:	Poliaromatik Hidrokarbonlar
PJ	:	Peta Joule (10^{15} Joule)
PD	:	Polarizasyon Derecesi
PK	:	Pirinç Kepeği
PS	:	Pamuk Sapı
SS	:	Soya Sapı

1. GİRİŞ

Biyoteknolojinin en özgün tanımı; "organizmaların, biyolojik sistemlerin veya biyolojik süreçlerin üretim ve hizmet endüstrilerine uygulanmasıdır". Biyoteknoloji; mikrobiyoloji, moleküler biyoloji, fizyoloji, hücre biyolojisi, gen mühendisliği ile kimya mühendisliği gibi bilim dallarının kendi aralarında etkileşimlerinden kaynaklanan ara disiplinlerden oluşan bir birim ve uygulama dalları topluluğudur. Biyoteknolojinin çalışma alanları dünya üzerindeki yaygın problemlerle sıkı ilişkilidir. Biyoteknolojik uygulamalar; çoğu kez çevreye zarar vermeyen tekniklerdir, Biyoteknolojik uygulamalarda genellikle enerji ihtiyacı düşüktür, yüksek basınç gerektirmez, oda sıcaklığı veya daha düşük sıcaklıklar kullanılabilir. Ülkemizin önemli bir tarımsal üretim potansiyeli olup, genel bitkisel üretim artıklarının %60'ını selülozlu tarımsal artıklar teşkil etmektedir. Ülkemiz ekonomisinin tarıma önemli oranda dayalı olduğu, tarımda da hayvansal üretimin payının büyüklüğü bilinen bir gerçektir. Buna karşılık yem açığı ve düşük kaliteli yem üretimine bağlı olarak hayvancılığımızda verim düşüklüğü önemli sorunlarımızdandır. Diğer yandan, yapısı gereği zor parçalanan ve yem değeri çok düşük bitkisel ham artıklar günümüzde kaynak israfı yaratmaktadır. Tarımsal atık ürünleri mikroorganizmaların enzimleri vasıtasıyla daha yararlı ürünlere dönüştürülüp tekrar ekonomiye kazandırılma çalışmaları, hem ülke ekonomisi ve hem de insan sağlığı açısından büyük öneme sahip olduğu kabul edilmektedir (Topal, 1992; Telefoncu, 1995; <http://arsiv.mmo.org.tr/pdf/10608.pdf>).

1.1. Yenilenebilir Enerjiler

İnsan, ilk zamanlarda yaşamını doğal çevrede sürdürürken ihtiyaçlarını da doğal kaynaklardan sağlamıştır. Kurutmayı ve ısınmayı güneşle, tahıl üretimini rüzgarla yapmış, bir kandilin ışığıyla aydınlanabilmiştir. Nüfus artıp ihtiyaçlar çeşitlenince, "daha çok" ve "daha hızlı" isteyen insan, yeni kaynakların arayışına girmiştir. Önce buharın keşfinde olduğu gibi kullandığı kaynakları yoğunlaştırarak "daha fazla" enerji elde etmiştir. Ancak suda yaptığı yoğunlaştırmayı güneşin dağınık enerjisini birleştirmek için denemek yerine daha kolay bir yolu seçmiştir. Yakılmasıyla enerjiyi açığa çıkaran yakıtlara yönelmiştir. Fakat bu yakıtların çevreye ve atmosfere verdiği zarar, sağladığı faydayı gölgelemiştir (Uyar, 2004).

Yenilenebilir enerji, sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji akışından elde edilen enerjidir. Bu kaynaklar güneş ışığı, rüzgar, akan su, biyokütle ve jeotermal olarak sıralanabilir. En genel olarak, yenilenebilir enerji kaynağı; enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanabilir. Örneğin, güneşten elde edilen enerji ile çalışan bir teknoloji bu enerjiyi tüketir, fakat tüketilen enerji toplam güneş enerjisinin yanında çok küçük kalır (tr.wikipedia.org/wiki/yenilenebilir_enerji).

Biyokütle yenilenebilir ve genel anlamda çevreye uyumlu bir enerji kaynağı olmakla birlikte, günümüzde kullanılan tür ve kullanım şekli ile bazı çevresel etkilere sebep olabilmektedir. Örneğin tarımsal atıkların yakılması, bazı çevre sorunlarına neden olmakta, ayrıca; depolanmaları ise geçici görsel çevre kirliliği yaratmaktadır. Çevreye verdikleri emisyonların net değeri sıfır olan yenilenebilir enerji kaynakları; yalnız çevresel nedenlerle değil, aynı zamanda hızla azalan fosil kaynaklarının yerine sürdürülebilir enerji kaynakları aranması sebebiyle de önem kazanmıştır (**DPT, 2001; Soyly ve Türkay, 2005**). Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyokütle enerjisi, tarımsal organik atıkların birçok çeşidini bulundurur. Ancak, yenilenebilir kaynak teknolojisi açısından öneme sahip bu atıklar, bazı yerel bölgelerde maalesef yakacak olarak tüketilmektedir (**Fehrer ve ark., 2002**).

1.2. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi

Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, genelde güneş enerjisini fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılır. Biyokütle, bir türe ve ya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak da tanımlanabilir. Canlı kütle ve dikili ürün deyimleriyle eş anlama gelen biyokütle, çoğu kez “phytomass” ve “zoomass” olmak üzere ikiye ayrılırlar. Ölçü birimi ise, belirli bir alana oranlanmış yaş ya da kuru kütledir. Biyokütleyi aynı zamanda bir organik karbon olarak da kabul etmek olanaklıdır. Güneşin dünyaya verdiği enerjinin yaklaşık 1.5×10^{18} kWh/yıl olduğu ve bunun da dünya da tüketilen toplam enerjiden 10.000 kat büyük olduğu bilinmektedir (<http://www.habitaticingencilik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/BiyoKutle.pdf>).

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları açısından büyük bir potansiyele sahip olmasına karşın, yenilenebilir enerji kaynaklarının genel enerji üretimindeki payı oldukça düşüktür. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle enerjisi, toplam enerji üretimindeki payının oldukça yüksek olmasından dolayı büyük bir öneme sahiptir. Ülkemizin 77.044 MTEP(Milyon Ton Eşdeğer Protein)/yıllık enerji gereksinimi ve 2010 yılında 175 MTEP enerji talebinin, yenilenebilir enerji potansiyelinden düşük olduğu görülmektedir (Tablo 1.1). Yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir bölümünü biyokütle enerjisi (%13) oluşturmaktadır. Biyokütlenin toplam enerji tüketiminde payı 1980 yılında %20 iken bu oran 2000’li yıllarda %8’lere düşmüştür (Acaroğlu ve Ültanır, 2004).

Tablo 1.1. Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli (MTEP) (Acaroğlu ve Ültanır, 2004).

Kaynak	Tahmini Potansiyel	Teorik olarak mümkün olan	Kullanılan miktar	Toplam enerji kullanımında payı
Biyokütle	135	65	7.9	13
Güneş	1300	260	0.038	0.06
Rüzgar	200	20	---	---
Hidroelektrik	40	11	2,92	5
Jeotermal	26	6	0.037	0.06
Deniz dalgı	21	---	---	---
Enerji tasarrufu	30	18	---	---
Toplam	1752	380	2.92	18.12

Türkiye’de klasik biyokütle, enerji üretiminde önemli rol oynamaktadır. Klasik biyokütle kaynakları içerisinde yer alan odun, hayvansal ve tarımsal artıklar ülkemizde çoğu kırsal bölgelerde doğrudan yakılmak suretiyle pişirme ve ısıtmada yıllardır kullanılırken, günümüzde biyokütleden enerji üretimine yeni geçilmektedir (Acaroğlu ve Ültanır, 2004).

1.3. Türkiye'de Tarımsal Artık Potansiyeli

Dünya yıllık bitki ve tarımsal artık miktarı yaklaşık olarak 2.273.080.000 tondur. Türkiye'de ise her yıl 36.940.000 ton tarımsal artık elde edilmekte olup, bunun 18 milyon ton kadarı buğday sapı, 8 milyon tonu arpa sapı, 2,5 milyon ton mısır sapı, 3 milyon ton pamuk sapı, 2,5 milyon ton ayçiçeği sapı, 200 bin ton pirinç sapı, 240 bin ton çavdar sapı, 2 milyon ton kendir-kenevir, 200 bin ton göl kamışı oluşturmaktadır. Verilere göre, Türkiye dünyanın sayılı yıllık bitki üreticisi ülkeler arasında bulunmaktadır. Diğer yandan, orman kaynaklarından yıllık odun hammaddesi artımı 20 milyon m³ gibi çok sınırlı olup, kâğıt endüstrisi, ağaç malzeme kaplama endüstrileri, lif levha ve kereste endüstrileri gibi diğer odun işleyen endüstri dallarının rekabeti ile karşı karşıyadır (**Güler ve Akgül, 2001**). Yıllık bitkilerin asıl yetiştirilme amaçları, besin temini ya da diğer endüstride kullanımı olduğundan ve gereksiniminin artan nüfusla birlikte artacağı veya en azından bugünkü düzeyde kalacağı düşünüldüğünde, bu bitkisel kökenli artık maddelerin sürekliliği daima mümkün görülmektedir.

Türkiye'nin toplam tarımsal artık miktarı kuru madde bazında yaklaşık olarak 40–53 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Tarımsal artıkların ortalama enerji eşdeğeri 17.5 MJ olduğu için tarımsal artıkların yıllık enerji eşdeğeri 470 PJ ile 620 PJ arasında değişmektedir. Bu nedenle tarımsal atıklar yüksek potansiyelinden dolayı ülkemiz için önemli bir biyokütle kaynağıdır. Ülkemizin tarım ve orman alanlarının %44,3'nü ormanlar, %37,6 lık kısmını ekili tarım alanları, %10,6'nü nadas alanları ve geriye kalan %7,5'lik kısmını ise meyve ve sebze alanları oluşturmaktadır. Ekili alanlarımızın %78,1 gibi oldukça büyük bir kısmında ise tahıl üretimi gerçekleştirilmektedir. Tahıl üretiminin toplam üretimdeki payı ise %55'dir (**Acaroğlu ve ark., 1999; DİE, 2003**).

Büyük oranlarda tarımsal üretiminin yapılmakta olduğu ülkemizde, tarımdan elde edilen ürünlerin yanı sıra tarımsal artıkların da çeşitli yöntemlerle enerji kaynağı veya hammadde olarak değerlendirilmesiyle ülke ekonomisine büyük katkı sağlanabilir.

1.3.1. Türkiye'de Pamuk Üretimi ve Artık Potansiyeli

Pamuk, Dünya üzerinde çeşitli coğrafi bölgelerde yetiştirilmektedir. Bu bölgelerin başında Asya kıtası gelmekte, bu kıtayı Amerika ve Afrika kıtaları izlemektedir. Pamuk üretiminde önde gelen 6 ülke sırasıyla, Çin, ABD, Hindistan, Pakistan, Özbekistan ve Türkiye'dir (Tablo 1.2). Bu ülkeler Dünya'daki pamuğun %75'ini üretmektedirler. Türkiye'de, ekim alanının stabil bir yapıda olmasına karşın, pamuk lif veriminin, yaklaşık 40 yıl öncesine göre, iki katın üzerinde bir artış gösterdiği; buna bağlı olarak pamuk üretiminin 800.000-850.000 tonlara ulaştığı; ancak pamuk lif tüketiminin sürekli bir artış içinde olup; 2003 yılında 1.300.000 tona yükseldiği bu açığın (yaklaşık 400.000-450.000 ton) ithalat ile karşılandığı dikkati çekmektedir (<http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/022oktaygencer.pdf>).

Pamuk, ülkemiz tarımı ve ekonomisinde çok önemli bir yere sahiptir. Geniş alanlarda tarımı yapılan ve ihracatımızda çok önemli payı olan bir üründür. Türkiye'de yaklaşık 750.000 ha alanda pamuk tarımı yapılmakta olup; yıllık pamuk üretimi yaklaşık 800.000 tondur (<http://www.tagem.gov.tr>).

GAP bölgesinde, özellikle 1980'li yıllardan, 2000'li yıllara kadar pamuk üretiminde hızlı bir artış trendi gerçekleşmiştir (80.000 hektardan 330.000 hektara). Güneydoğu Anadolu Bölgesi, yaklaşık 300.000 hektardan fazla ekim alanı ve 400.000 tondan fazla lif üretimi ile, son yıllarda, Türkiye'nin en önemli pamuk üretim bölgesi konumuna gelmiştir. Ülke üretiminin yaklaşık %50'si bu bölgeden karşılanmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki pamuk ekim alanlarının, özellikle GAP projesinin tamamlanmasından sonra, daha da artacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'nin pamuk ekim alanı yönünden Dünya'da yedinci; birim alandan elde edilen lif pamuk verimi yönünden dördüncü; pamuk üretim miktarı yönünden altıncı; tüketim yönünden beşinci ve ithalat yönünden dördüncü ülke konumunda olduğu görülmektedir (Tablo 1.2) (Anonymous, 1999-2003).

Tablo 1.2. Türkiye'nin Dünya pamuk üretimi içindeki yeri (**Anonymous, 1999-2003**).

Ülkeler	Ekiliş (ha)	Verim (kg/ha)	Üretim (ton)	Tüketim (ton)	İthalat (ton)
Hindistan	8.249	309	2.551	2.920	318
ABD	5.216	749	3.905	1.744	10
Çin	4.362	1.074	4.672	5.620	495
Pakistan	2.933	586	1.712	1.844	183
Brezilya	838	987	829	854	149
Türkiye	700	1,204	858	1.231	403
Suriye	232	1.368	307	119	-
İsrail	12	1,623	20	5	2
Dünya	31.998	615	19.688	20,255	6.262

Ülkemizde pamuk ekim alanında yıllar itibarıyla bakıldığında azalış olduğu görülmektedir (Tablo 1.3). Ekim alanlarında azalışın tersine verim artışına bağlı olarak üretimde artış gözlenmekle birlikte, 2003 yılı verileri ülkemiz pamuğun hem ekim alanı hem de üretim miktarı açısından düşüşlerin yaşandığını göstermektedir. 2003 yılında 629.384 ha'da, 898.824 ton üretim gerçekleşmiştir.

Tablo 1.3. Türkiye'de pamuk ekim alanı, üretim ve verim durumu (**FAO, Statistical Database www.fao.org**).

Yıllar	Ekiliş Alanı (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
1997	721.723	831.672	1.152
1998	756.566	882.154	1.166
1999	719.294	791.298	1.100
2000	654.177	879.940	1.345
2001	696.566	919.661	1.214
2002	694.760	966.215	996
2003	629.384	898.824	1.324

1960 – 1986'lı yıllara kadar en fazla üretimin, yine Çukurova Bölgesinde olduğu; bunu, Ege, Antalya ve GAP Bölgelerinin izlediği; GAP Bölgesinde ise 1999 yılı dışında sürekli bir üretim artışının olduğu; özellikle 2000'li yıllardan sonra bu artışın, 400.000

ton gibi bir üretim düzeyinin üzerine çıktığı dikkati çekmektedir (**Anonymous, 2003; Özüdoğru, 2002**).

Türkiye ekonomisi açısından bu denli önemli olan pamuğun ülkemizdeki üretimi her geçen yıl biraz daha artmaktadır. Pamuğun hasadı neticesinde oluşan pamuk sapları ise üretici tarafından arazide bırakılmakta veya yakacak olarak kullanılmaktadır. Bu artıkların arazide bırakılması bir sonraki döneme ait verimi azaltmakta ve bazı pamuk zararlılarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yakacak olarak kullanıldıkları takdirde ise bu artıklardan daha az oranda yararlanılabilmektedir.

Tüm bu nedenlerden dolayı, yüksek miktarda tarlada kalan pamuk saplarının, fungal muamele sonrası; yapısındaki ligninin giderilmesi sağlanacak ve ruminantlar için besleyici özellikler bakımından zenginleştirilmesi ile yem olarak kullanılabilirlikleri artırılabilir. Böylece bu artıklar, bir yandan ekonomik olarak değerlendirilerek maddi bir kazanç sağlanacak, diğer yandan da bu artıkların doğal çevre üzerinde oluşturdukları olumsuz etkinin ortadan kaldırılmasına katkı sağlanabilecektir.

1.3.2. Türkiye'de Buğday Üretimi ve Artık Potansiyeli

Yer küremizde üretilen buğday sapı miktarının yaklaşık olarak 800 milyon ton civarında olduğu tahmin edilmektedir (**Mengeloğlu ve Alma, 2002**).

Türkiye sahip olduğu ekim alanı değerleriyle, yaklaşık 205 milyon hektarlık dünya buğday ekim alanının %4,6'sını teşkil etmektedir. Üretim değerleri bakımından dünya üretiminin %3,5'i Türkiye tarafından karşılanmaktadır. Türkiye bu pay ile 10. sırada yer almaktadır.

Ülkemizde üretimi yapılan tahıl ürünleri içinde en büyük paya buğday sahiptir ve ülkemiz için önemli bir tarım ürünüdür. Buğday gerek insan beslenmesinde gerekse hayvan beslenmesinde temel bir gıda maddesidir. Buğdayın tüketimi gelişmiş ülkelerde daha az olmasına karşın, ülkemizde ve kişi başına gelir düzeyi düşük olan ülkelerde ekmeğe dolayısıyla buğdaya dayalı beslenme oranı daha fazladır.

Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde buğday üretimi yapılmaktadır. Üretim yıllar göre değişmekle birlikte 2001 yılı buğday üretimi 19.000.000 tondur. 2002 yılında bu rakam kesinleşmemekle birlikte 19.500.000 ton olarak belirlenmiştir (Tablo 1.4).

Tablo 1.4. Yıllara göre Türkiye buğday ekim alanı, üretimi ve verimi (FAO, Statistical Database, www.fao.org).

Yıllar	Ekim Alanı (1000 ha)	Üretim (1000 ton)	Verim (kg/ha)
1976-1980	9.259	16.750	1.809
1990	9.450	20.000	2.116
1995	9.400	18.000	1.915
2000	9.400	21.009	2.235
2001	9.350	19.007	2.033
2002	9.400	19.500	2.075
2003	9.400	19.000	2.021

Bugün ülkemizde ekili-dikili tarım alanlarının yaklaşık %50' sinde hububat, üçte birinde de sadece buğday üretilmektedir. Diğer taraftan, ülkemizde 4 milyon tarım işletmesinin 3 milyonunda buğday üretimi yapılmaktadır (www.pankobirlik.com.tr). Görüldüğü gibi başta buğday olmak üzere hububat ürünlerinin, ülkemiz için hem ekonomik hem de sosyal açıdan taşıdığı önem büyüktür.

Türkiye buğday ekim alanlarının yaklaşık %15-16'sı makarnalık buğday üretiminde kullanılmaktadır. Buğday üretimi çoğunlukla kıraç arazide yapıldığından ülke geneli düşünüldüğünde verim miktarı 207-235 kg/Dk. dır (http://www.karamanziraatodasi.com/dokuman/bugday_kzo.doc).

Buğday üretiminde, artık olarak tarlada kalan sap ve saman büyük bir oranı oluşturmaktadır. Buğday saplarının büyük bir kısmı, bir sonraki dönem tarlanın sürülmesini kolaylaştırmak için çiftçiler tarafından anız olarak yakılmaktadır. Buğday saplarının ham haliyle ruminant besini olarak kullanımında; yüksek lignin seviyesi ve düşük protein içeriğinden dolayı yeterince verim sağlanamamaktadır. Bu sebepten dolayı üretici hazır yeme yönelmekte ve bu durum üretici üzerinde artı finansal yük oluşturabilmektedir. Buğday saplarının fungal muamele neticesinde, lignin içeriği

azaltılabilir, protein ve redükte şeker bakımından zenginleştirilebilir ve böylece daha verimli ruminant yemi olmalarına olanak sağlanabilir.

1.3.3. Türkiye'de Soya Üretimi ve Artık Potansiyeli

Soya, ortalama 1,5 m boyunda, sarıcı, dalları olan, bir senelik, Çin ve Japonya'da büyük ölçüde tarımı yapılan, besin değeri hayli yüksek olan bir bitkidir. Tohumları küre şeklinde, beyaz renkli olup, bir yanında siyah bir leke vardır. Soya fasulyesi hakkındaki ilk bilgi M.Ö. 3000'li yıllara dayanmaktadır. Beş bin yıl önce Çin'den dünyaya yayılan soya, Batı dünyası 20. yüzyılın ilk yarısında tanımaya başlamıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrasında protein ve yağ teminindeki yetersizlikler soya fasulyesinin insan gıdası olma yönündeki önemini arttırmıştır. Baklagiller familyasından olan soya fasulyesi dünyada en önemli endüstri bitkilerindedir. Tohumları ortalama %18-24 yağ ve %36-40 protein içermektedir. Dünyada yemeklik yağların yaklaşık 1/3'ü ve protein kaynağının da 2/3'ü soya fasulyesinden elde edilmektedir. Soya farklı endüstri kolları için hammadde sağlamasının yanında, değişik şekillerde insan ve hayvan beslenmesinde önemli rol oynamaktadır. Tohumlarından yağın alınmasından sonra geriye kalan küspesi hayvan beslemesi bakımından oldukça değerlidir (Arioğlu, 2000; Golbitz, 2004).

Ülkemizde Ege, Akdeniz ve GAP'ın devreye girmesiyle Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde tahıl hasadından sonra ikinci ürün olarak soya yetiştirilebilmektedir. Türkiye'de soya yetiştiriciliğine ilk olarak 1940 yılında Karadeniz Bölgesi'nde başlanmıştır. İlk soya yağı fabrikası da 1957 yılında Ordu ilinde kurulmuştur. Ardından 1975 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından Çukurova Bölgesi'nde 2. ürün soya yetiştiriciliği geliştirme projesi başlatılarak, ekim alanları ve üretim miktarı artırılmasına rağmen sonraki yıllarda bazı ekonomik ve tarımsal faktörlerden dolayı yetiştiriciliği azalmıştır (Arioğlu, 2000).

Türkiye'de soya tarımı için Karadeniz ve Marmara Bölgeleri en ideal bölgeler olarak ifade edilmektedir. Ülkemizde 1987 yılında 112.000 ha'lık bir alanda 250.000 ton soya fasulyesi üretimi gerçekleştirilirken, bu değerler 2004 yılında 14.000 ha'lık bir alanda 50.000 tona düşmüştür (Tablo 1.5). Ülkemizdeki soya üretiminin büyük

çoğunluğu (%78) Çukurova bölgesindeki ikinci ürün yetiştiriciliğinden sağlanmaktadır (Turan ve Göksoy, 1998; DİE, 2001; Tayyar ve Gül, 2007).

Tablo 1.5. Türkiye'de soya fasulyesi tarımı (DİE, 2001).

Yıllar	Ekim Alanı (1000 ha)	Verim (ton/ha)	Üretim (1000 ton)
2000	15	3.0	45
2001	17	2.9	50
2002	25	3.0	75
2003	27	3.1	85
2004	14	2.9	50

1.4. Katı Substrat Fermentasyonu (KSF)

Katı Substrat Fermentasyonu (KSF), mikroorganizmaların serbest su bulundurmeyen nemli katı materyaller üzerinde büyümesi ve fermentasyonu olarak tanımlanabilir. Katı substrat fermentasyonu serbest suyun olmadığı ya da çok az olduğu durumda gerçekleştiğinden, mikroorganizmaların doğal olarak buldukları çevrenin koşullarına çok benzemektedir. KSF'nin biyoteknolojik çalışmalarda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Raimbault, 1998; Hölker ve ark., 2004).

KSF, binlerce yıldır bilinmektedir. Mısırlılar tarafından ekmek yapımında kullanılmıştır. Koji adı verilen enzim preparasyonu, KSF metoduyla gerçekleştirilen bilinen en eski uygulamalardandır. KSF'nun temelini oluşturan geleneksel Koji işlemi, 25-30°C'de havalandırılmalı bir ortamda tabakalarca istiflenmiş bambu sepetlerde yüksek nemlilikte aşılınmış substratın *Aspergillus oryzae* fermentasyonu ile meydana gelmektedir (Raimbault, 1998; Ooijkaas ve ark., 2000).

Funguslar sahip oldukları morfolojileri ve gelişim özellikleri sayesinde, katı substratların içine nüfuz ederek koloni oluşturabilmelerinden dolayı KSF için uygun mikroorganizmalardır (Sandhya ve ark., 2005). Funguslar ve mayalar, diğer mikroorganizmalara göre su isteklerinin daha az olmasından dolayı KSF için uygundur.

Fakat bakteriler yüksek su isteğinden dolayı KSF ortamına daha az adapte olabilirler (**Pandey, 2003**). KSF, fungusların kullanıldığı uygulamalarda daha iyi sonuçlar verdiği bilinmektedir. Bakteriler ise daha yüksek su aktivitesi gereksinimlerinden dolayı uygun değildir.

KSF, kullanılan katı substratın yapısına bağlı olarak iki şekilde gerçekleştirilebilir. Birincisi, yoğun bir şekilde kullanım alanı bulan ve KSF denilince genelde ilk akla gelen sistem olan ekiminin doğal ortama yapıldığı fermantasyon şeklindedir. Burada kullanılan katı madde hem destek materyali hem de karbon ve besin kaynağı olarak görev almaktadır. Bahsedilen birinci sistemde substrat olarak genellikle hem ekonomik açıdan ve hem de çevre faktörleri yönünden tarımsal ve endüstriyel yan ürünler kullanılmaktadır. İkincisi ise; fazla tercih edilmeyen, sıvı ortamlarla doyurulan katı destek malzemesi üzerine ekimin yapıldığı sistemdir (**Ooijkaas ve ark., 2000**).

Çoğu ticari ürün üretimi için baskın maliyet karbon kaynağıdır. Bu ortamın toplam maliyetinin yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır. Bundan dolayı karbon maliyetinin düşürülmesi önemlidir. Bu amaçla hububatlar ve onların artıkları gibi katılar veya melas gibi sıvı kompleks kaynaklar üzerinde çalışılmaktadır (**Rehm ve ark., 1987**). KSF sahip olduğu avantajların yanında bazı dezavantajlara sahiptir (Tablo 1.6).

Tablo 1.6. Katı substart fermentasyonunun (KSF) avantajları ve dezavantajları (Carrizales ve Jaffe, 1986; Kumar ve ark., 2003; Perez-Guerra ve ark., 2003).

Avantajları	Dezavantajları
Su az olduğu için kontaminasyon riski düşüktür	Genellikle düşük nem seviyesinde üreyebilen mikroorganizmalar kullanılabilir
Derin sıvı fermentasyona (DSF) göre daha yüksek oranda ürün elde edilebilir	Substratlar öğütme, parçalama, homojenizasyon, buhar uygulama gibi ön işlemlere ihtiyaç duyar
Oksijen sirkülasyonu daha iyidir	Substratın katı olması, pH, sıcaklık, nem, besin miktarı gibi parametrelerin kontrolünü zorlaştırabilir
Enerji gereksinimi düşüktür	Üretim süreci, DSF'ye göre daha uzundur
Fungusların yetiştiği, adapte olduğu doğal çevrelere benzer	İstenmeyen funguslarla kontaminasyon olasıdır
Kullanılan Substrat gerekli bütün besinleri sağladığından kültür ortamı basittir	Sıcaklık artış problemi önlenemeyebilir
Kullanılan substratlar, bol ve ucuzdur	
Maliyeti düşüktür	

1.5. Lignoselülozik Artıkların Değerlendirilme Yolları

Odunun dünya çapında artan kullanımı, yoğun tarımsal ürün üretimi ve yoğun kağıt ürünlerinin kullanımı gibi faktörler bu tür lignoselülozik materyallerin çevrede birikimine neden olmuştur. Bu tür artıkların yakılarak ortadan kaldırılması, CO₂ ve diğer zararlı partiküllerin ve PAH'lar gibi toksik bileşenlerin ortama verilmesine neden olur. Oluşan yüksek CO₂ salınımı küresel ısınma gibi sorunlara da neden olmaktadır. Bu tür lignoselülozik atıkların yakılarak ortadan kaldırılması sonuç olarak çevreye, insanlara, hayvanlara ve ekosistemin sürdürülebilirliği üzerinde büyük tehditler oluşturmaktadır (Ince, 1994; Croan, 2000).

Artan lignoselülozik artık problemi uzun yıllardır bilinmektedir. Bu lignoselülozik bileşiklerle yapılan geleneksel uygulamalara (kağıt üretimi, biyokütle yakıt) ek olarak son yıllarda yeni pazarlar oluşmuştur. Araştırmaların yoğunluğu ve yatırım potansiyelinin büyüklüğü bu yeni uygulamaların pek çoğunu mümkün kılmıştır. Bu yeni uygulamaların en ilgi çekenini lignoselülozik materyallerin alternatif enerji taşıyıcılarına dönüşümü olmuştur (**Wheals ve ark., 1999**).

Yıllık bitki ve tarımsal artıkların değerlendirilmesi ile aynı zamanda hem ormanlara olan talebi azaltacak hem de var olan potansiyeli ile orman endüstrisinde ve enerji üretimi amaçlı kullanım alanlarında bir boşluğu dolduracaktır. Ülkemizde orman artıklarının, yıllık bitki potansiyeli dikkate alındığında biyokütle enerjisi olarak değerlendirilmesi mümkündür. Ancak bu artıklar tamamen atıl bir durumda olup enerji üretiminde kullanılmadığı görülmektedir. Türkiye'nin enerji darboğazını aşması için alternatif yenilenebilir lignoselülozik maddelerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu konuya gereken önem verilmeli ve planlanmalar yapılarak, önümüzdeki dönemlerde atıl kaynakların hızlı bir şekilde ekonomiye kazandırılmalıdır (**Güler ve Akgül, 2001**).

1.5.1. Lignoselülozik Artıkların Hayvan Besini Olarak Kullanımı

Selüloz, ruminant yemindeki en önemli karbon ve enerji kaynağıdır. Ancak bu hayvanlar selülozu hidroliz edecek enzimi üretemezler. Rumen mikroorganizmaları selüloz ve diğer bitkisel karbonhidratları karbon ve enerji kaynağı olarak kullanırlar. Bu mikroorganizmalar böylelikle bu karbonhidratları, ruminantların enerji ve karbon kaynağı olarak kullanabilecekleri asetik, propiyonik ve bütrik asit şekline dönüştürürler (**Czerkowski, 1986; Colberg, 1988**).

Beyaz çürükçül funguslar tarafından gerçekleştirilen lignoselülozik materyallerin seçici delignifikasyonu bu artıkların besinsel değerlerinin arttırılmasında kullanılabilir. Sindirilebilirlik oranının artışı, rumen gibi anaerobik bir ortamda organik karbonların organik asitlere fermente edilmesini sağlar. Bununla birlikte beyaz çürükçül funguslarla hayvan besini üretimi henüz endüstriyel boyuta taşınmamıştır (**Agosin ve Odier, 1985; Akin ve ark., 1995; Chen ve ark., 1995**).

1.5.2. Lignoselülozik Artıkların Mantar Kültürasyonunda Kullanımı

Lignoselülozik maddeler bakımından zengin olan tarımsal artıkların bulunduğu ortamdan uzaklaştırılması ve işlenmesi sürekli bir problem olmuştur. Bu durum bu tarımsal materyallerin ana bileşenini meydana getiren ve biyolojik yıkıma dirençli özellikte olan ligninden ileri gelmektedir. Lignoselülozik tarımsal artıkların mantar gibi besinsel anlamda değerli ürünlere biyodönüşümü son yıllarda yoğun ilgi toplamıştır.

Dünyanın pek çok yerinde, bulunduğu bölgeye özgü olan tarımsal lignoselülozik artıklar, mantar kültürü için kullanılarak ekonomik anlamda daha etkin bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Özellikle *Pleurotus* cinsine ait *P. ostreatus*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii*, *P. florida* gibi türler yoğun bir şekilde bu amaç için kullanılmaktadır. *Pleurotus* türlerinin kültürü için; ağaç kabukları ve yaprakları, yer fıstığı kabuğu, odun talaşı, atık kağıt, pamuk sapı, muz kabukları, şeker pancarı artıkları, buğday sapı, pirinç sapı, soya sapı, darı sapı ve odun talaşı gibi pek çok tarımsal artık kullanıldığı ifade edilmiştir (Zadrazil, 1978; Ragunathan ve ark., 1996; Sivrikaya ve Peker, 1998; Philippoussis ve ark., 2001; Baysal ve Yahnkılıç, 2002; Zhang ve ark., 2002; Baysal ve ark., 2003b; Shah ve ark., 2004).

Mantar üretimi yaklaşık olarak 1000 yıllık bir tarihe sahiptir. Günümüzde yaklaşık olarak 20 mantar türü ticari olarak üretilmektedir. Dünya çapında en fazla üretilen mantarlar *Agaricus* sp., *Lentinus edodes* ve *Pleurotus* sp.'dir (Chang, 1999; Sanchez, 2004).

Kültür mantarları genellikle odunu bileşenlerine ayırıştırılan beyaz çürükçüllerdir. Mantar üretimi; lignoselüloz içeren atıkların kullanımında en çok tercih edilen yoldur. Kültür mantarları iyi bir besin ve vitamin kaynağıdır. Mantar kuru ağırlığının yaklaşık olarak %27-48'ini protein oluşturmaktadır. Besinsel değerlerinin yanı sıra mantarlar aynı zamanda iyi birer biyoaktif bileşik kaynaklarıdır. Fungal polisakkaritlerinin antitümör ve immün güçlendirici etkilerinin varlığı da pek çok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Carlile ve ark., 2001; Mattila ve ark., 2001; Wasser, 2002; Sanchez, 2004).

1.5.3. Lignoselülozik Artıkların Kağıt Endüstrisinde Kullanımı

Bilindiği üzere kâğıdın ana hammaddesi selülozdur. Saman, pamuk ve keten gibi tarımsal artıklardan elde edilen liflerden de selülozun elde edilebilir olması, bu artıkların kâğıt sanayinde kullanım imkânını sağlamaktadır. Kimyasal ve morfolojik yapı bakımından yapraklı ağaçlara benzerlik gösteren, poroz ve gözenekli yapısı nedeniyle pişirme çözeltilsinin penetrasyon problemi olmayan tarımsal artıklar ve özellikle buğday sapları ülkemiz için önemli bir hammadde kaynağıdır. Dünya üzerinde kâğıt hamuru üretiminde buğday saplarının kullanımı ülkelere göre büyük değişim göstermekte, özellikle orman kaynakları sınırlı ve yetersiz olan ülkeler tarafından önemli bir hammadde kaynağı durumundadır. Dünyadaki kâğıt üretiminin yaklaşık %3'ü buğday sapları kullanılarak üretilmektedir (**Kırcı ve ark., 1996**).

Kimyasal yöntemle üretim yapan kağıt hamuru fabrikalarında, kağıt hamuru verimi ortalama %50'dir. Geriye kalan %50'lik kısım ise siyah çözelti adı verilen atık çözeltilerdir. Lignoselülozik bir ürün olan bu atık çözeltilinin endüstride çok geniş değerlendirilme alanları bulunmaktadır. Bu atık çözeltilisinde kuru maddenin %50-60'mı lignosülfonatlar, %15-29 monosakkaritler ve %2-6'sını uçucu asitler meydana getirmektedir. Sülfite atık çözeltisi hiçbir işleme tabi tutulmaksızın yakıt, bağlayıcı ve yapıştırıcı kolloid kimyasında yardımcı madde vb. olarak kullanılabilir. Çözeltiliden izole edilen lignosülfonatlar petrol kuyularının açılmasında, çimento endüstrisinde, çeşitli tutkalların hazırlanmasında katkı maddesi olarak, pirolizle çeşitli gaz ürünlerinin elde edilmesinde, fenollerin hazırlanmasında ve vanilin eldesinde kullanım alanı bulmaktadır (**Hafızoğlu, 1988**).

1.5.4. Lignoselülozik Artıkların Biyoetanol Üretiminde Kullanımı

Lignoselülozik materyallerin diğer bir kullanım ve değerlendirilme alanı ise biyoetanol üretimidir. Ülkemizde yakın zamanda Petrol Ofisi tarafından mısır ve buğdaydan biyoetanol üretilerek "yurtsever yakıt" adı altında piyasaya verilmiştir. Bu yakıt kurşunsuz benzine %2 oranında katılarak 25-50 milyon dolarlık bir ithalat tasarrufu sağlanmıştır. 15 Kasım 2006 tarihi itibarıyla Çumra (Konya) Seker Fabrikası bünyesinde biyoetanol üretimine geçilmiştir. Ayrıca 2001 yılında Bursa'da 40.000 L/gün kapasiteli bir biyoetanol işletmesi kurulmuştur (**Güven ve Güneser, 2007**).

Biyokütleyi biyoetanole dönüştürmede dört temel adım vardır:

1. Güneş enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucu biyokütle üretmek.
2. Bu biyokütleyi farklı proses teknolojilerinde kullanılabilen bir hammaddeye dönüştürmek.
3. Etanol üretmek için biyokatalizörler kullanarak biyokütleyi fermente etmek.
4. Kimyasal, ısı ve diğer yakıtları üretmek için kullanılabilen fermantasyon ürünleri etanolü ve yan ürünleri geri kazanmak (http://permanent.access.gpo.gov/websites/www.ott.doe.gov/biofuels/advanced_bioethanol.html).

Biyoetanol üretimi için dört farklı yöntem geliştirilmiştir. İlk üç yöntem biyokütleden şeker üretmek ve sonra fermantasyon ile şekeri etanole dönüştürme ilkesine dayanmaktadır. Dördüncü yöntem ise çok farklı bir yaklaşım olup, biyokütlenin termal işlem ile H₂ ve CO gazlarına dönüştürülmesi ve sonra etanol üretimi için fermente edilmesidir (http://www.biomaxxsystems.com/how_ethanol_is_made.php).

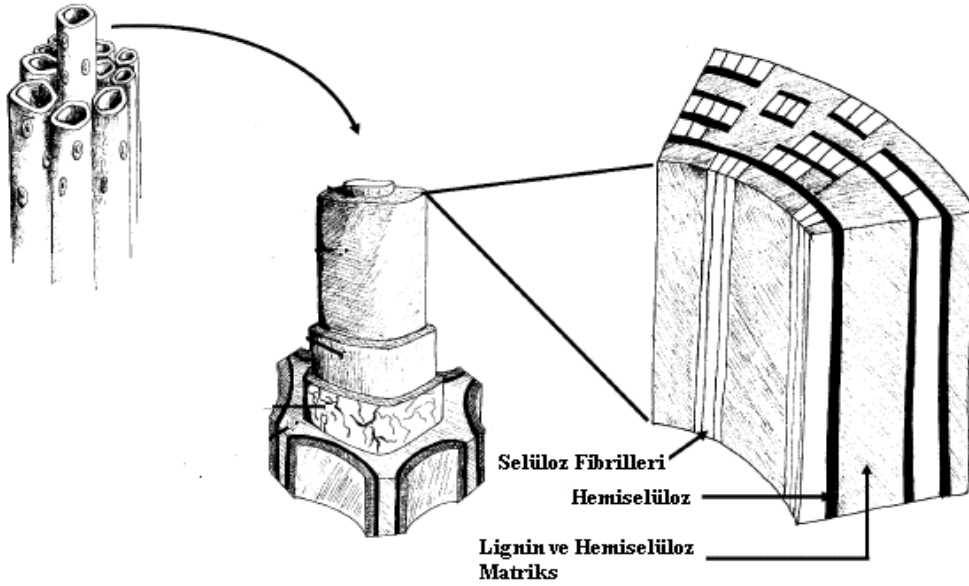
1.5.5. Lignoselülozik Artıkların Kompozit Malzeme Yapımında Kullanımı

İki ya da daha fazla materyalin bir araya getirilmesiyle oluşan ve çoğu zaman kendilerini oluşturan materyalden daha faydalı özelliklere sahip malzemelere kompozit malzeme denmektedir. Termoplastik esaslı kompozitlerin içerisine malzemeyi güçlendirmek ya da maliyeti azaltmak amacıyla lignoselülozik yapıya sahip odun ve diğer organik maddeler kullanılmaya başlanmıştır. Fakat ülkemizde faaliyet gösteren plastik endüstrisinde organik dolgu maddelerinin (odun unu, tarımsal artık unu vb.) henüz kullanılmadığı görülmektedir. Yapısı itibarıyla tarımsal atıklarında plastik sektöründe kullanılma potansiyeli vardır (Mengeloğlu ve Alma, 2002).

Dünyada tarımsal artıklardan termoset esaslı kompozit üretimine örnekler mevcuttur. Bu ürünlere örnek olarak buğday saplarından üretilen ISOBOARD ve DURRA panel verilebilir. Üretilen bu levhalar piyasadaki rakiplerine (alçı levha, çimentolu levha, yonga levha, lif levha vb.) karşı bazı avantajlara sahiptir (<http://www.mav.asn.au/ecobuyfiles/product/Ortech%20wall%20board%20.pdf>).

1.6. Lignoselülozun Kimyasal Kompozisyonu

Lignoselüloz yer kabuğu üzerinde üretilen bitki biyomasının %60'ından daha fazlasını oluşturur. Bu materyaller; biyoyakıt, biyogübre ve hayvan yeminin potansiyel kaynaklarıdır. Lignoselüloz aynı zamanda kağıt endüstrisinin de ham materyalidir.



Şekil 1.1. Odunun bileşenleri (Kirk ve Cullen, 1998).

Bitkilerin kimyasal içeriği belirgin şekilde farklılık göstermekle beraber, genetik ve çevresel faktörlerden de etkilenir (Tablo 1.7). Bitkilerdeki lignoselülozik materyal 3 ana bileşenden oluşur (Şekil 1.1). Bunlar; selüloz, hemiselüloz ve lignindir (Deobald ve Crawford, 1997).

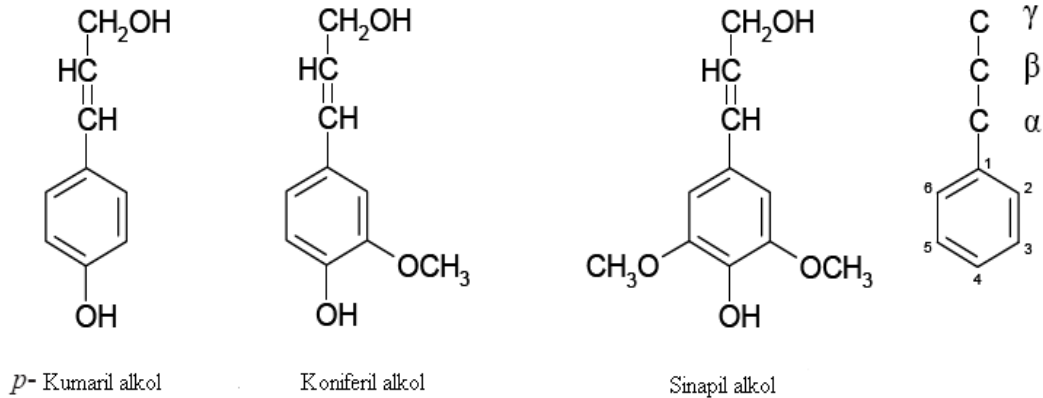
Tablo 1.7. Çeşitli lignoselülozik materyallerin kimyasal bileşenleri (Betts ve ark., 1991).

Ham Materyal	Lignin (%)	Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)
Sert Odun	18-25	45-55	24-40
Yumuşak Odun	25-35	45-50	25-35
Çim	10-30	25-40	25-50

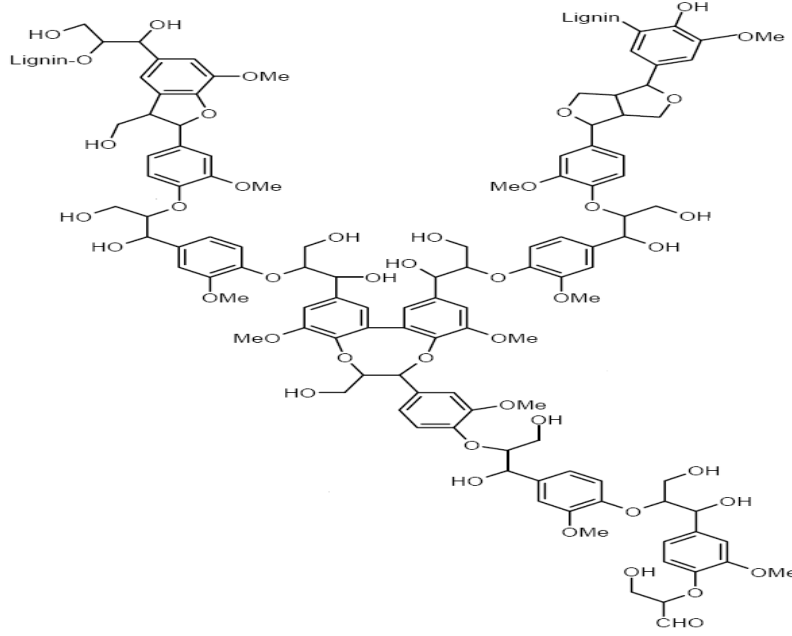
1.6.1. Lignin

Bitki biyomasının %25 – 30 arasını kapsayan, farklı C-C ve C-O-C bağlarıyla birbirine bağlı, fenilpropanoid ünitelerinden oluşmuş heterojen bir polimerdir (Arora ve ark., 2002; Lechner ve Papinutti, 2006). Lignin, selüloz ve hemiselüloz polimerlerini bir matris oluşturarak sarar ve onları mikrobiyal yıkıma karşı korur (Peiji ve ark., 1997). Lignin aynı zamanda hücre duvarına sertlik verir ve selüloz mikrofibrillerini bir arada tutan yapısal bir yapışkan gibi iş görmektedir (Abbott ve Wicklow, 1984). Mikroorganizmaların sadece çok az bir kısmı, birincil olarak beyaz çürükçül funguslar, lignini yıkmak için güçlü kapasiteye sahip ekstraselüler lignolitik enzim sistemlerine sahiptirler (Mariana ve ark., 1999).

Lignin yüksek bitkilerde polimerizasyonla fenil propanoid öncüllerinden sentezlenir. Lignin, bir aromatik halka ve 3 karbon yan zincirden oluşan (Şekil 1.2 ve Şekil 1.3) prekürsörler olan *p*-kumaril alkol, koniferil alkol ve sinapil alkoldür. Lignin molekülünde prekürsörler 3 tip alt üniteden oluşmuştur, bu alt üniteler; hidroksifenol-(H-tip), guaiakil-(G-tip) ve syringil-(S-tip) alt üniteleridir (Argyropoulos ve Menachem, 1997).



Şekil 1.2. Lignin prekürsörleri ve lignin molekülündeki karbon iskeletin numaralandırılması (Buswell ve Odier, 1987).

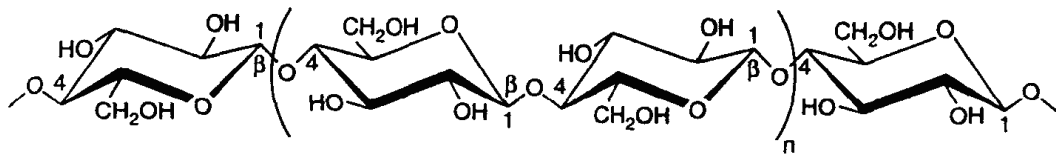


Şekil 1.3. Ligninin yapısal modeli (Brunow, 2001).

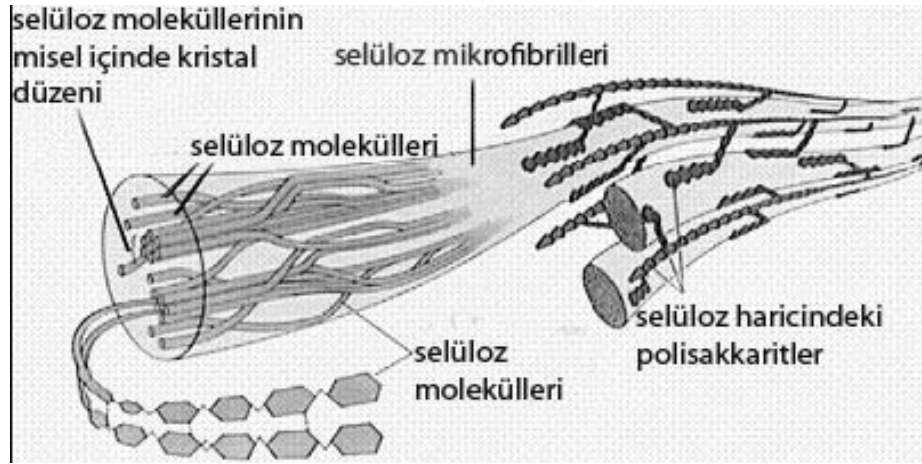
Kompleks yapısı ve hidrolize edilemeyen iskeletinden dolayı, lignini yıkmak selüloz ve hemiselüloza göre oldukça zordur. Ligninin moleküler ağırlığı 100 kDa'nın üzerindedir ve bu durum mikrobiyal hücre içerisine alınımını engeller (Eriksson ve ark., 1990).

1.6.2. Selüloz

Selüloz; glikoz ünitelerinin β -1,4 glikozidik bağlarla birbirlerine bağlanmasıyla oluşan lineer bir homopolimerdir. Bitki hücre duvarındaki birbirlerine hidrojen bağlarıyla tutunmuş paralel selüloz molekülleri, microfibril adı verilen birlikleri oluştururlar. Global ölçekte bitkiler yılda yaklaşık olarak 10 milyar ton selüloz sentezlerler. Bu nedenle selüloz yeryüzünde en bol bulunan organik bileşiktir (Campbell, 2006) Selülozun yapısı, Şekil 1.4 ve Şekil 1.5'te verilmiştir.



Şekil 1.4. Selülozun yapısı (Kirk ve Cullen, 1998).



Şekil 1.5. Selüloz molekülleri ve mikro fibrilleri (Purves ve ark., 2003).

1.6.3. Hemiselüloz

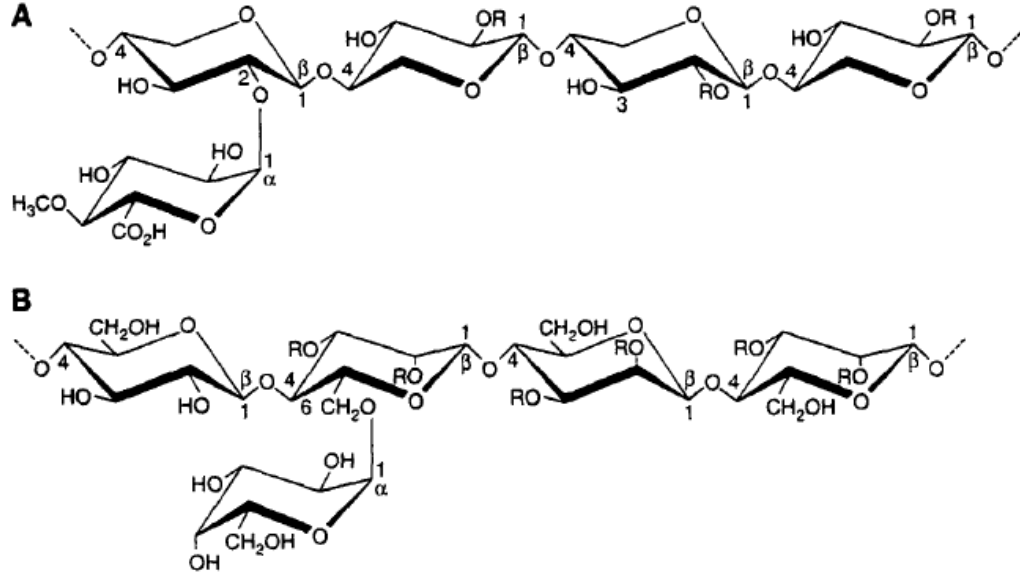
Hemiselüloz; pentoz ve heksozların oluşturduğu dallanmış amorf bir polimerdir. Selüloz mikro fibrillerine destek sağlar. Polarizasyon derecesi (PD) değeri 50-300 arasında değişir (Lechner ve Papinutti, 2006).

Lignoselülozun yaklaşık %20 - %35'i hemiselülozdur. Pentozların (D-ksiloz ve L-arabinoz), heksozların (D-mannoz, D-glukoz ve D-galaktoz) ve şeker asitlerin heterojen polimeridirler. Hemiselülozu oluşturan bu birimler birbirlerine çoğu zaman β -1,4-glikozidik bağlarla bağlıdır. Ancak bu bağlara ek olarak β -1,3-, β -1,6-, α -1,2-, α -1,3- ve α -1,6-glikozidik bağları da rapor edilmiştir (Sjöström, 1993).

Hemiselüloz; diğer polisakkaritlerle, protein birimleriyle ve lignin üniteleriyle çapraz bağlarla bağlanmış durumda bulunur. Hemiselüloz birincil hücre duvarında pektin ve proteinlerle ikincil hücre duvarında ise ligninle ilişkili durumdadır (Hammel, 1997).

Sert odun ve çok yıllık bitkilerdeki temel hemiselülozlar ksilanlardır (%15-30). Yumuşak odunun temel hemiselülozu ise galaktoglukomannanlar (%15-20), arabinoglukoroksilanlar ve arabinogalaktanlardır (Sjöström, 1993). Hemiselüloz amorf bir yapıya ve daha düşük polimerizasyon derecesine (yaklaşık 70-200) sahip olduğu için

selüloza göre daha kolay yıkılabilir (**Kuhad ve ark., 1997; Perez ve ark., 2002**). Sert odun ve koniferlerin temel hemiselülozlarının yapısı Şekil 1.6’da verilmiştir.



Şekil 1.6. Sert odunun temel hemiselülozu O-asetil-4-O-metilglukuronoksilan (A), koniferlerin temel hemiselülozu O-asetilgalaktoglukomannan (B) (**Kirk ve Cullen, 1998**).

1.7. Lignoselülozik Bileşiklerin Yıkımı

Doğada lignoselüloz içeren biyokütle, bitkilerin fotosentezi ile üretilen organik maddelerin yenilebilir ana kaynağıdır. Lignoselülozik atıklar; bitki üretiminde, tarımda, ormancılıkta ve endüstriyel işlemlerde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu lignoselülozik atıklar yeryüzünde üretilen toplam bitkisel biyomasın yaklaşık %60’ını oluşturur (**Perez ve ark., 2002**).

Lignoselüloz fiziksel olarak sert yoğun ve yıkıma karşı dirençlidir. Bununla birlikte yoğun bir şekilde zengin karbon ve kimyasal enerji kaynağıdır. Bu sebeplerden dolayı lignoselüloz içerisindeki karbonun geri dönüşümü küresel karbon döngüsünün devamlılığı açısından gereklidir (**Malherbe ve Cloete, 2002**).

Lignoselüloz, kompleks bir substrattır ve yıkımı sadece normal çevresel koşullara bağlı değil, aynı zamanda mikrobiyal popülasyonun yıkıcı etkisine de bağlıdır. Lignoselüloz ile yüklenmiş mikrobiyal komitenin kompozisyonu, biyolojik yıkımın oranını ve boyutunu belirleyici bir faktördür. Lignoselüloz yıkımı karasal ekosistemdeki karbon döngüsünün temel basamağıdır. Geç Devonien döneminde vasküler bitkilerle paralel evrim neticesinde ortaya çıkan *Basidiomycetes*'ler lignini yıkmaya ve modifiye etme yeteneklerine sahiptirler (**Eriksson ve ark., 1990; Waldrop ve ark., 2000**).

Lignin yıkan organizmalara olan ilginin sebebi, sahip oldukları enzimlerden dolayıdır. Lignini yıkabilen mikroorganizmaların en etkinleri taksonomik olarak *Basidiomycetes* sınıfına aittirler. Bunun yanında lignin yıkımına bazı *Ascomycetes*'ler, mitosporik funguslar, kahverengi çürükçüller, mikorizal funguslar ve bazı bakteriler de katkıda bulunur. Oksijenli koşullar altında lignin yıkımı kayda değer bir şekilde gerçekleşirken oksijensiz koşullarda gerçekleşen lignin kaybı önemsemeye değmeyecek kadar az bulunmuştur (**Kirk ve Farrell, 1987; Daniel ve Nilsson, 1998; Hatakka, 2001**).

Mikrobiyal yıkımın aksine abiyotik yıkım ya da transformasyon, özel çevrelerde ve özel şartlar altında gerçekleştirilebilir. Bu tarz abiyotik yıkımlar maliyetlerinin yüksek olmalarının yanında, alkalik kimyasallar ya da UV radyasyonu da oluşabilmektedir (**Blanchette, 1991; Vahatalo ve ark., 1999**).

1.8. Lignin Yıkan Mikroorganizmalar

Lignindeki karbon içeriği yüksek olmasına rağmen, mikroorganizmalar lignini karbon ve enerji kaynağı olarak kullanamazlar. Mikroorganizmaların selüloz ve hemiselüloza ulaşmak için lignini yıktıklarına inanılır. Asıl lignin yıkımının amacı bu durumdur. Odun polisakkaritlerinden şeker üretimi esnasında glikoz oksidaz ve gliksil oksidaz aktiviteleri neticesinde H₂O₂ üretilir ve bu üretilen hidrojen peroksit beyaz çürükçüller tarafından lignin yıkımı sırasında bir ön gereksinimdir. Fungal atak oksidatif bir süreçtir ve spesifik değildir. Fungal atak neticesinde ligninin metoksil, fenolik ve alifatik içeriği azaltılır, aromatik halkalar kırılır ve neticede yeni karbonil guruplar oluşturulur. Lignin molekülünde meydana gelen bu oksidatif değişiklikler depolimerizasyon ve CO₂ oluşumuyla sonuçlanır. Beyaz çürükçüller tarafından

meydana getirilen lignin yıkımı doğadaki diğer mikroorganizmaların gerçekleştirdiği yıkımdan daha hızlı olmakla birlikte türler arası değişkenlikler de mevcuttur (**Kirk ve ark., 1976; Kirk ve Farrell, 1987; Hatakka, 2001**).

Beyaz çürükçül funguslar birçok ekstraselüler lignolitik enzimler üretirler. Bunlar; lignin peroksidaz (Lip), mangan peroksidaz (MnP) ve lakkazdır. Beyaz çürükçül *Basidiomycetes*'lerin pek çoğunda lignin yıkımı, sekonder metabolizma sırasında ve besin kıtlığı koşullarında gerçekleşir. Odunda ve toprakta fungal gelişim için kısıtlı besin muhtemelen azottur. Funguslar için azotça sınırlı gelişim koşulları, odun çok az seviyede azot içerdiğinden dolayı oldukça doğaldır. Fungus türleri arasında azota verilen metabolik cevap açısından farklılıklar vardır. Örneğin gelişim ortamına organik azot eklenmesi *Phanerochaete chrysosporium*'da lignin yıkımını baskımlarken *Bjerkandera sp.* ve *Trametes pubescens*'de biyokütle ve lakkaz üretimi uyarılır (**Keyser ve ark., 1978; Kaal ve ark., 1993; Galhaup ve ark., 2002**).

Beyaz çürükçül funguslar dışındaki diğer mikroorganizmalar tarafından ligninin yıkımı hakkında çok az şey bilinmektedir. Bir *Basidiomycetes* olan kahverengi çürükçüller, hidroksilasyon ve demetilasyon reaksiyonları ile lignini minimal düzeyde değişikliğe uğratarlar. Kahverengi çürükçüller, selüloz ve hemiselülozun hızlı bir şekilde kaybına yol açarak odunlu yapının sertliğinde azalışa neden olurlar (**Blanchette, 2000**).

Bazı ektomikorizal funguslar (*Cenococcum*, *Amanita*, *Tricholoma* ve *Rhizopogon*) ¹⁴C ile işaretlenmiş sentetik lignini ve mısır sapındaki lignini yavaş bir şekilde mineralize edebilir ancak yine de bu işlemin etkinliği beyaz çürükçül fungusların sahip olduğu etkinliğin gerisinde kalır (**Trojanowski ve ark., 1984; Haselwandter ve ark., 1990**).

Bakteriyel lignin yıkımı, *Streptomyces* genusuna dahil olan filamentli *Actinomycetes*'lerde yoğun bir şekilde çalışılmıştır. Bu gram pozitif bakteri, suda çözülmüş ve asitle çöktürülebilen polimerik bir lignin olan APPL deki toplam ligninin % 45'inden azını çözebilmiştir (**Berrocal ve ark., 1997; Crawford ve ark., 1983**).

Buğday samanı ile katı substrat fermentasyonu gelişimi esnasında *Streptomyces cyaneus*'un lakkaz benzeri bir fenol oksidaz ürettiği ve bu enzim aktivitesinin hem

çözünme hem de mineralizasyon oranlarıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bazı toprakta ve odun üzerinde yaşayan mikrofunguslar lignini yıkabilir, ancak; yıkım oranlarının beyaz çürükçüller ile kıyaslandığında kısıtlı olduğu görülür. *Ascomycetes Daldinia concentrica* lignin içeriğinde yaklaşık olarak %40'a yakın bir azalış oluşturabilmiştir (Nilsson ve ark., 1989; Berrocal ve ark., 1997; Berrocal ve ark., 2000). Lignini yıkan mikroorganizmalar Tablo 1.8'de verilmiştir.

Tablo 1.8. Lignin yıkan organizmalar (Buswell ve Odier, 1987; Rayner ve Body, 1988; Erikson ve ark., 1990; Blanchette, 1995).

Organizma	Alt şube	Lignin Yıkımı	Çevre	Örnek Cinsler
Beyaz Çürükçüller	<i>Basidiomycotina</i>	Lignin mineralizasyonu	Sert odun	<i>Pleurotus</i> , <i>Phanerochaete</i>
Kahverengi Çürükçüller	<i>Basidiomycotina</i>	Lignin modifikasyonu	Yumuşak odun	<i>Poria</i> , <i>Polyporus</i>
Yumuşak çürükçüller	<i>Ascomycotina</i> , <i>Deuteromycotina</i>	Sınırlı Lignin Yıkımı	Sucul çevreler	<i>Paecilomyces</i> , <i>Fusarium</i>
Bakteriler	<i>Actinomycetes</i> , <i>Myxobacteria</i>	Sınırlı Lignin Yıkımı	Suyla doyrulmuş odun	<i>Streptomyces</i> , <i>Pseudomonas</i>

Farklı tip lignin yıkan enzimlerin bazıları *Ascomycetes*'lerde tespit edilmiştir. Bunlardan lakkaz; *Coniochaeta* (Barbosa ve ark., 1996), *Hortaea acidophila* (Tetsch ve ark., 2005), *Fusarium proliferatum* (Regalado ve ark., 1999), *Mauginiella sp.*, (Palonen ve ark., 2003) *Penicillium crysogenum* (Rodriguez ve ark., 1996) ve *Xylaria* (Liers ve ark., 2006)'da tespit edilmiştir. Peroksidazların tespit edildiği *Ascomycetes*'ler ise; *Chrysonilia sitophila* (Rodriguez ve ark., 1997), *Aspergillus terreus* LD-1 (Kanayama ve ark., 2002), *Coniochaeta ligniaria* NRRL 30616 (Lopez ve ark., 2007) dir. Ancak bu türlerde bahsedilen bu enzimler beyaz çürükçül funguslarda bulunan enzimlerin kapasitesi kadar lignini oksitlemede etkin değildir (Machuca ve Duran, 1993; Machuca ve ark., 1998).

1.9. Basidiomycetes Sınıfının Genel Özellikleri

Basidiomycetesler, fungusların ikinci en büyük sınıfını oluştururlar. Bu sınıfın üyesi yaklaşık 13.000 tür tespit edilmiştir (**Ingold, 1961**).

Şapkalı mantarlar, raf mantarları, kurt mantarları ve küfler, Basidiomycetes sınıfı içerisinde sınıflandırılmıştır. Bu mantarlar isimlerini basidyumdan alır. Bazidyum, organizmanın yaşam döngüsünde geçici bir diploid evreyi oluşturur. Bazidyumun şeklinin kadeh şeklinde oluşu nedeniyle, kadeh mantarları ismini almışlardır. *Basidiomycetes* sınıfı üyeleri, odun ve diğer bitkisel maddelerin önemli ayrıştırıcılarıdır. Bu sınıf, aynı zamanda mikoriza oluşturan mutualistleri ve bitki parazitlerini de içerir. Mantarlar arasında *Basidiomycetes* üyeleri odunda en bol bulunan bileşenin, yani kompleks bir polimer olan ligninin en iyi ayrıştırıcılarıdır. Pek çok *Basidiomycetes* sınıfı üyesi funguslar, zayıf ya da zarar görmüş ağaçların odun kısmında parazit yaşar ve ağaç öldükten sonra odunu ayrıştırır (**Campbell, 2006**).

1.10. Beyaz Çürükçül Funguslar

Beyaz çürükçül funguslar, *Basidiomycetes* sınıfına dahil olup, odunun bileşenlerini parçalar ve odunda beyaz renkli bir kalıntı oluşmasına neden olurlar. Doğal şartlar altında ölü yada canlı odun üzerinde lignini etkin bir şekilde yıktığı ifade edilen canlıların sadece beyaz çürükçül funguslar olduğu rapor edilmiştir (**Eriksson ve ark., 1990; Eaton ve Hale, 1993**).

Beyaz çürükçül funguslar odunun lignin bileşenlerine saldırırlar, selüloz ve hemiselüloz üzerinde çok az etkiye sahiptirler ve onları artık olarak bırakırlar. Selülozdan ziyade lignini yıkan beyaz çürükçül funguslar seçici yıkıcı olarak adlandırılırlar. Seçici lignin yıkıcılarına karşı olan ilginin temel sebebi özellikle biyoteknolojik kullanım alanlarından dolayıdır (**Hatakka, 2001; Hofrichter, 2002**).

Beyaz çürükçül fungusların, odunda bulunan protein ve karbonhidratlardaki azot ve karbon kaynaklarına daha kolay erişebilmek için lignini yıktıkları ifade edilmiştir (**Hadar ve ark., 1993**).

Bu funguslar arasında *Pleurotus eryngii*, *Coriolus versicolor*, *Funalia trogii*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Pleurotus ostreatus* ve *Pleurotus sajor-caju* sayılabilir. Beyaz çürükçül funguslarla biyoteknolojik amaçlı yürütülen pek çok çalışmaya rastlanmıştır. Bunlar arasında;

- 1- Beyaz çürükçül fungusların alkol fabrikası atık sularının arıtımında kullanımı **(Kahraman ve Yeşilada, 2001)**,
- 2- Beyaz çürükçül fungusların zeytinyağı fabrikası atık suyunun arıtımında kullanımı **(Kahraman ve Yeşilada, 1999; Kahraman ve Yeşilada, 2001)**,
- 3- Boyar maddelerin ve tekstil fabrikası atık sularının renginin gideriminde kullanımı **(Banat ve ark., 1996)**,
- 4- Kağıt hamurundan lignin gideriminde kullanımı **(Reid ve Paice, 1990)**,
- 5- Ağır metallerin biyolojik adsorbsiyonda kullanımı **(Dhawale ve ark., 1996; Gabriel ve ark., 1996)**,
- 6- Poliaromatik hidrokarbonların yıkımında kullanımı **(Çağatay, 1997)**,
- 7- Hormon üretiminde kullanımı **(Yeşilada ve ark., 1990)**,
- 8- Peyniraltı suyunun değerlendirilmesi **(Feijoo ve ark., 1999)**.

1.11. *Pleurotus eryngii* Beyaz Çürükçül Fungusunun Genel Özellikleri (Gücin, 1983):

A- Morfolojik Özellikleri

Şapka, 8-15 (20) cm, başlangıçta konveks sonra düz, en nihayette merkezi az çökük yaygınca huni biçimini alır. Kenarlar ince, aşağıya kıvrık, bazen yetiştği yerin durumuna ve diğer şapkaların etkisiyle oluşan sıkışıklık nedeniyle şekil bozulabilir. Bu nedenle şekil yönünden değişkendir. Kutikul kalın, kaygan (nemli havalarda) ayrılabilir. Şapka yüzeyi ince tüylü, radyal hatlı, veya çizgili bej renginden pas kırmızısı veya koyu mor renkli zeminde bu çizgiler siyahımsı ve devamlı şekildedir.

Lameller; 5-10 mm kalınlığında, araları mesafeli, eşit değil bazen çatallanmış, ince yay şeklinde sapa bağlanıp biraz düz olarak devam ederler, önce beyaz, sonra pas grisi, renk alırlar, şapkadan ayrılabilirler. Kenarları akut, sonra törpülenmiş gibi dişli bir şekil alır.

Sap; 4-6x1-3 cm genellikle şapkaya eksantrik olarak, bazen iyice sentral olarak bağlanır, içi dolu, sıkı, elastiki, fibrilimsi, beyazımtırak, nihayette gri renk alır. Dip kısmındaki miseller keçe gibi birbirine girmiş ve koyu kahverengidir.

Eti; kalın, kurtlanmaz ve uzunca zaman dayanır, sıkı, sert, tatlı ve kokusu önemsizdir.

B- Sporları

11-12,5x5,25-6,25 mikron, oblong-eliptik, çok damlalı, granüllü, renksiz, çeperi düzgün.

C- Ekolojisi

İlkbahar aylarından yaz ortasına kadar yüksek yerlerde dağlık alanlarda ve onların eteklerindeki düzlüklerde, kurak sahalarda, küçük çayırıklarda, kayalık ve taşlık olan ve pek bitki yetişmeyen yerler ile yol kenarlarındaki *Umbelliferae* üyelerinden yöre halkının “Kıncor” dediği *Ferula* sp’nin ölü (önceki seneden kalmış) kök kalıntıları üzerinde ve ayrıca literatüre göre *Eryngium campestre*, *E. maritimum* kalıntıları üzerinde görülür.

D- Diğer Özellikleri

Yenilebilir olması nedeniyle, Elazığ yöresinde bilhassa çobanlar tarafından çok aranan ve sevilen bir türdür. Çoğunlukla dağlık bölgelerde rastlanan bu tür güneş ışıklarını yansıtarak parlaması ve taşlar arasında cam kırığı gibi pırıltı yapmasıyla çok uzaktan yerini belli eder.

1.12. Lignolitik Enzim Sitemleri

Lignin yıkımının, lignolitik enzimlerin birlikte hareketiyle gerçekleştirildiği düşünülmektedir. Lignin yıkımına katılan ana ekstraselüler enzimler, hem gurubu içeren lignin peroksidaz (Ligninaz, Lip, E.C 1.11.1.14), mangan peroksidaz (MnP, E.C

1.11.1.13) ve bakır içeren lakkaz (benzenediol:oksijen oksidoredüktaz, E.C 1.10.3.2)'dir **(Hatakka, 2001)**.

Lignin yıkımı oksidatif enzimleri ve onların kimyasal reaksiyonlarını içeren bir işlemdir. Bu reaksiyonlar, lignoselüloz biyokütlenin tamamen yıkımında önemli rol oynayan enzimler tarafından katalizlenir. Lignin polimerleri büyük ve oldukça dallanmış oldukları için lignin yıkıcı mekanizmalar ekstraselüler ve özgül olmamalıdır. Lignindeki sağlam eter ve C-C bağlarının varlığı bu molekülün yıkımı için hidrolitik enzimlerden ziyade oksidatif enzimleri gerektirir. Ligninin düzensiz yapısından dolayı bu molekülü yıkacak olan enzimlerin daha düşük substart özgüllüğüne sahip olması gereklidir **(Hammel, 1997)**.

Funguslar tarafından üretilen enzimlerden bazıları, bir oksitleyici molekül olan H_2O_2 üretir. En önemli lignin modifiye edici enzimler LiP, MnP ve lakkazdır. Bu ekstraselüler peroksidazlar ve lakkazlar bir-elektron oksidasyonunu katalizleme yeteneğine sahiptirler ve bu oksidasyon bazı radikallerin oluşumuyla sonuçlanır. Oluşan bu radikaller lignin yıkımını gerçekleştiren düşük moleküler ağırlıklı ara ürünler olarak işlev görürler **(Kirk ve Farrell, 1987; Hatakka, 2001)**.

Mangan peroksidaz (MnP) ve lignin peroksidaz (LiP) gibi lignin yıkan peroksidazlar, yapısal olarak birbirleriyle ilişkili heme gurubu bulunduran glikozillenmiş peroksidazlardır **(Bermek ve ark., 1998; Hatakka, 2001; Fujian ve ark., 2001; Steffen, 2003)**.

Lignin yıkan enzimler, ligninin aromatik yapıları üzerinde farklı oksidatif reaksiyonlara katılan, substrat spesifitesi geniş olan enzimler olarak bilinmektedirler. Yıkım sonrası oluşan düşük moleküler ağırlıklı bileşikler, daha ileriki hücre sel solunuma katılmaları için hücre içerisine kolayca taşınabilmektedir **(Eriksson ve ark., 1990; Orth ve Tien, 1995; Kuhad ve ark., 1997)**. Temel lignolitik enzimler ve katalizledikleri reaksiyonlar Tablo 1.9'da verilmiştir.

Tablo 1.9. Temel lignolitik enzimler, kofaktörleri, substratları ve gerçekleştirdikleri reaksiyon (**Hatakka, 2001**).

Enzim	Kofaktör	Substrat ve Mediatör	Reaksiyon
Lignin Peroksidaz	H ₂ O ₂	Veratril alkol	Aromatik halkaları kation radikallerine oksitler
Mangan Peroksidaz	H ₂ O ₂	Mn, Şelatörler, Tioller	Mn(II)'yi Mn(III)'e oksitler
Lakkaz	O ₂	Fenoller, ABTS	Fenolleri fenoksi radikallerine oksitler.

1.12.1. Lakkaz (Benzenediol:oksijen oksidoredüktaz) E.C 1.10.3.2

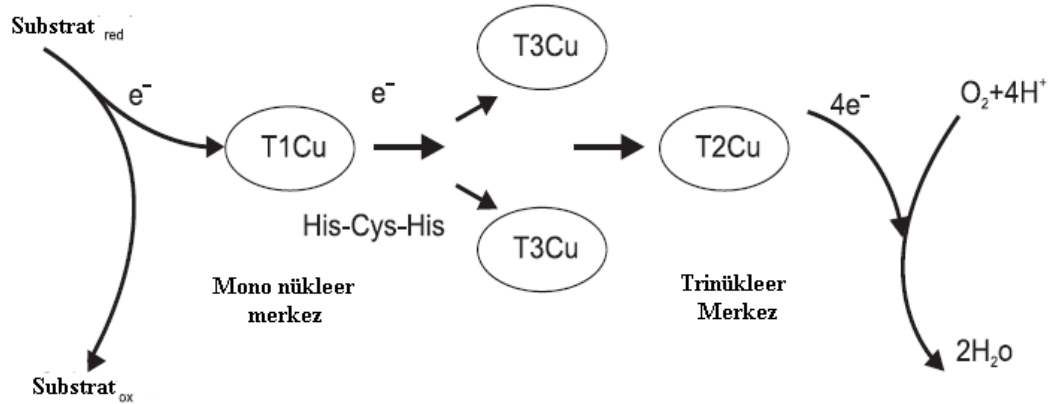
Çoklu bakır fenoloksidazdır, fenolik bileşikleri fenoksil radikallerine oksitlerler, ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazolin-6-sulfonic acid) veya 1-hydroxybenzotriazole gibi mediatörlerin varlığında fenolik olmayan bileşikler de oksitleme yeteneğindedir (**Eggert ve ark., 1996**).

Lakkaz ilk olarak bitkilerden izole edilmiştir. Ancak bazı bakteri ve funguslarda da mevcuttur. Bitkilerdeki lakkazlar polimerizasyon reaksiyonlarında ligninin şekillenmesine katılırlar, fungal lakkaz ise lignin yıkımı, sporulasyon, pigment üretimi, şapka oluşumu ve bitki patojenezisi gibi süreçlere katkıda bulunurlar. Bakteriyel lakkazların melanin üretimine ve spor ceketin dirençliliğine katkıda bulunduğu ifade edilmiştir (**Thurston, 1994; Mayer ve Staples, 2002; Martins ve ark., 2002**).

Bitkisel lakkaz'ın karbohidrat bölümü, toplam moleküler ağırlığının %45 kadarını oluşturur. Fungal lakkaz ise daha az karbohidrat içerir (%10-30 arasında). Lakkazın yapısında bulunan bu karbohidrat bölümünün protein konformasyonunun sağlamlığını sağladığı ve onu proteolizize ve serbest radikallerin etkisine karşı koruduğu rapor edilmiştir (**Morozova ve ark., 2007**).

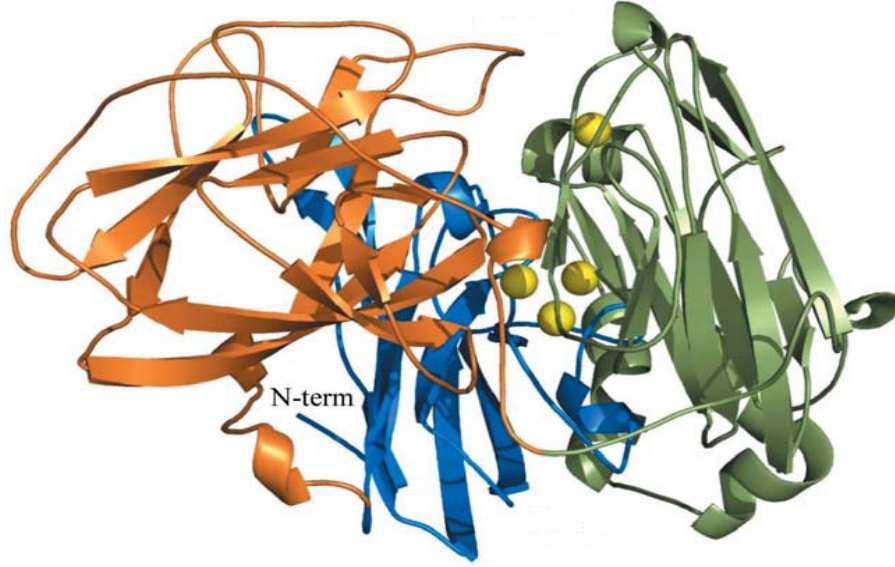
Lakkazlar tipik olarak 3 farklı tipte 4 bakır atomu içerir (Şekil 1.7). Farklı bakır domainlerinin varlığı lakkazın katalitik aktivitesi için oldukça önemlidir. Birincil elektron alıcı olarak görev alan Tip-1 bakır, iki histidin ve bir sisteine bağlıdır. Tip-1

bakır elektronları redükleyici fenolik substrattan alır ve bu elektronları Tip-2 ve Tip-3 bakır bölgelerindeki trinükleer merkeze taşır. Trinükleer merkez 8 histidin kısımlarıyla düzenlenmiştir ve moleküler oksijenin bağlanma bölgesidir. Oksijen atomu suya redüklenmek için Tip-1 bakırdan elektronları alır (Claus, 2003; Baldrian, 2006).



Şekil 1.7. Lakkazın katalitik döngüsü (Baldrian, 2006).

Lakkaz enziminin yapısındaki domainlerin düzenlenişi Şekil 1.8’de verilmiştir. Tipik bir lakkaz yaklaşık olarak 60-80 kDa’luk bir moleküler ağırlığa sahiptir.. Ancak *Monocillium indicum* ve *Gaeumannomyces graminis* gibi Askomycetler 100-190 kDa’luk daha büyük moleküler ağırlığa sahip lakkaz bulundururlar. Lakkazın izoelektrik noktası ve optimum pH’sı asidik pH aralığındadır. Bununla birlikte toprakta yaşayan bazı *Basidiomycetes* ve *Ascomycetes* türlerinin (*Rhizoctonia praticola*, *Coprinus cinereus* ve *Chaetomium thermophilum*) lakkazlarının optimum pH’sı 7-8 aralığındadır. Lakkazın etkinliği optimum 30-60 °C’de olduğu bilinmektedir (Gianfreda ve ark., 1999).



Şekil 1.8. Lakkaz enziminin yapısında domainlerin düzenlenişi (Xu, 1996).

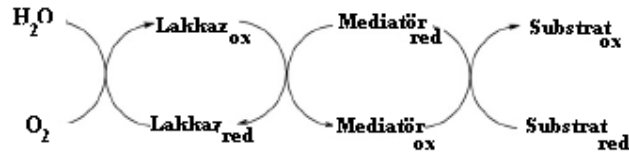
Lakkaz indüklenebilir bir enzimdir ve indüksiyonunun, bakır ve ksididin gibi bileşiklerin eklenmesine bağlı olarak transkripsiyon ve translasyon seviyesinde düzenlendiği görülmüştür. Aynı zamanda yüksek konsantrasyonlarda toksik etkiye sahip bileşiklerin varlığında baskılandığı tespit edilmiştir (Bollag ve Leonowicz, 1984; Eggert ve ark., 1996).

Lignosülfat ya da indolin gibi endüstriyel ligninlere ek olarak doğal ve sentetik ligninler lakkaz üretiminin iyi birer indükleyicileridirler. Büyüme ortamındaki lignoselülozik bileşikler çeşitli funguslarda lakkaz üretimini belirgin bir şekilde arttırmıştır. Lakkaz redükte edici substratına karşı daha düşük bir özgülüğe sahiptir. Bu yüzden difenoller, polifenoller, birleşmiş fenoller, daiminler ve aromatik aminler gibi pek çok sayıda farklı organik ve inorganik bileşiği oksitleyebilir. Lakkaz, fonolik β -1 ve β -O-4 lignin model dimerlerindeki C_{α} - C_{β} bağlarının kırılmasını C_{α} yı oksitleyerek ve aril-alkil bağlarını split ederek katalizler (Eriksson ve ark., 1990; Thurston, 1994).

ABTS gibi aromatik elektron transfer mediatörlerin varlığında lakkaz, fenolik olmayan bileşikleri oksitleyebilme yeteneği kazanır (Bourbonnais ve Paice, 1990).

Lakkaz, Lignin peroksidaz ve mangan peroksidaz gibi diğer lignolitik fungal enzimlerle birlikte işlev görerek lignini oksitler. Lakkaz fenolik bileşiklerin fenolik hidroksil guruplarını O_2 ile fenoksi radikallerine oksitleyen bir enzimdir. Bu gerçekleşen reaksiyon esnasında O_2 suya redüklenir, oluşan fenoksi radikalleri ise enzimatik olmayan bir reaksiyon ile ligninin yıkımını gerçekleştirir.

Lakkaz düşük redoks potansiyelinden dolayı (0.5-0.8 V), yüksek redoks potansiyeline sahip olan bu fenolik olmayan lignin ünitelerini oksitleyemez. Lakkaz sadece normal bir odundaki ligninin yaklaşık %20'si kadar olan fenolik lignin ünitelerini yıkabilir. Bu sebeplerden fenolik olmayan bir lignin birimini yıkmak için lakkaz bazı oksidasyon mediatörleriyle birlikte kullanılır. Bu oksidasyon mediatörleri küçük moleküllerdir ve lakkazın fenolik olmayan lignin birimleri üzerindeki etkiyi arttırır. LMS olarak adlandırılan bu mediatörler ilk olarak lakkaz tarafından oksitlenirler (Şekil 1.9) ve daha sonra hücre duvarından difüze olabilirler. Lakkaz organik iyonlardan başka bazı $Mo(CN)_8^{4-}$, $Fe(CN)_6^{4-}$, $Os(CN)_6^{4-}$ ve $W(CN)_8^{4-}$ gibi inorganik iyonlarında oksidasyonunu katalizleyebilmektedir (Widsten ve Kandelbauer, 2008).



Şekil 1.9. LMS oksidasyonunun lakkaz tarafından gerçekleştirilmesi (Widsten ve Kandelbauer, 2008).

Türkiye’de tarımsal üretimin kaçınılmaz sonucu olarak oluşan bu tarımsal artıklar, hem çevresel sorunlara neden olabilmekte, hem de arazide bırakılmaları sonucunda ekim alanının işlenmesini engelleyebilmekte ve ayrıca bazı fitotoksik maddeleri oluşmasına zemin hazırlayarak bir sonraki döneme ait verimde kayıplara neden olabilmektedir. Bu tarımsal artıkların sahip oldukları enerji potansiyelinin tekrar ortaya çıkarılmasına yönelik olarak, bunların fungal muamele sonucu sindirilme oranı yüksek ve ruminant yemi besinsel parametrelerince zenginleştirilmiş bir besin maddesine dönüştürülmesi ile hem ekonomik bir girdi sağlanabilecek ve hem de doğal çevre üzerindeki olumsuz etkileri engellenebilecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Katı Substrat Fermentasyonu Ortamında Mantar Kültivasyonu Üzerine Daha Önce Yapılan Çalışmalar

ZADRAZİL (1978), *Pleurotus* türlerinin farklı gelişim dönemlerinde farklı oksijen seviyelerine ihtiyaç gösterdiğini, misel gelişim evresinin yarı aerobik şartlarda optimum gerçekleşirken, karpoforların gelişimi sırasında ise aerobik koşullara ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir.

SILANIKOVE ve ark. (1988), pilot-tesis boyutunda yaptıkları bir çalışmada *Pleurotus* türlerinin gelişim durumlarını, substrat olarak %50 oranında pamuk sapı ve %50 oranında buğday samanı içeren kompost ortamında çalışmışlardır. Mantarın gelişim esnasında, substratın lignoselüloz içeriğinin azaldığını ve deterjan ile çözünen içeriğin ise arttığını göstermişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak, hayvan yemi olarak değerlendirilebilmeleri açısından kullanılan bu substratların, mantar kültüvasyonu ile ruminant yemi olarak kullanımı için kalitelerinin arttırıldığını ifade etmişlerdir.

RAGUNATHAN ve ark. (1996), *Pleurotus* türlerinin misel aşılama işleminden sonra primordia oluşuncaya kadar geçen süreyi 22-27 gün olarak belirlemişlerdir.

THOMAS ve ark. (1998), *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer'in verimi üzerine Hindistan cevizi palmyesi ağaçlarının çeşitli kısımlarının etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak araştırmacılar ürün veriminin kullanılan materyalin selüloz/lignin oranına bağlı olduğunu saptamışlardır.

YILDIZ ve DEMİR (1998), *Pleurotus ostreatus* kültürü için; soya, sorgum, yarfıstığı ve buğday sapları kullanmışlardır. Çalışmada elde edilen gelişim süresi, bazidiokarp oluşum evresi ile birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü hasat evrelerini sırasıyla; en kısa süre ile 10, 24.3, 28.6, 38.6, 47.3 ve 58.6 gün olarak yarfıstığı sapında, en uzun süreyle de 22.6, 52.6, 56.6, 68.6, 73.6 ve 88.6 gün olarak sorgum sapında tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, *Pleurotus* var. *Salignus*'un misel gelişimi, bazidiokarp oluşumu ve hasat sürelerinin kullanılan materyalin cinsine göre değiştiğini, farklı N ve C/N oranlarının hem hasat sürelerini hem de verimi etkilediğini belirtmişlerdir.

SİVRİKAYA ve PEKER (1998), Doğu Karadeniz Bölgesinde elde ettikleri bazı orman ve zirai atıklarının, kültür mantarı *Pleurotus florida* üretiminde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Ağaç yaprakları, odun talaşı, fındık kupulası ve yaprakları, mısır sapı, atık çay yaprakları, buğday sapı ve atık kağıtlarını 1:1, 1:3 ve 3:1 ağırlık oranlarında karıştırılarak kompost hazırlamışlardır. Hazırlanan karışımları, direkt buharla steril ettikten sonra Fungi Perfecti (USA) tarafından numaralandırılmış olan *P. florida* ırkı miseller ile aşılamaşlardır. Araştırmacılar sonuç olarak, kuru ağırlık üzerinden 3:1 oranında odun talaşı ile atık çay yaprakların karıştırıldığı kompost ortamında en yüksek verimi elde etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda odun talaşı, mısır sapı ve fındık kupulasının karışım olarak kullanıldığında verim değerlerinin arttığını ve buğday sapı ile karışım gerçekleştirildiğinde ise elde edilen şapkaların kalitesinin yükseldiğini tespit etmişlerdir.

PHILIPPOISSIS ve ark. (2001), *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus pulmonarius*, *Agrocybe aegerita* ve *Volvariella volvacea* türlerini; buğday sapı, pamuk artıkları ve yer fıstığı kabukları gibi tarımsal artıklar üzerinde kültive etmişlerdir. En iyi mantar kolonizasyonunun buğday sapı ve pamuk artıklarında gerçekleştiğini görmüşlerdir. *P. eryngii*'nin en iyi misel gelişiminin buğday sapında gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda substratın C/N oranının mantar verimliliğiyle pozitif bir korelasyon, substratın lignin ve düşük azot içeriğinin ise biyolojik etkinlik ile negatif bir korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir.

YILDIZ ve ark. (2002), *Pleurotus ostreatus*'un kültivasyonu için; fındık ağacı yaprağı, titrek kavak (*Populus tremula*) yaprağı, buğday samanı, talaş ve kağıt atıkları gibi bazı lignoselülozik maddeleri kullanmışlardır. Araştırmacılar, *P. ostreatus* için en iyi verimin buğday samanının kağıt atıklarıyla 1:1 oranında karıştırılmasıyla elde edilen kompost ortamından gerçekleştiğini göstermişlerdir.

BAYSAL ve YALINKILIÇ (2002), son derece büyük potansiyel teşkil eden ve ikincil bir değerlendirme olanağı bulunmayan lignoselüloz esaslı atık materyallerin, kültür mantarı *Pleurotus florida* Jacq. ex Fr. Kumm. yetiştiriciliğinde değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre substratların tek olarak kullanılması yerine, birbirleriyle değişik karışım oranlarında kullanılmasının, verim özelliklerini olumlu yönde etkilediğini bulmuşlardır. Çalışmada ıhlamur yaprağı (*Tilia*)

(IY), kavak yaprağı (*Populus*) (KY); ibre yapraklı (*Pinus*) (Y) ve odun talaşı (OT) esaslı deneme planları geliştirmişler ve ek substratlar olarak da atık kağıt (AK), ot (O), kepek (K) ve buğday sapı (BS) kullanmışlardır. Çalışmada OT+O (50+50) karışimli substrat üzerinde %79,1 (yaş substrat ağırlığına oranla) ile en yüksek verim değerini elde etmişlerdir.

BAYSAL ve ark. (2003b), atık kağıt esaslı olmak üzere, atık kağıtların 1:1; 3:1; 1:3 ağırlık oranı üzerinden; buğday sapı, mısır sapı, ot, yonca, odun talaşı fındık zuruftu ya da kapçı, fındık yaprağı, kavak yaprağı, ıhlamur yaprağı ve atık çay yaprağı ile karıştırılarak, kültür mantarı *Pleurotus ostreatus* Jacq. ex Fr. Kummer üretiminde değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Çalışmada substratlar üzerinde *P. ostreatus* misellerinin gelişme süreleri ve verim değerlerini incelemişlerdir. Atık kağıtların, misel gelişim süresi açısından 22,5 gün ortalama ile en olumlu sonuçları verdiğini görmüşlerdir. Çalışmada atık kağıtların yoncalı ve atık çay yapraklı karışımlarının, misel gelişim süresi bakımından en olumsuz sonuçların alındığı substrat karışımları olduklarını tespit etmişlerdir.

ZHANG ve ark. (2002), herhangi bir katkı maddesi kullanmadan buğday ve pirinç samanı üzerinde *Pleurotus sajor-caju*'nun kültivasyonunu çalışmışlardır. Araştırmacılar sapın boyutunun inoküle edilen tohumluk miselin miktarının ve substrat tipinin mantarın üretimi üzerine etkilerini, biyodönüşümün verimliliğini ve substrat yıkımını tespit etmişlerdir. Pirinç sapının, buğday sapı ile kıyaslandığında aynı kültivasyon koşulları altında %10 daha fazla mantar üretimi sağladığını tespit etmişlerdir.

CURVETTO ve ark. (2002), temel enerji ve besin kaynağı olarak ay çiçeği tohum kabuklarını substart olarak kullanarak *Pleurotus ostratus*'un 5 suşunun misel gelişim ve ürün üretim oranları üzerine farklı seviyelerdeki Mn^{2+} ve/veya NH_4^{+} 'ün etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar her bir suşun farklı misel gelişim oranları ve biyolojik etkinlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Gelişmeyi sınırlayıcı mineral besinlerin eklenmesinin, misel gelişim oranlarını %13-25 oranında arttırdığını görmüşlerdir. Primordium başlangıcının 24-28 günde gerçekleştiğini, biyolojik etkinlik değerlerinin ise Mn^{2+} ve NH_4^{+} konsantrasyonlarına ve ırka bağlı olarak %60-112 oranında arttığını tespit etmişlerdir.

2.2. Katı Substart Fermentasyonu Ortamında Lignin Giderimi, Besin Değer Artışı ve Sindirilebilirlik Artışı Üzerine Daha Önce Yapılan Çalışmalar

ZADRAZIL ve DUBE (1992), misel inokülasyonu yapılan substartın, inokülasyondan önceki ve mantar hasatından sonraki protein değerlerini karşılaştırmışlardır. İnokülasyondan önceki protein miktarının, mantar hasatından sonraki protein miktarından düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

HONDA ve ark. (2002), araştırmacılar 56 günlük inkübasyon sürecinde palmye artıkları üzerinde bazı beyaz çürükçül fungusların şeker üretim potansiyellerini çalışmışlar ve *C. Subvermispora* ve *P. ostreatus* beyaz çürükçül fungusların ürettiği şeker miktarının ilk 28 günlük süreçte fermente edilmeyen kontrol gurubuna göre düşük olduğunu, 28. günden sonra 56. güne kadar ise artış gösterdiğini saptamışlardır. 28. günden sonra gerçekleşen artışın nedeninin lignin yıkımından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

RAGUNATHAN ve SWAMINATHAN (2004), pamuk ve sorgum sapı gibi tarımsal artıkları kullanarak *Pleurotus* türlerinin katı substrat fermentasyonunu çalışmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda bu fungus türlerinin etkin selüloz ve lignin yıkıcısı olduklarını tespit etmişlerdir. Maksimum selüloz yıkımının %46.8 ile pamuk sapında gerçekleştiğini görmüşlerdir. Kullanılan tüm substratlarda, üç tür arasında *P. sajor-caju*'nun en etkin selüloz ve lignin yıkıcısı olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda, kullanılan tarımsal artıkların yıkım işlemi neticesinde hayvan besini ve gübre olarak kalitelerinin arttığını belirtmişlerdir.

DORADO ve ark. (2001), *Bjerkandera sp.* beyaz çürükçül fungusu ile kendir kökünden lignin giderimini çalışmışlardır. Araştırmacılar, öncelikle proteaz muamelesi ile kendir kökünden proteaz ile azotu ortadan kaldırmışlar ve daha sonra fungal muameleyle tabi tutmuşlardır. Sonuç olarak azot uzaklaştırılan kendir köklerinden fungal muamele neticesinde daha seçici lignin yıkımının gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

KARUNANANDAA ve ark. (1995), yüksek lignin içerikli dokunun varlığının, yüksek derecede sindirilebilir olan dokulara ulaşmayı engelleyen fiziksel bir bariyer olarak rol oynadığını ve böylece rumen mikroorganizmalarının hidrolitik enzimlerinin

bu sindirilebilir olan dokulara lignin matriksinden dolayı ulaşamadığını rapor etmişlerdir.

IBRAHİM ve PEARCE (1980), yaptıkları çalışmada 11 beyaz çürükçül fungus türünü; arpa ile bezelye sapı, şeker pancarı posası ve ayçiçeği kabukları üzerinde 21 gün süreyle 14-25°C derecede inkübe etmişlerdir. Kullandıkları beyaz çürükçül funguslardan *Peniophora gigantea*'nın kuru arpa samanında en yüksek lignin azalışını ve en yüksek in vitro kuru madde sindirilebilirliğini (10 birim) gerçekleştirdiğini tespit etmişlerdir. Bunun yanında bezelye sapında *Ganoderme lucidum*'un lignin içeriğinde azalmaya ve in vitro kuru madde sindirilebilirlik (IVDMD) değerlerinde ise büyük artışlara (8 birim) neden olduğunu göstermişlerdir. Ayçiçeği sapında ise *Stereum frustulatum*'un en yüksek lignin içeriği azalışına, *Peniophora cremea*'nın ise en yüksek IVDMD değeri (7 birim) artışına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda fungusların kullanılacak olan bitkisel materyale göre seçilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

CAMARERO ve ark. (1997), yaptıkları analizler sonucunda, buğday sapının lignin oranını %15.9 olarak tespit etmiştir. Araştırmacılar, 80 günlük bir inkübasyon süresi neticesinde, *P. eryngii* ile buğday saplarından %47'lik bir lignin giderimi tespit etmişlerdir.

ORİARAN ve ark. (1989), *P. ostreatus* ve *Lentinula edodes* yenilebilir fungus türleri ile sert ve yumuşak odun hamurundan lignin uzaklaştırılmasını çalışmışlardır. Araştırmacılar, ortama glukoz eklenmesinin; ağırlık kaybında ve lignin gideriminde artışlara neden olduğunu saptamışlardır.

CROAN (2000), odun üzerinde yaşayan lignolitik beyaz çürükçül funguslardan olan *Pleurotus* cinslerini kültive etmek için odun artıklarını kullanmıştır. Yaptığı çalışmada şapka oluşumunun 3-8 hafta arasında gerçekleştiğini tespit etmiştir. Mantarlar hasat edildikten sonra harcanan substratta %38'e kadar Klason lignini %45'e kadar ise asit ile çözünebilir ligninin yıkıldığını tespit etmiştir. Araştırmacı aynı zamanda bu tür fungusların odun artıkları ya da kullanılmayan odun kalıntıları üzerinde geliştirilmelerinin ekosistemi dengelemek açısından ve ekonomik geri kazanımın sağlanması açısından önemli olduğunu ifade etmiştir.

SINGH ve ark. (1996), yaptıkları çalışma sonucunda lignoselülozik artıkların ruminantlar için yüksek enerji potansiyeline sahip olduğunu, ancak lignin içeriklerinden dolayı zayıf yenilebilirlik ve sindirilebilirlik gösterdiklerini ayrıca ham proteince fakir olduklarını belirtmişlerdir.

CHANG (2001), mantarların dünya pazarındaki değerini ‘yeşil olmayan devrim’ olarak nitelendirmiş ve bu devrimin uzun vadede beslenme, sağlık, çevrenin korunması gibi alanlarda büyük bir öneme ve küresel ekonomik değere sahip olduğunu belirtmiştir.

MTUI ve NAKAMURA (2005), biyodönüşümün sadece ucuz ve güvenilir bir metod olmadığı, aynı zamanda lignoselülozik artıkların redükte şeker gibi besin olarak kullanılabilen yapılara dönüştürülmede de büyük potansiyele sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar *Trichoderma reesi* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile selülozun fermantasyonu sonucunda gerçekleşen sakkarofikasyonu ortaya koymuşlardır. Yaptıkları bu çalışmada maksimum redükte şeker üretimini 6. saatten sonra tespit etmişlerdir. Kullanılan lignoselülozun bileşenlerinin biyodönüşümü ile %21’e kadar biyoetanol üretmişlerdir.

SHASHIREKHA ve ark. (2002), yaklaşık olarak %0,15 oranında azot içeren pamuk tohumu tozunun kültür ortamına eklenmesinin, *Pleurotus sajor-caju*’nun misel gelişim süresini kısalttığını belirlemişlerdir.

ROLZ ve ark. (1986), *Cymbopogon citratus* ve *Cymbopogon winterianus* posaları üzerinde katı substrat fermentasyonu şartlarında 12 beyaz çürükçül fungusu geliştirmişlerdir. Bu iki lignoselülozik substratın %11 oranında permanganat lignine, %58’de holoselülozik parçalara sahip olduğunu görmüşlerdir. Araştırmacılar 20°C’de 5-6 hafta KSF şartlarında 9 fungusu limon posası üzerinde geliştirmişler ve in vitro kuru madde enzim sindirilebilirliğinin, uygulama yapılmamış posanın sahip olduğu değerden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Kuru madde sindirilebilirlik değerindeki artışın, kuru madde kaybı ve lignin kaybından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çalıştıkları tüm fungusların lignin içeriğinde azalmaya neden olduğunu *Cymbopogon citratus* posasının lignin değerinde %36, *Cymbopogon winterianus* posasının lignin değerinde ise %28 azalmanın gerçekleştiğini göstermişlerdir.

CAMARERO ve ark. (1994), *Phanerochaete chrysosporium* ve *Pleurotus eryngii* beyaz çürükçül fungusları ile katı substrat fermentasyonu şartlarında 80 günlük bir fermentasyon sürecinde buğday samanının fenolik lignin ünitelerinin yıkımını çalışmışlardır. Yapılan çalışma neticesinde *P. eryngii* ile %47 *P. chrysosporium* ile ise %45'lik lignin giderimi elde etmişlerdir.

GUPTA ve ark. (1986), yaptıkları çalışmada 11 farklı fungus türünü, kısa süreli asit uygulanmış yerfıstığı kabuklarına inoküle etmişlerdir. Araştırmacılar çalıştıkları türler arasından sadece üç tanesinin (*Coprinus*, *Sclerotium* ve *Sporotrichum pulvurentum*) substratın protein içeriğinde %10'a kadar bir artış meydana getirdiğini göstermişlerdir. *Sclerotium* ve *S. pulvurentum* ile inoküle edilmiş ön işlem uygulanmış yerfıstığı kabuklarının in vitro OM (Organik Madde) sindirilebilirlik değerlerinin ön işlem uygulanmış kontrole benzer olduğunu ancak *Coprinus sp.* de OM sindirilebilirlik değerlerinde belirgin bir ilerleme meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda yerfıstığı sapının ruminantlar için besin değerini arttırmada en uygun fungusun *Coprinus sp.* olduğunu savunmuşlardır.

SALUSSO (2000), *Phyllostylon rhamnoides*, *Prosopis nigra*, *Cedrela fissilis* ve *Myroxylon peruiferum* gibi subtropikal orman ağaç türlerinden elde edilen odun örneklerinden *Pleurotus laciniatocrenatus* beyaz çürükçül fungusu ile biyolojik yıkımını çalışmıştır. *Pleurotus laciniatocrenatus* ile bu materyallerin 60 günlük inkübasyonu neticesinde %2,8±0,6 oranında bir lignin giderimi belirlemiştir.

OKANO ve ark. (2007), şeker kamışı posasının sindirilebilirliğini arttırmak için *Pleurotus eryngii*'yi bu artık üzerinde kültüre etmişlerdir. Kültür uzunluğunun sindirilebilirlik ve kimyasal kompozisyon üzerine etkilerini belirlemiştir. Posa ve pirinç kepeğinden oluşan substrat üzerinde *Pleurotus eryngii*'yi yarı oksijenli koşullarda 24°C'de 35 gün inkübe etmişler ve daha sonra şapka oluşumunun gerçekleşmesi için 17°C'de inkübasyon odasına transfer etmişlerdir. Birinci hasattaki ortalama şapka üretimini 74,3 g/kültür kabı olarak belirlemiştir. 95. günde substrattaki kuru materyalin residual ağırlığa oranının 0,242 ye kadar, 95 ve 155. günlerde ise 0,053'e kadar düştüğünü tespit etmişlerdir. 95. günde ligninin residual ağırlığa oranını 0,35 olduğunu, 95 ve 155. günler arasında ise 0,066 olduğunu belirlemiştir. İn vitro

organik madde (OM) sindirilebilirliğinin (IVOMD) 0. günde 0,537 iken 95. günde 0,693'e yükseldiğini tespit etmişlerdir.

PEIJI ve ark. (1997), bakteri ve filamentli fungusları içeren 18 selüloolitik mikroorganizmanın (bunlardan biri yumuşak çürükçül *Chaetomium cellulolyticum*) selüloz ve hemiselülozu yıkabilme yetenekleri ile protein sentez kapasitelerini araştırmışlardır. Bahsedilen mikroorganizmaların, KSF şartlarında ham mısır samanının üzerinde 5 günlük inkübasyonu neticesinde fermentasyon içeriğinin amino asit miktarının %6.3'ten %19.29'a yükseldiğini ve total hücre duvarının %54'e kadar azaltıldığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda farelerle yaptıkları bir toksisite testi ile fermentasyon ürününün zehirli olmadığını göstermişlerdir.

ABDULLAH ve ark. (2006), *Termitomyces* türleri ile şeker kamışı küspesinin 21 günlük katı substrat fermentasyonu şartlarında lignoselülozik bileşenlerinin yıkımını çalışmışlardır. Araştırmacılar, bu süreç içerisinde maksimum %27.0'lık lignin kaybı tespit etmişlerdir.

BISARI ve ark. (1997), yenilebilir mantar *Pleurotus sajor-caju* ile pirinç ve buğday samanı gibi tarımsal artıkların biyodönüşümünü gerçekleştirmişlerdir. Bu artıkların ruminant yemi olarak değerlendirilebilmesi için sindirilebilirlik ve besin değer artışı sağlamayı amaçlamışlardır. Araştırmacılar aynı zamanda bu parametreler üzerine inorganik ve organik azot kaynaklarının etkilerini de belirlemişlerdir.

HOSSAIN ve ANANTHARAMAN (2004), iki beyaz çürükçül fungusun (*Trametes versicolor* ve *Lentinus crinitus*) pirinç samanından lignini yıkma kapasitelerini karşılaştırmışlardır. *Trametes versicolor* içi elde edilen en yüksek lignin yıkım değerini %44,75 olarak, *Lentinus crinitus* için ise %43,60 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda yıkım için optimum sürenin 20-24 gün olduğunu tespit etmişlerdir.

BEG ve ark. (1986), katı substrat fermentasyonu şartlarında beyaz çürükçül fungus kullanarak fermente edilen pirinç kabuklarının besin değerinin arttığını ifade etmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada protein içeriğinin %33,2 arttığını buna karşın ham fiber, selüloz ve lignin oranlarının sırasıyla %35,4, 19,7 ve 40,9 azaldığını tespit

etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda fermente edilen pirinç kabuklarının ruminantlarca sindirilebilirlik oranının, fermente edilmeyenlerinkinden %79.4 oranla daha yüksek olduğunu göstermişlerdir.

KAHLON ve DASS (1987), katı substrat fermentasyonu koşullarında 5 toksik olmayan selüloolitik fungusun, çeltik samanının besin değerini artırma yeteneklerini saptamışlardır. *Pleurotus ostreatus* ve *Sporotrichum pulverulentum*'un hücre duvar bileşenlerini kullandığını ve çeltik samınının kuru madde rumen sindirilebilirliğini (IVDRD) arttırdığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda çeşitli fiziksel parametrelerin (nem, sıcaklık ve inkübasyon periyodu) ve azot kaynaklarının fermentasyona etkisini çalışmışlardır. 50 ml su ve 10 g saman içeren çeltik samanı *P. ostreatus* veya *Sporotrichum pulverulentum* ile sırasıyla 30 ve 40°C derecede 30 gün fermente etmişlerdir. Fermentasyon sonunda selüloz ve ligninin belirgin bir şekilde yıkıldığını IVDRD değerlerinin ise sırasıyla %53.24 ve %51.62 ye yükseldiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar fermentasyon ortamına ek olarak NH₄Cl şeklinde azot kaynağı eklemişler ve bu azot kaynağının, *P. ostreatus* ve *S. pulverulentum* ile fermente edilmiş samanların ham protein içeriklerini sırasıyla %9.62 ve %9.00 oranında, IVDRD değerlerini ise sırasıyla %60.24 ve 55.35 oranında arttırdığını belirlemişlerdir.

GUPTA ve LANGAR (1988), soğuk su ile yıkanmış saman üzerindeki *Pleurotus florida* kolonizasyonunun, soğuk su ile yıkanmamış saman üzerindeki kolonizasyondan daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Gerçekleştirilen yıkama işleminin *P. ostreatus*'un kolonizasyonunu ilk 20 günde arttırdığını tespit etmişlerdir. 27. gün itibariyle priordium evresinin başlangıcında elde edilen minimum kuru madde (DM) kaybı (%15), maksimum *in vitro* organik madde (OM) sindirilebilirliği (%44) değerleri, samana uygulanan işlemin hayvan yemi eldesi çalışmaları için uygun olacağını gösterdiğini rapor etmişlerdir.

BELEWU (2006), *Pleurotus sajor-caju*'nun talaş ve pamuk yan ürünlerinin yıkma kapasitelerini ve biyokimyasal kompozisyonu üzerine etkilerini belirlemiştir. Araştırmacı lignin yıkımının fermentasyon periyodu devam ettikçe arttığını ve talaşla kıyaslandığında pamuk yan ürünlerinde besin değer artışının daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

ŞIK ve ÜNYAYAR (1998), iki beyaz-çürüçül fungus *Phanerochaete chrysosporium* ME 446 ve *Funalia trogii* tarafından pamuk sapının yarı-katı fermentasyonu ile lignosellülozik yıkımını ve lignolitik enzim aktivitelerini çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada, pamuk sapının %23±2 lignin ve %40±3 selüloz içerdiği tespit edilmişlerdir. Yarı-Katı fermentasyon ile 20 günlük inkübasyon sonucu, *P. chrysosporium* %22 lignin ve %24 selüloz yıkımına, *F. trogii* ise %23 lignin, %27 selüloz yıkımına yol açtığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda *P. chrysosporium* ve *F. trogii*'nin lignolitik sisteminin, fungal gelişimin sekonder metabolizması esnasında aktive edildiğini ifade etmişlerdir.

KEREM ve ark. (1992), katı substrat fermentasyonu şartlarında *Pleurotus ostreatus* ve *Phanerochaete chrysosporium*' u lignoselüloz ve lignin yıkımıyla ilgili enzim aktivitelerini çalışmışlardır. *P. chrysosporium*'un 15 gün içerisinde pamuk saplarının organik bileşenlerinin %55'ini seçici olmayan bir şekilde yıktığını göstermişlerdir. *P. ostreatus*'un ise 30 günlük inkübasyon süresi sonunda organik maddenin sadece %20'sinin yıkabildiğini tespit etmişlerdir.

KEREM (1997), *P. ostreatus* ile pamuk saplarının lignin giderimini çalışmışlardır. Araştırmacı hazırlanan katı substrat fermentasyonu ortamına $MnSO_4$ eklenmesinin lignin fraksiyonlarında %56'lık bir kaybın oluşmasını sağladığını tespit etmiştir.

LI ve ark. (2001), farklı gelişim dönemlerinde *Pleurotus ostreatus*'un pamuk tohumu kabuğunun besin ve kuru madde kompozisyonundaki değişimleri test etmişlerdir. *P. ostreatus*'un; protein, selüloz, hemiselüloz ve ligninini kullandığı için substratın kompozisyonel içeriğini oldukça değiştirdiğini ve bu değişim oranlarının farklı gelişim dönemlerinde değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Protein içeriğinin artışı ve lignoselüloz içeriğinin azalışının, kullanılan substratın kuru madde sindirilebilirliğindeki artışa katkıda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Böylece bu durum harcanan substratın geniş getiren hayvanlar tarafından besin kaynağı olarak kabul görmesinin mümkün olduğunu ifade etmişlerdir.

ALBORES ve ark. (2006), pirinç kepeğinin fermentasyon öncesi sahip olduğu protein miktarının, *Pleurotus* türleri ile 14 günlük bir fermentasyon sonucunda %0,7 den %0,9'a yükseltildiğini görmüşlerdir.

VALMASEDA ve ark. (1991), buğday samanının biyolojik olarak değerlendirilebilmesi için fungal uygulamalar geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar selülotik ve lignolitik funguslar kullanarak katı substrat fermentasyonu şartlarında saman bileşenlerinin yapısındaki değişimleri belirlemişlerdir. *Pleurotus* ve *Trametes* türlerinin in vitro sindirilebilirliği (%60-70) ve polisakkarit heksoz/pentoz oranını arttırdığını tespit etmişlerdir. *Trametes versicolor*'un geniş oranda eş zamanlı yıkıma neden olduğunu buna karşın ligninin seçici olarak ortadan kaldırılışının *Pleurotus* türleriyle başarılabilirdiğini gözlemlemişlerdir. Samanın bazı amino asitlerce eksikliği ve düşük protein oranı katı substrat fermentasyonu ile giderilebileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda lizin amino asitinin miktarının *Trametes versicolor* ile 10 kat artırıldığını tespit etmişlerdir.

TSANG ve ark. (1987), *Pleurotus sajor-caju*, *P. sapidus*, *P. cornucopiae* ve *P. ostreatus*'u herhangi bir ek madde kullanmadan buğday sapsarı üzerinde üretmişlerdir. Araştırmacılar, ortalama lignin kaybının %11, selüloz kaybının %20, hemiselüloz kaybının ise %50'den daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

HADAR ve ark. (1993), *Pleurotus* türleri ile pamuk sapsarının lignoselülozik içeriğinin yıkımını tanımlamışlardır. Araştırmacılar, bu fungusların lignoselülozu lignin açısından seçici olarak yıktığını ve sonuç olarak oluşan organik maddenin sindirilebilirliğinin arttığını ifade etmişlerdir.

BASU ve ark. (2002), hayvan yemi üretimi için *Phanerochaete chrysosporium* tarafından buğday samanının katı ortam biyodönüşümünü çalışmışlardır. Araştırmacılar tohum kültür çalışmalarını 38°C'de, başlangıç pH 5.8 de ve 130 rpm'de çalkalamalı koşullar altında gerçekleştirmişlerdir. Tohum kültür koşullarını, lignolitik enzim aktivitelerinin hızlı indüksiyonu için en uygun koşul olarak tespit etmişlerdir.

JONATHAN ve ark. (2008), ekonomik öneme sahip Nijerya ağaçları *Terminalia superba*, *Mansonia altissima*, *Holoptelia grandis* ve *Milicia excelsa*'nın beyaz çürükçül

fungus *Pleurotus tuber-regium* tarafından yıkımını 90 gün boyunca katı substrat fermentasyonu şartlarında çalışmışlardır. 90 günlük inkübasyonun sonrasında, artıkların pH değerlerinin 4.0-4.2'ya kadar düştüğünü belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda yıkılan lignin oranının, inkübasyon süresinin artmasıyla yükseldiğinin tespit etmişlerdir.

SHI ve ark. (2008), *Phanerochaete chrysosporium*'u katı substrat fermentasyonu koşulları altında pamuk saplarının etanole dönüşümünü kolaylaştırmak için kullanmışlardır. Araştırmacılar pamuk saplarının nem oranlarının, lignin giderimi için önemli olduğunu ve 14 günlük bir feremntasyon peryodunda %75 ile %80 arasındaki nem oranına sahip pamuk saplarındaki lignin gideriminin %65'lik nem oranına sahip saptardaki giderimden %6 daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda 14 günden daha fazla inkübasyon sürelerinin lignin gideriminin artışına neden olduğunu da göstermişlerdir.

SAVOIE (1998), *Agaricus bisporus*'un kompost ortamında, fungusun inokülasyonundan sonra elde edilen suda çözünen şeker içeriğinin, fungus inoküle edilmeyen kompostla kıyasladığında düşük seyrettiğini ve daha sonra yükseldiğini kaydetmiştir.

HUANG ve ark. (2008), *Phanerochaete chrysosporium* ve *Streptomyces badius* gibi iki farklı lignolitik mikroorganizma kullanmışlardır. Araştırmacılar bu organizmalar tarafından pirinç kepeğinin delignifikasyonunun humus kalitesi üzerine etkisini 56 günlük bir sürede belirlemişlerdir. Ligninin *P. chrysosporium* tarafından %41, *S. badius* tarafından ise %31 oranında yıkıldığını tespit etmişlerdir.

LOPEZ ve ark. (2006), bahçe bitki artıklarından *Pleurotus flavido-alba* ile maksimum %46 oranında lignin giderimi tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda, lignoselülozik materyalin ekim öncesi C/N oranının yıkımın verimliliğini etkilediğini de rapor etmişlerdir.

ZHANG ve ark. (2008), buhar ile ön işlem uygulanmış buğday samanını 40 gün boyunca *Trametes versicolor* ile inkübe etmişler ve lignin yıkımını test etmişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak buhar uygulanmış buğday saplarının lignin oranında 30

günde %55.40'lık bir kayıp belirlerken bu oranın buhar ön işlemleri uygulanmayan saplarda %31, 25 oranında gerçekleştiğini görmüşlerdir.

TANIGUCHI ve ark. (2005), yaptıkları bir çalışmada 4 beyaz çürükçül fungus türünü değişik zaman periyotlarında pirinç samanı kültür ortamında inkübe etmişler ve gerçekleşen toplam ağırlık kaybı ve lignin giderim oranlarını tespit etmişlerdir. 60 gün boyunca *Pleurotus ostreatus* ile işlem uygulanmış pirinç samanında %41'lik bir lignin giderim oranı tespit etmişlerdir.

2.3. Katı Substrat Fermentasyonu Ortamında Lignolitik Enzimler Üzerine Daha Önce Yapılan çalışmalar

MUNOZ ve ark. (1997), *Pleurotus eryngii* ile yaptıkları çalışmada elektroforetik yöntemlerle iki lakkaz izoenzimi izole etmişlerdir. Lakkaz I ve II adını verdikleri bu izoenzimlerin monomerik yapılı ve %1-7 düzeylerinde karbohidrat içeriğine sahip olduklarını bulmuşlardır. Araştırmacılar yaptıkları SDS-PAGE elektroforez analizlerinde bu lakkazların 61-65 kDa aralığında moleküler ağırlığa sahip olduklarını belirtmişlerdir.

ARDON ve ark. (1996), *Pleurotus* kültürasyonu için pamuk saplarının en iyi substrat olduğunu bulmuşlardır. Pamuk sapı ekstraktlarının etkilerini çalışmışlardır. Araştırmacılar pamuk sapı ekstraktlarının yüzey kültürde fungal gelişimi, batık kültürde ise ekstraselüler lakkaz aktivitesini uyardığını bulmuşlardır. Araştırmacılar aynı zamanda lakkaz aktivitesinin indüksiyonunun eklenen ekstraktın konsantrasyonuna bağlı olduğunu da rapor etmişlerdir.

STAJIC ve ark. (2006), durağan fermentasyon şartlarında, *P. eryngii*'nin en yüksek lakkaz aktivitesini (246,4±19.8 U/L) azot kaynağı olarak 20 mM (NH₄)₂SO₄ eklenmesiyle ortaya çıktığını saptamıştır.

ARDON ve ark. (1998), beyaz çürükçül fungus *Pleurotus ostreatus*'u pamuk sapı ekstraktı eklenmiş ve kimyasal olarak içeriği bilinen bir katı substrat fermentasyonu ortamında geliştirmişlerdir. Pamuk sapı ekstraktı uygulanan kültürde lignin mineralizasyonunda oluşan artışın yanı sıra yüksek lakkaz aktivitesi de görmüşlerdir. Araştırmacılar, pamuk sapı ekstraktı eklenmiş kültürdeki lignin mineralizasyonunun, kontrol gurubuyla kıyaslandığında 4 gün daha erken başladığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda ilk 16 günde pamuk sapı ekstraktı içeren kültürde, lignin mineralizasyonunun %15, kontrol gurubunda ise %7 olduğunu belirlemişlerdir.

VIKINESWARY ve ark. (2006), yaptıkları çalışma neticesinde, *Pycnoporus sanguineus*'da KSF şartlarında en yüksek lakkaz aktivitesini 46.5 U/g olarak %0,92 oranında üre formunda azot kaynağı eklenmiş ortamdan saptamışlardır.

SONGULASHVILI ve ark. (2007), 19 Basidiomycete türü ile mandalina kabukları ve etanol üretiminden kalan artıkları kullanarak batık kültür fermentasyonu gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, fermentasyon sürecinde ifade edilen lakkaz ve mangan peroksidaz aktivitelerinin suşa ve türe göre değiştiğini tespit etmişlerdir. Test edilen türler arasında *Trametes* cinsinin tüm türleri yüksek lakkaz aktivitesi gösterirken *Ganoderma* cinsine ait türlerde bu enzimin aktivitesinin 192 UT¹ ile 61.488 UT¹ arasında değişkenlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar lakkaz ve MnP üretiminin lignoselülozik materyale bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

SHAH ve ark. (2005), katı substrat fermentasyonu şartlarında muz tarımsal artıkları üzerinde *Phylosticta spp.* MPS-001 ve *Aspergillus spp.* MPS-002'nin; lakkaz, lignin peroksidaz, ksilinaz ve endo-1,4-β-D-glukanaz gibi çeşitli lignolitik ve selüloolitik enzimleri üretme yeteneklerini araştırmışlardır. Bu enzimlerin üretimini 40 günlük gelişim periyodu süresince çalışmışlardır. Araştırmacılar çalışılan enzimlerin maksimum spesifik aktivitelerini 20. günde elde etmişlerdir.

MIKIASHVILI ve ark. (2006), çeşitli karbon ve azot kaynaklarının *P. ostreatus*'un lakkaz üretimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak tanımlı ortama inorganik azot eklenmesinin lakkaz üretimini baskıladığını saptamışlardır. Araştırmacılar aynı zamanda ortama herhangi bir indükleyici eklenmeden lignoselülozik tarımsal artık varlığında enzim üretiminin belirgin bir şekilde uyarıldığını da yaptıkları çalışmada saptamışlardır.

ROSALES ve ark. (2007), katı substrat fermentasyonu şartlarında lakkaz üretimini etkileyen çeşitli değişkenlerin optimizasyonunu ve yüksek lakkaz seviyelerinin eldesini hedeflemişlerdir. Lakkazı indükleyen bileşiklerin (syringaldazine, bakır sülfat) ortama eklenmesinin ve kullanılan destek miktarının etkilerini çalışmışlardır. En yüksek aktivite (31,786 U/L) 2.5 g portakal kabuğu ve 5mM bakır sülfat içeren şartlarda elde etmişlerdir.

REDDY ve ark. (2003), katı substrat fermentasyonu ortamında muz tarımsal artıklar üzerinde *P. ostreatus* ve *P. sajor-caju*'nun lakkaz, lignin peroksidaz, ksilinaz, endo-1,4-β-D-glukanaz (CMCaz) ve ekzo-1,4-β-D-glukanaz (FP aktivitesi) gibi çeşitli lignolitik ve selüloolitik enzimleri üretme yeteneklerini araştırmışlardır. Bu ekstraselüler

enzim aktivitelerinin üretimini 40 günlük gelişim periyodu boyunca çalışmışlardır. Her iki organizmanın da aynı enzim aktivite düzeyi ve üretim kalıpları gösterdiğini bulmuşlardır. Her iki organizma lignin yıkan enzimlerce kıyaslandığında selüloolitik enzim aktivitelerini çok düşük düzeyde olduğunu görmüşlerdir. Maksimum spesifik aktiviteleri kültürün 10. ve 20. günleri arasında tespit etmişlerdir.

ELISASHVILI ve ark. (2007), değişik bitkisel ham materyal kullanarak katı substrat fermentasyonu ve batık kültür fermentasyonu şartlarında *Lentinus edodes* ve *Pleurotus* türlerini lignolitik enzim üretme yeteneklerini karşılaştırmışlardır. Ağaç yapraklarının katı substrat fermentasyonunda kullanımının özellikle *L. edodes* ve *Pleurotus* suşları tarafından MnP ve lakkaz üretimi için uygun olduğunu görmüşlerdir. Buna karşın batık kültür fermentasyonunun daha çok hidrolitik enzimlerin üretimi için uygun olduğunu tespit etmişlerdir.

FUJIAN ve ark. (2001), buhar ön işlemine tabi tutulmuş buğday samanını kullanmışlardır. Bu samanın sadece besin olarak pahalı olan varetiril alkolün yerini almadığı, aynı zamanda lignin enzimlerinin indükleyicisi olduğunu da saptamışlardır. LiP ve MnP'nin katı substrat fermentasyonundaki aktivitesinin batık kültür fermentasyonunkinden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Katı substrat fermentasyonunun optimum koşulları altında LiP ve MnP'nin maksimum aktiviteleri sırasıyla 2600 ve 1375 U/L olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar lignin enzimlerinin büyük oranda üretiminde bu yöntemin kullanılabilirliğini önermişlerdir.

ARORA ve ark. (2002), bazı beyaz çürükçül fungusların lignin peroksidaz, mangan peroksidaz ve lakkaz gibi enzimlerle ilişkili olarak buğday samanını yıka potansiyellerinin artırılmasına yönelik çalışmışlardır. Bu çalışmada *Daedalea flavida* ve *Phlebia spp.*'nin iki türünün lignini seçici olarak yıktıklarını tespit etmişlerdir. *Phlebia radiata* ve *P. floridensis*'in mangan peroksidaz ve lakkazın en iyi üreticileri olduğunu buna karşın *Phanerochaete chrysosporium*'un LiP'i daha iyi ürettiğini saptamışlardır.

TYCHANOWICZ ve ark. (2006), temel lignolitik enzim olarak lakkaz üreten *Pleurotus pulmonarius* (Fr) Quelet'i substrat olarak mısır koçanlarını kullanarak kültüve etmişlerdir. Fermentasyon ortamına bakır ilavesinin lakkazın aktivitesini arttırdığını

göstermişlerdir. Araştırmacılar 25.0 mM CuSO₄ eklenmesinin lakkaz aktivitesini 270 UL⁻¹ den 1.400 UL⁻¹'e yükselttiğini ve mantarın çalışmada kullanılan koşullar altında bakıra yüksek derecede dirençli olduğunu belirlemişlerdir.

EGGERT ve ark. (1996), *Pycnoporus cinnabarinus*'u hücre dışı fenoloksidazları yönünden karakterize etmişlerdir. Araştırmacılar ne lignin peroksidazı ne de mangan peroksidazı belirleyebilmişlerdir. Lakkazın ise birincil metabolizma esnasında daimi olarak sentezlendiğini görmüşlerdir. En etkili indükleyici olarak 2,5-ksilidin eklenmesinin, enzimin izoenzim kalıplarını değiştirmeksizin lakkaz üretimini 9 kat arttırdığını tespit etmişlerdir. Saflaştırılan lakkazın yaklaşık olarak 81,000 Da luk moleküler ağırlığa sahip bir polipeptid olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar, lignin peroksidaz ya da mangan peroksidaz üretmeyen ve baskın olarak lakkaz üreten bu *P. cinnabarinus*' un mutemel alternatif lignin yıkım yollarının ortaya konmasında ilgi çekici olduğunu ifade etmişlerdir.

HAN ve ark. (2005), *Trametes versicolor* 951022 suşunun kültür sıvısından lakkaz enzimini 209 kat saflaştırmışlardır. *T. versicolor* 951022 ırkının, substrat olarak 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic aci) (ABTS) kullanıldığında spesifik aktivitesi 91.443 U/mg olan monomerik bir lakkaz ürettiğini belirlemişlerdir. SDS-PAGE ile enzimin yaklaşık moleküler ağırlığını 97 kDa olarak belirlemişlerdir ve bu değer rapor edilen diğer lakkazların moleküler ağırlığından daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda belirledikleri lakkazın en yüksek aktivitesinin pH 3.0 da ve 50°C sıcaklıkta tespit etmişlerdir. ABTS substratı için enzimin Km değerini 12.8 M ve V_{max} değerini ise 8125.4 U/mg olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar belirledikleri bu lakkazın spesifik aktivitesinin ve substrat ilgisinin, diğer beyaz çürükçül fungusların ürettiği lakkazlardan daha yüksek olduğunu ve bu sebepten endüstriyel uygulamalar için daha uygun olabileceğini ifade etmişlerdir.

WANG ve NG (2006), çeşitli metotlar kullanarak *Pleurotus eryngii* şapkasından lakkaz izole etmişlerdir. İzole ettikleri lakkazın molekül ağırlığını 34 kDa olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda bu lakkazın maksimum aktivitesinin 70 °C'de gerçekleştiğini ve 80 °C'de de stabil olduğunu göstermişlerdir. En yüksek lakkaz aktivitesini pH 3.0 ile 5.0 arasında olduğunu belirlemişlerdir.

BERMEK ve ark. (1998), sadece lakkazın bir izoformunu üreten, buna karşılık lignin peroksidaz (LiP) ya da mangan peroksidaz (MnP) üretmeyen *Pycnoporus cinnabarinus* fungusunu kullanmışlardır. Yabanıl tipini ve lakkaz üretmeyen mutantının, hem statik hem de çalkalamalı kültür şartlarında yumuşak odun kraft hamuru üzerindeki kültürlerinin kağıt hamuru beyazlaşmasının üzerine etkisini test etmişlerdir. Statik kültürde inkübasyonun 25. gününden sonra *P. cinnabarinus* yabanıl tipinin kağıt hamurunun parlaklığında %35'den %59 ISO' ya bir artış meydana getirdiğini lakkaz içermeyen mutant 51 ve 85 parlaklıkta sadece sırasıyla %40 ve %40.7'lik artış sağladığını tespit etmişlerdir. Çalkalamalı kültürde ise yabanıl tipin kağıt hamur parlaklığında %38'den %52.4'e artış sağladığını buna karşın lakkaz içermeyen mutantlar 51 ve 85'in sırasıyla %43.8 ve %40 artış sağlayabildiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar elde ettikleri bu sonuçların, hem statik hemde çalkalamalı ortamda, lakkaz bulundurmayan mutantın oldukça etkisiz olduğunu ve lakkazın kağıt hamurunun beyazlatılmasında oldukça etkili olduğunu savunmuşlardır.

HEINFLING ve ark. (1998), *Pleurotus eryngii* ve *Bjerkandera adusta*'dan Mn^{2+} yi ve farklı aromatik bileşikler oksitleyebilen yeni bir peroksidaz izole etmişlerdir. Hidrokinonlar, fenoller, boyar maddeler, diğer aromatik bileşikler ve Mn^{2+} yi indirgeyici substratlar olarak karşılaştırmışlardır. Enzim en hızlı reaksiyon oranını Mn^{2+} ile gösterdiğini tespit etmişlerdir. Buna karşın en yüksek affiniteyi ise hidrokinonlara ve boyar maddelere karşı gösterdiğini bulmuşlardır.

DORADO ve ark. (1999), *Phanerochaete chrysosporium*, *Pleurotus eryngii*, *Phlebia radiata*, ve *Ceriporiopsis subvermispora* beyaz çürükçül fungusları tarafından buğday saplarının 60 günlük katı substrat fermantasyonu ile biyolojik olarak değerlendirilebilme olanaklarını araştırmışlardır. Buğday saplarının ağırlık kaybını, lignin içeriklerini, renk analizlerini, total fenol ve redükte şeker içeriklerini kızıl ötesi spektrokopi analizleri ile ortaya koymuşlardır. Ligninin en seçici yıkımı *Pleurotus eryngii* ile ve özellikle *C. Subvermispora* tarafından gerçekleştirildiğini tespit etmişlerdir. Suda çözünen bileşenlerin kompozisyonunu buğday saplarının transformasyonunun boyutu ile ilişkilendirmişlerdir. Başlangıç fermantasyon dönemi olan 0-15. günler arası lignin yıkımı ve fungal metabolizmanın neticesinde meydana gelen suda çözünen ürünlerin birikmesiyle karakterize olduğunu bulmuşlardır. İkincil dönem olan 16-60. günler arasında bu çözünen maddelerin konsantrasyonlarının stabil

olduğunu göstermişlerdir. İkincil dönemdeki ligninin uzaklaştırma oranı suda çözünmüş olan azotun azalmasıyla artma eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir.

MATTA ve ark. (2007), *Pleurotus djamor*, *Pleurotus ostreatus* ve *Pleurotus pulmonarius* türlerine ait 37 suşun misel gelişimi üzerine çalışmalar yapmışlardır. Araştırmacılar fermentasyonun 0, 4, 8, 12 ve 16. günleri ile primordium oluşumu, şapka oluşumu ve hasat sonrası evreleri kapsayan dönemlerde belli hidrolitik ve oksidatif enzimlerin üretimini için bu suşlardan 6 tanesini seçmişlerdir. Bu suşlarda lakkaz üretiminin şapka oluşumu esnasında azaldığını ve hasat sonrasında ise tekrar arttığını tespit etmişlerdir.

OHGA ve ROYSE (2001), *Lentinus edodes*'in farklı sıcaklık ve nem koşullarında odun talaşı üzerinde gelişimi esnasındaki lakkaz ve selülaz genlerinin transkripsiyonunu çalışmışlardır. Araştırmacılar lakkazın transkripsiyon seviyesinin misel gelişimi esnasında maksimum olduğunu ve şapka oluşumu esnasında ise hızlı bir şekilde azaldığını tespit etmişlerdir.

ZHAO ve KWAN (1999), yenilebilir mantar *Lentinula edodes*'in lakkaz üretimi üzerine farklı substratların ve çeşitli gelişim evrelerinin (misel gelişim, primordium oluşum ve şapka oluşum) etkilerini çalışmışlardır. Araştırmacılar şapka oluşum döneminde yüksek lakkaz aktivitesi belirlemişlerdir. Bunun sebebinin, lakkazın fungusun morfogenezisinde önemli role sahip olan ekstraselüler pigmentlerin oluşumunu katalizlemesinden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir.

ELISASHVILI ve ark. (2008), plastik torbalar içerisinde *Pleurotus ostreatus* suşlarının kültivasyonunu çalışmışlardır. Araştırmacılar lakkaz ve MnP aktivitelerinin, misellerin substrat üzerinde kolonize olmaya başladıkları dönemde yüksek olduğunu ve şapkanın gelişimi esnasında ise düştüğünü tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda fungusların vejetatif gelişimi esnasında lignolitik enzim aktivitelerinin dereceli olarak arttığını göstermişlerdir.

CHEN ve ark. (2004), *Volvariella volvacea*'nın V14 suşunun pamuk artıkları ile hazırladığı kompost üzerinde kültive etmiştir. Hazırladıkları bu katı hal sisteminde lakkaz aktivite değişimlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, fungusun vejetatif gelişimi

esnasında lakkazı çok düşük seviyelerde belirlemişlerdir. Şapka oluşumu ve gelişimi döneminde ise aktivitenin belirgin bir şekilde arttığını tespit etmişlerdir.

ELISASHVILI ve ark. (2003), *Pleurotus ostreatus* ile pamuk atıklarının biyodönüşümünü ve lignolitik enzimlerini çalışmışlardır. Araştırmacılar, lakkaz aktivitesinin primordium oluşumu ve şapka gelişimi esnasında arttığını, hasattan sonra ise hızlı bir şekilde düştüğünü saptamışlardır.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Biyolojik Materyal

Çalışmamızda *Pleurotus eryngii*'nin 3 farklı suşu; *Pleurotus eryngii* (H), *Pleurotus eryngii* (T) ve *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* (E) kullanılmıştır. Bunlardan *Pleurotus eryngii* (H); Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Biyoteknoloji ABD'den sağlanmıştır. *Pleurotus eryngii* (T) Tunceli-Mazgirt çevresinde, *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* (E) ise Elazığ çevresinde doğadan toplanarak Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarında kültüre alınıp elde edilen ana kültür çoğaltılarak çalışmada kullanılmıştır.

3.2. Kimyasal Maddeler

H ₂ SO ₄	: Fluka
Aseton	: Riedel
Etil alkol	: Fluka
Asetik Asit	: Sigma
Sodyum hidroksit	: Merck
Sodyum asetat	: Sigma
2,2'-azino-bis (3-etilbenz-tiazolin-6-sülfonik asit) ABTS	: Sigma
DNS (3,5-dinitrosalisilik asit)	: Sigma

3.3. Besiyeri Maddeleri

Malt ekstrakt ve Agar	: Merck
-----------------------	---------

3.4. Kullanılan Cihazlar

pH Metre	: Metler Toledo MP220
Etüv	: Nüve ES 110
Sterilizatör	: Heraeus
Otoklav	: Nüve OT 4060

Magnetik Karıştırıcı	: Mettler Toledo G8802
UV-Vis Spektrofotometresi	: Varian Cary-50
Soğutmalı Santrifüj	: Sigma Christ 2K15
Su banyosu	: Nüve BM 302
İklimlendirme kabini	: Sanyo Fitotron
Laminar air flow	: Heraeus HS 12
Dijital Göstergeli Hassas Terazî	: Toledo GB 802
Parçalayıcı	: Laboratory scientific

3.5. Çalışmada Kullanılan Fungusların Üretimi ve Saklanması

Funguslar, malt ekstrakt agar (MEA) plaklarında 30°C’de, 4-6 gün inkübe edilmiştir. Funguslar 3-4 haftada bir taze besiyerlerine aktarılmıştır. Fungus kültürleri +4°C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.6. Çalışmada Kullanılan Tarımsal Artıkların Toplanması ve Kurutulması

Çalışmada kullanılmak üzere; buğday ve pamuk sapı Dicle Üniversitesi kampüsündeki arazilerden, soya sapı ise Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden sağlanmıştır. Laboratuvarımıza getirilen tarımsal artıklar yabancı diğer maddelerden arındırılmış, kullanılacağı zamana kadar depoda temiz ve kuru bir ortamda muhafaza edilmiştir. Tarımsal artıklar; deneysel uygulama öncesinde 65°C’de 24 saat süreyle pastör fırınında kurutulmuşlardır.

3.7. Tohumluk Misel (Spawn) Hazırlanması ve Aşılama İşlemleri

Çalışmanın bu kısmında; besi yeri olarak buğday taneleri kullanılmıştır. 3 kg buğday tanesi çeşme suyunda 1 saat süreyle kaynatılmıştır. Kaynatılan buğday taneleri, yapışkanlığın giderilmesi amacıyla süzgece boşaltılarak çeşme suyu altında yıkanmış ve suyun süzülmesi için 12 saat beklenmiştir. Süzülen buğday taneleri kurutma kağıtları üzerinde 3-4 cm kalınlıkta serilerek oda sıcaklığında 12 saat bekletilmiş ve %55 civarında nem içermesi sağlanmıştır. Buğday tanesinin 1 kg’ına, pH’sını 5.5-6.5 arasında tutmak için 2 g kireç, tanelerin birbirine yapışmasını engellemek için de 8 g alçı karıştırılmıştır (Zadrazil, 1978; Yıldız, 1998; Yıldız ve Karakaplan, 2003).

Daha sonra 500 ml'lik erlenlerin her birine yaklaşık olarak 250'şer g haşlanmış buğday taneleri doldurulmuştur. Bu durumda, erlen hacminin 1/3'ünün misellerin hava alması için boş kalması sağlanmıştır. Erlenlerin ağzı pamuk ile sıkıca kapatılarak; 121°C'de 1.5 atm basınç altında 15 dakika süreyle otoklavlanarak steril hale getirilmiştir. Otoklavdan çıkarılan erlenler Hera marka Laminar Flow'a taşınmış ve buğday tanelerinin sıcaklığının oda sıcaklığına düşmesi beklenmiştir.

Daha önce petri kaplarında prekültürasyonu yapılan miseller, besiyeriyle birlikte bunzen beki alevinde steril edilen bir bisturi yardımıyla yaklaşık olarak 1 cm² büyüklüğünde parçalara bölünmüştür.

Laminar Flow içerisinde, ana kültürden alınan 2-3 parça agarlı besiyeri ile birlikte kesilen miseller erlenlerdeki kültüre aşılansarak erlenlerin ağzı alevden geçirildikten sonra pamukla kapatılmıştır. Daha sonra kültürler 25°C'de sabit sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır (**Zadrazil, 1978; San Antonio ve Hanners, 1984**). İnkübasyondan sonraki üçüncü günde erlenler sallanarak taneler üzerinde gelişen misellerin her tarafa homojen dağılması sağlanmıştır. Fungus misellerince sarılan bu buğday taneleri kompost kültüründe "tohumluk misel" (Spawn) olarak kullanılmıştır.

3.8. Kompost Kültür Ortamının Hazırlanması:

Çalışmamızda öncelikle *Pleurotus eryngii* (H), *Pleurotus eryngii* (T) ve *Pleurotus eryngii* var. *ferulae* (E)'nin kompost kültür uygulamalarında buğday sapı (BS), pamuk sapı (PS) ve soya sapı (SS) ham materyal olarak kullanılmıştır. Kompost hazırlanırken, ölçülecek olan parametrelere ne derece etkide bulunduğunu tespit etmek amacıyla katkı maddesi olarak belli oranlarda (%5 ve %10) pirinç kepeği de (PK) eklenmiştir.

3.8.1. Pamuk Sapı ve Buğday Sapı ile Katı Substrat Fermentasyonu Ortamlarının Hazırlanması

BS : Saf Buğday sapı

BS + %5 PK : 200 g Buğday sapı (BS) + 10 g Pirinç Kepeği (PK)

BS + %10 g PK : 200 g Buğday sapı (BS) + 20 g Pirinç Kepeği (PK)

PS : Saf Pamuk sapı

PS + %5 PK : 200 g Pamuk sapı (PS) + 10 g Pirinç Kepeği (PK)

PS + %10 PK : 200 g Pamuk sapı (PS) + 20 g Pirinç Kepeği (PK)

Bu amaçla, her bir ham materyalden 2 kg alınarak plastik kovalara bırakılmış ve kovaların içi musluk suyu ile doldurulduktan sonra, 48 saat süre ile suda bekletilen materyallerin yaklaşık olarak %70-75 oranında nemlenmesi sağlanmıştır (**Zadrazil, 1978; San Antonio ve Hanners, 1984**). Bu süre sonunda, materyaller sudan çıkarılıp önce %1 lik formaldehit kullanılarak dezenfekte edilen naylon torba üzerine dökülmüştür. Materyallere, kompost ortamında pH 5.5 – 6.5 değerini elde etmek için kuru kilogram başına 35 g kireç ve 35 g alçı ilave edilmiştir (**Zadrazil, 1978; Yıldız 1998; Yıldız ve Karakaplan, 2003**). Her bir ham materyal tartılarak dört eşit parçaya bölünmüştür. Bu parçalardan birine hiçbir katkı maddesi konulmamıştır. Diğer üçüne ise, sırasıyla ham materyalin kuru 100 g'ına 5 ve 10 g pirinç kepeği katkı maddesi olarak katılmıştır.

Hazırlanan kompost, bez torbalara doldurulup otoklavda, 121°C'de 1.5 atm basınç altında 25 dakika süreyle otoklavlanmıştır. Sterilizasyonu sağlanan kompost, otoklavdan çıkarılıp, bir gün önceden %70'lik alkolle dezenfekte edilen izole kabin içerisine alınmıştır ve kompostun ekim öncesi bir müddet oda sıcaklığına kadar soğuması beklenmiştir. Polietilen torbaların her birine bu kompostlardan 200 g doldurulmuştur. Daha sonra "tohumluk miseller" bu torbaların her birine ortalama 30 g olacak şekilde aşılandıktan sonra, torbaların ağzı kapatılmış ve etiketlendikten sonra inkübasyon için kültür odasına taşınmıştır. Deneysel çalışma üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

3.8.2 Soya Sapı ile Katı Substrat Fermentasyonu Ortamının Hazırlanması

Soya sapı için fermentasyon ortamı aşağıdaki gibi hazırlanmıştır.

SS : Saf Soya sapı + 70 mL distile su

SS + %5 PK : 50 g Soya sapı (SS) + 2,5g Pirinç Kepeği (PK) + 70 mL distile su

SS + %10 PK : 50 g Soya sapı (SS) + 5g Pirinç Kepeği (PK) + 70 mL distile su

Hazırlanan fermentasyon ortamları cam kavanozlara doldurulmuş ve otoklavda, 121°C'de 1.5 atm basınç altında 25 dakika süreyle sterile hale getirilmiştir. Hazırlanan fermentasyon ortamları, sterilizasyondan sonra soğumaları için bir müddet oda sıcaklığında bekletilmiştir.

Daha sonra kavanozlar steril kabin içerisine taşınmış ve tohumluk miseller bu kavanozların her birine 3 g olacak şekilde aşılacaktır ve daha sonra, kavanozlar etiketlenerek kapakları kapatılmıştır. İşlemler bittikten sonra, kavanozlar iklimlendirme kabinine alınmış ve 25°C'de inkübasyona bırakılmışlardır. Deneysel çalışma üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

3.9. Örneklerin Alınması

3.9.1. Redükte Şeker Tayini İçin Örneklerin Alınması

Kontrol amaçlı olarak, misel ekilmemiş kompost, püskürtme yöntemi ile nemlendirilmiş ve 1 gün sonra torbanın altında biriken sıvı cam tüplere alınarak ölçüm zamanına kadar derin dondurucuda saklanmıştır.

Deneme gruplarından buğday sapı ve pamuk sapı kullanılan fermentasyon ortamları için; misel sarım aşamasında, primordium oluşumunda ve *P. eryngii* (H) için hasat sonrasında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T) için ise fermentasyonun 140. gününde kompostun nemlendirilmesi sırasında polietilen torbaların altında biriken süzüntüden, 10 ml alınmış ve pH değerleri ölçüldükten sonra şeker tayinleri yapıncaya kadar derin dondurucuda muhafaza edilmişlerdir.

Deneme guruplarından soya sapı kullanılan fermentasyon ortamları için; fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde steril şartlarda alınan 5'er g miselli sap, öncelikle 40°C'de etüvde 24 saat kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan miselli sap 250 mL'lik erlenlere bırakılmış, üzerine 20 mL distile su eklendikten sonra 140 rpm'de 30°C'de 3 saat çalkalanmıştır. Çalkalamadan sonra saplar, filtre kağıdı ile süzölmüş ve elde edilen süzöntüden 10 ml alınarak cam tüplere bırakılmıştır. Örnekler redükte şeker tayini yapıncaya kadar derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.9.2. Enzim Ekstraksiyonu İçin Örneklerin Alınması

Buğday sapı ve pamuk sapının kullanıldığı fermentasyon ortamlarında enzim ekstraksiyonu için misellerin kompostu tam olarak sardığı dönemde, primordium oluşum safhasında ve *P. eryngii* (H) için hasat sonrasında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T) için ise fermentasyonun 140. gününde 10 g miselle birlikte sap alınmıştır.

Soya sapı kullanılan fermentasyon ortamlarında, enzim ekstraksiyonu için fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde 10 g miselle birlikte sap alınmıştır.

Tüm deney guruplarından alınan örnekler 40°C'de çalışan etüvde 24 saat süreyle bekletilerek kurutulmuştur. Kurutulan materyalden, 5 g alınarak 250 ml'lik erlenlere konulmuş ve üzerine 20 ml distile su eklenerek, 140 rpm'de 30°C'de 3 saat çalkalanmıştır. Bu işlemde sonra erlendeki materyal süzölmüş ve elde edilen süzöntü 5000 rpm'de 4°C'de 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örnekler, derin dondurucuda ölçüm işlemlerine geçilinceye kadar muhafaza edilmiştir.

3.9.3. Ham Protein Değerlerinin ve Lignin Gideriminin Tespiti İçin Örneklerin Alınması

Kontrol guruplarındaki; misel ekilmemiş saplardan otoklav işleminden sonra 10 g alınmıştır.

Buğday sapı ve pamuk sapı kullanılan fermentasyon ortamlarında, ham protein değerlerinin ve lignin gideriminin tespiti için; misel sarım aşamasında, primordium

oluşum döneminde ve *P. eryngii* (H) için hasat sonrasında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T) için ise fermentasyonun 140. gününde 10 g miselle birlikte sap alınmıştır.

Soya sapı kullanılan fermentasyon ortamlarında ham protein değerlerinin ve lignin gideriminin tespiti için; fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde 10 g miselli sap alınmıştır.

Tüm deney gruplarından alınan bu miselli sapsar, öncelikle 65°C'de 24 saat etüvde kurutulduktan sonra değirmende öğütölüp elekten geçirilmiş ve cam tüplere alınmıştır. Tüplere alınan materyal lignin ve total ham protein tespiti yapılmaya kadar derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.10. Örneklerin Analizleri

3.10.1. Redükte Şeker Miktarının Tespiti

Redükte şeker miktarının tespiti; DNS yöntemine (Miller, 1959) göre yapılmıştır. Bu amaçla; daha önce örnek alım kısmında belirtildiği şekilde, fungusların farklı gelişim evrelerinde, fermentasyon ortamından alınan 500 µL süzöntüye 400 µL 3,5-Dinitrosalisilik asit (DNS) solüsyonu eklenip 5 dakika süreyle kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Daha sonra, 3 mL distile su eklenerek seyreltme işlemi yapılmış ve 489 nm'de spektrofotometre'de ölçüm yapılarak redükte şeker miktarı belirlenmiştir.

3.10.2. pH Değerlerinin Tespiti

Fungusların farklı gelişim evrelerinde, fermentasyon ortamından alınan süzöntüden pH metre kullanılarak pH değerleri tespit edilmiştir.

3.10.3. Lignin Gideriminin Tespiti

Asitle çözünür lignin tespiti için, TAPPI T222 (Tappi, 1988) metodu modifiye edilmiştir. Daha önceden lignin tespiti için toplanan ve derin dondurucuya konulan örnekler, 50°C'de 24 saat kurutulduktan sonra öğütölüp 60 mesh (0,25 mm)'lik elekten

geçirilmiştir. Ön ekstraksiyon işlemi için elekten geçirilen numuneden 1 g alınarak 100 mL'lik beherlere bırakılmış ve üzerine 80 mL distile su eklenip 2 saat süreyle su banyosunda, 80°C'de sıcak su ekstraksiyonuna tabi tutulmuştur. Daha sonra; 2,5 mL aseton eklenerek oda sıcaklığında 1 gün kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan numuneden 0,5 g alınarak 100 mL'lik beherlere bırakılmış ve üzerine 7,5 mL %72'lik H₂SO₄ eklenmiş ve 24 saat süre boyunca asit hidrolizine tabi tutulmuştur. 24 saatlik sürenin sonunda 40 mL distile su eklenmiş ve 2 saat süre boyunca kaynatılmıştır. Kaynama işlemi tamamlandıktan sonra, daha önceden sabit ağırlığa kadar kurutulmuş olan filtre kağıtları kullanılarak süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Süzme işlemi esnasında en az 5 kez distile su ile yıkama gerçekleştirilmiştir. Süzme sonrası filtre kağıdı üzerindeki kalıntı pastör fırınına alınmış ve 150 ±2°C'de 1 gün süreyle kurutulmuş ve lignin kalıntı olarak elde edilmiştir. % Lignin giderimi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Lignin Giderimi (\%)} : 100 \times (L_b - L_s) / L_b$$

L_b: Fungusla muamele edilmeyen tarımsal artığın lignin miktarı

L_s: Fermentasyon sonrası lignin miktarı

3.10.4 Element Analizleri ve C/N Oranlarının Tespiti

Tüm gruplara ait hazırlanan numunelerin, İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezinde; karbon (C), azot (N), hidrojen (H) ve kükürt (S) element analizleri yapılmıştır. Tüm değerler ve C/N oranları; % ortalama±SS olarak ifade edilmiştir. Ölçümler iki tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.10.5. Ham Protein İçeriklerinin Tespiti

Tüm gruplara ait hazırlanan numunelerin, İnönü Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkez'inde element analizi ile azot değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen azot değerleri 6,25 katsayısıyla çarpılarak (**Diez ve Alvarez, 2001**) % ham protein değerleri hesaplanmıştır.

3.10.6. Lakkaz Aktivitesinin Tespiti

Lakkaz aktivitesi 2,2'-azino-bis (3-etilbenz-tiazolin-6-sülfonik asit) (ABTS)' in oksidasyonuna bağlı olarak ölçülmüştür.

Enzim aktivitesi ölçümünde reaksiyon karışımı uygun miktarda sodyum asetat tamponu (100 mM, pH 5,0), 100 µL ABTS (5 mM) ve süpernatant olacak şekilde hazırlanmış ve enzim aktivitesi 420 nm'de 1 dakikada okunan absorbans değişimi (Shimadzu-UV/Visible) olarak belirlenmiştir. 1µmol substratı 1 dakikada ürüne çeviren enzim miktarı 1 ünite olarak ifade edilmiştir (**Birhanlı ve Yeşilada, 2006**).

3.11. Pirinç Kepeği İçeren Katı Ortamlarda Fungus Üremesinin Değişiminin Saptanması

Farklı oranlar pirinç kepeği ile hazırlanmış MEA (Malt Extract Agar) plaklarına ana stoktan alınan fungus kültürleri eklenmiş ve 25°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Pirinç kepeğinin fungus üremesi üzerine yapmış olduğu indüksiyon veya inhibisyon etkisi kontrol plaklarındaki üremeye karşılaştırılarak hesaplanmış ve % inhibisyon veya indüksiyon olarak ifade edilmiştir.

3.12. İstatistiksel Yöntem

İstatistiksel değerlendirmeler; "SPSS Windows Version 12.0" paket program ile yapılmıştır. Değişkenlere ilişkin veriler, ortalama ± standart hata ile verilmiştir. İki deneyden fazla olan deney gruplarının karşılaştırılmasında, tek yönlü Varyans Analizi (one way ANOVA) kullanılmıştır. Deneysel sonuçların ikili karşılaştırılmasında ise "Duncan Testi" uygulanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Değişik Konsantrasyonlardaki PK'nin Katı Besiyeri Ortamında

P. eryngii'nin Misel Gelişimi Üzerine Etkisi

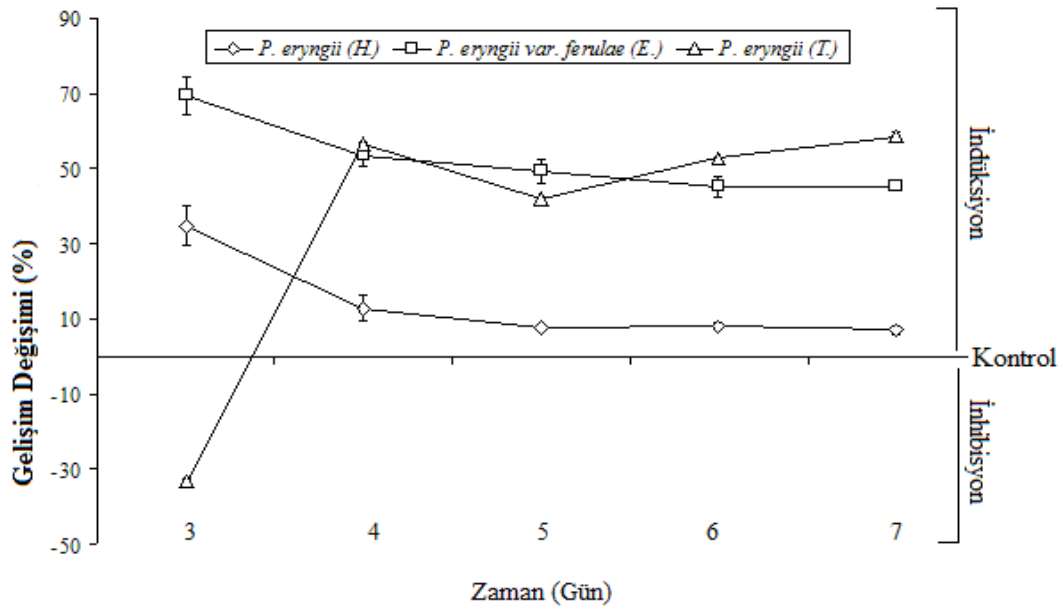
Değişik konsantrasyonlardaki pirinç kepeğinin katı besiyeri ortamında *P. eryngii*'nin misel gelişimi üzerine etkisi Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Malt ekstrakt agar katı besiyeri ortamında pirinç kepeğinin misel gelişim üzerine etkisi *(P<0.05).

	Misel gelişim değişimi (%)				
	Zaman (Gün)				
%0,5 PK	3	4	5	6	7
<i>P. eryngii</i> (H)	34,80±5,43 ^b	13,00±5,50 ^d	7,80±5,40 ^d	8,20±4,10 ^c	7,00±2,90 ^d
<i>P. eryngii</i> var. ferulae (E)	69,40±1,75 ^a	53,30±2,10 ^c	49,30±2,60 ^{bc}	45,10±1,80 ^d	45,30±2,00 ^c
<i>P. eryngii</i> (T)	-33,30±6,60 ^d	56,60±1,60 ^{bc}	42,00±2,40 ^c	52,70±1,90 ^c	58,70±0,70 ^a
%1 PK	3	4	5	6	7
<i>P. eryngii</i> (H)	31,90±4,90 ^b	-15,40±1,60 ^e	-12,50±1,60 ^e	-9,80±1,10 ^f	-5,20±1,60 ^c
<i>P. eryngii</i> var. ferulae (E)	72,20±1,05 ^a	58,80±1,80 ^{bc}	47,20±1,00 ^{bc}	53,20±0,20 ^b	47,90±0,30 ^c
<i>P. eryngii</i> (T)	0,00±0,00 ^c	63,30±1,10 ^b	53,70±0,60 ^b	74,50±0,10 ^a	58,50±0,20 ^a
%2 PK	3	4	5	6	7
<i>P. eryngii</i> (H)	-18,00±5,40 ^d	-21,00±3,70 ^e	-31,80±1,00 ^f	-21,40±0,90 ^g	-18,80±1,10 ^e
<i>P. eryngii</i> var. ferulae (E)	16,60±4,90 ^{bc}	-15,30±2,80 ^e	-11,00±3,20 ^e	-30,00±2,90 ^g	-24,80±1,00 ^f
<i>P. eryngii</i> (T)	72,00±0,70 ^a	74,70±0,50 ^a	61,20±0,36 ^a	71,60±0,10 ^a	51,80±0,90 ^b

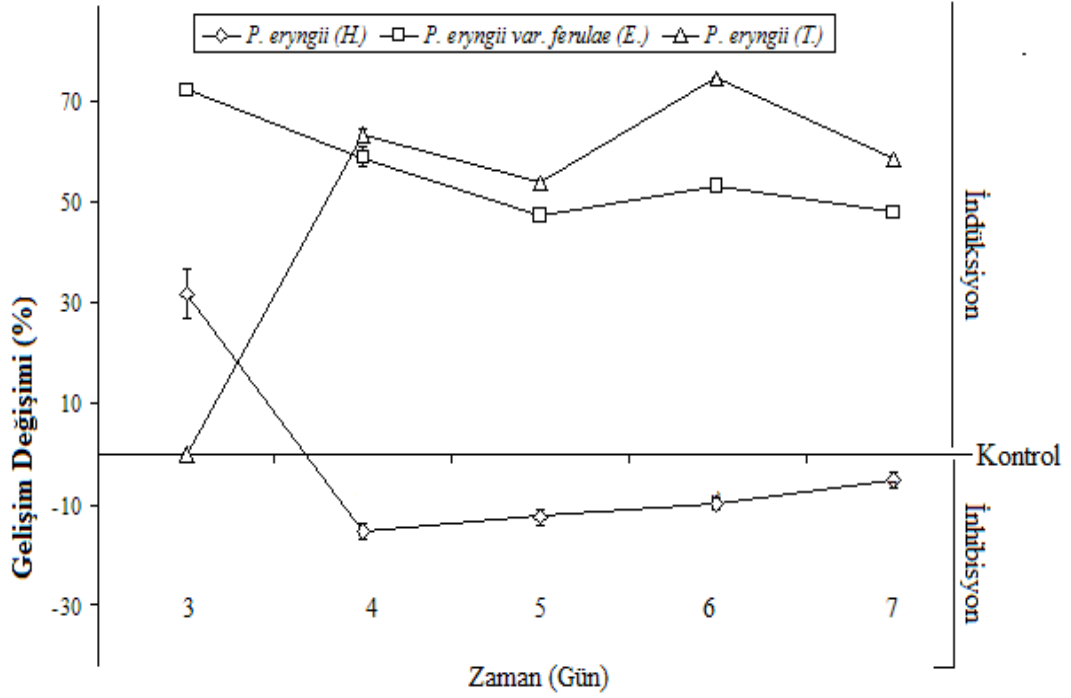
* Ortalamalar üzerindeki harfler farklı olduğunda değerlerin istatistiksel olarak birbirinden farklı (P<0.05), aynı olduğunda ise değerlerin birbirine benzer (P>0.05) olduğunu göstermektedir.

Malt ekstrakt agar besiyerine %0,5'lik pirinç kepeği eklenmesinin misel gelişimi üzerine etkisi Şekil 4.1 ve Tablo 4.1'de verilmiştir. *P. eryngii* (T)'de misel ekiminden sonraki 3. günde kontrole göre inhibisyon (%-33,3) belirlenmesine karşın 4., 5., 6. ve 7. günlerde ise tekrar bir artış kaydedilmiştir (sırasıyla; %56,6, 42, 52,7 ve 58,7). *P. eryngii* (H) ve *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de ise ölçüm alınan tüm günlerde kontrol gurubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) artışlar belirlenmiştir. Her üç suş için kaydedilen en yüksek artış değeri (%69,4) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 3. günde tespit edilmiştir (Şekil 4.1; Tablo 4.1).



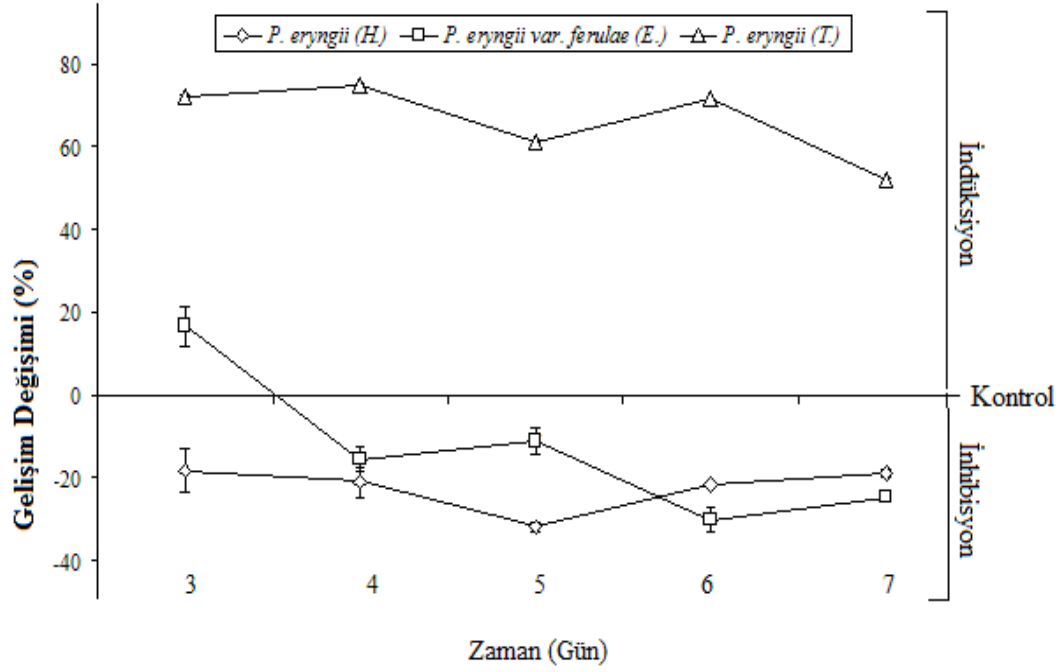
Şekil 4.1. Malt ekstrakt agar katı besiyerinde %0,5'lik pirinç kepeğinin misel gelişim üzerine etkisi.

Malt ekstrakt agar besiyeri ortamında %1'lik pirinç kepeğinin, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de ölçümlerin alındığı 7 gün boyunca kontrole göre herhangi bir inhibisyonun gerçekleştirmediği, aksine istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) artışlara neden olduğu belirlenmiştir. *P. eryngii* (T)'nin 3. günde kontrole aynı misel çapına sahip olduğu, buna karşın 4., 5., 6. ve 7. günlerde ise kontrole göre istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) bir şekilde indüklendiği tespit edilmiştir (sırasıyla; %63,3, 53,7, 74,5 ve 58,5). *P. eryngii* (H)'de ise ilk 3. günde kontrole göre bir indüksiyon belirlenirken (%31,9) sonraki günlerde belirgin bir baskılanma kaydedilmiştir (Şekil 4.2; Tablo 4.1).



Şekil 4.2. Malt ekstrakt agar katı besiyerinde %1'lik pirinç kepeğinin misel gelişim üzerine etkisi.

Malt ekstrakt agar besiyeri ortamında %2'lik pirinç kepeği eklenmesinin *P. eryngii* (T)'nin misel gelişimini, ölçümlerin alındığı tüm günlerde kontrole göre istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) bir şekilde arttırdığı tespit edilmiştir. *P. eryngii* (T)'nin kontrole göre en yüksek gelişim değeri (%74,7) 4. günde kaydedilmiştir. Buna karşın *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de ilk 3. günde %16,6'luk bir artış görülmesine rağmen, bu artışın 4., 5., 6. ve 7. günlerde yerini tekrar inhibisyona bıraktığı tespit edilmiştir (sırasıyla; %-15,3, -11, -30 ve -24,8). *P. eryngii* (H)' de ise misel gelişiminin, ölçümlerin alındığı tüm zaman periyotlarında kontrole göre baskılandığı belirlenmiştir (Şekil 4.3; Tablo 4.1).



Şekil 4.3. Malt ekstrakt agar katı besiyerinde %2'lik pirinç kepeğinin misel gelişim üzerine etkisi.

4.2. Pamuk Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının Gelişim Dönemine Bağlı Olarak Fermentasyon Ortamında Redükte Şeker Miktarı ve pH Değişimi Üzerine Etkisi

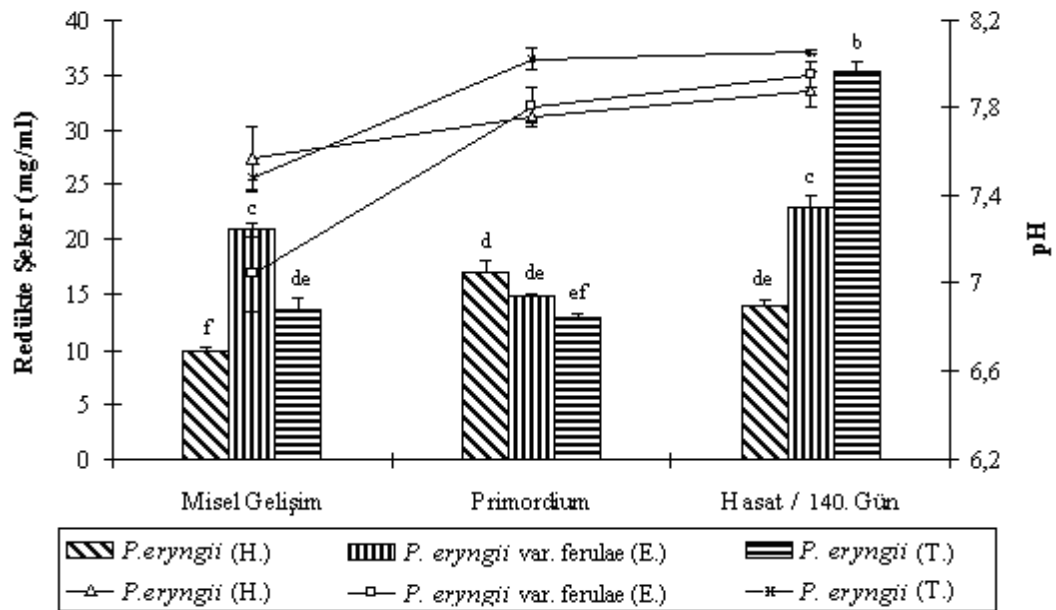
Pamuk sapında, gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen redükte şeker değerleri ve pH değişimleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ile pH değişimleri ve bu parametrelere pirinç kepeğinin etkisi *(P<0.05).

Pamuk sapı (saf)	Redükte şeker (mg/mL)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	10,00±0,25 ^f	20,87±0,62 ^c	13,58±1,06 ^{de}
Primordium	16,96±1,14 ^d	14,77±0,40 ^{de}	12,99±0,23 ^{ef}
Hasat / FS	14,09±0,35 ^{de}	22,88±1,13 ^c	35,26±0,90 ^b
pH			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	7,57±0,14 ^{bc}	7,04±0,17 ^d	7,48±0,07 ^c
Primordium	7,76±0,05 ^{ab}	7,81±0,08 ^{ab}	8,02±0,05 ^a
Hasat / FS	7,88±0,02 ^a	7,95±0,06 ^a	8,05±0,01 ^a
Pamuk sapı (% 5 PK)	Redükte şeker (mg/mL)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	6,50±0,95 ^e	23,09±2,70 ^{cd}	7,48±0,30 ^e
Primordium	19,00±0,83 ^{de}	10,73±0,29 ^{de}	24,13±2,39 ^{cd}
Hasat / FS	22,32±0,35 ^{cd}	48,46±5,67 ^b	34,16±1,49 ^c
pH			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	7,35±0,09 ^e	7,10±0,16 ^f	7,89±0,11 ^{bc}
Primordium	7,80±0,03 ^{cd}	7,79±0,01 ^{cd}	8,00±0,04 ^{ab}
Hasat / FS	8,07±0,01 ^{ab}	8,13±0,01 ^a	7,64±0,03 ^d
Pamuk sapı (% 10 PK)	Redükte şeker (mg/mL)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	12,91±1,53 ^{cd}	17,66±1,73 ^{bcd}	12,65±1,13 ^{cd}
Primordium	19,86±0,006 ^{bc}	16,92±0,46 ^{bd}	30,09±2,15 ^a
Hasat / FS	9,68±0,24 ^d	15,95±2,53 ^{cd}	24,95±1,58 ^{ab}
pH			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	6,63±0,18 ^c	6,72±0,21 ^a	6,52±0,04 ^c
Primordium	7,42±0,07 ^b	7,78±0,02 ^a	7,77±0,12 ^a
Hasat / FS	7,98±0,03 ^a	7,95±0,01 ^a	7,97±0,009 ^a

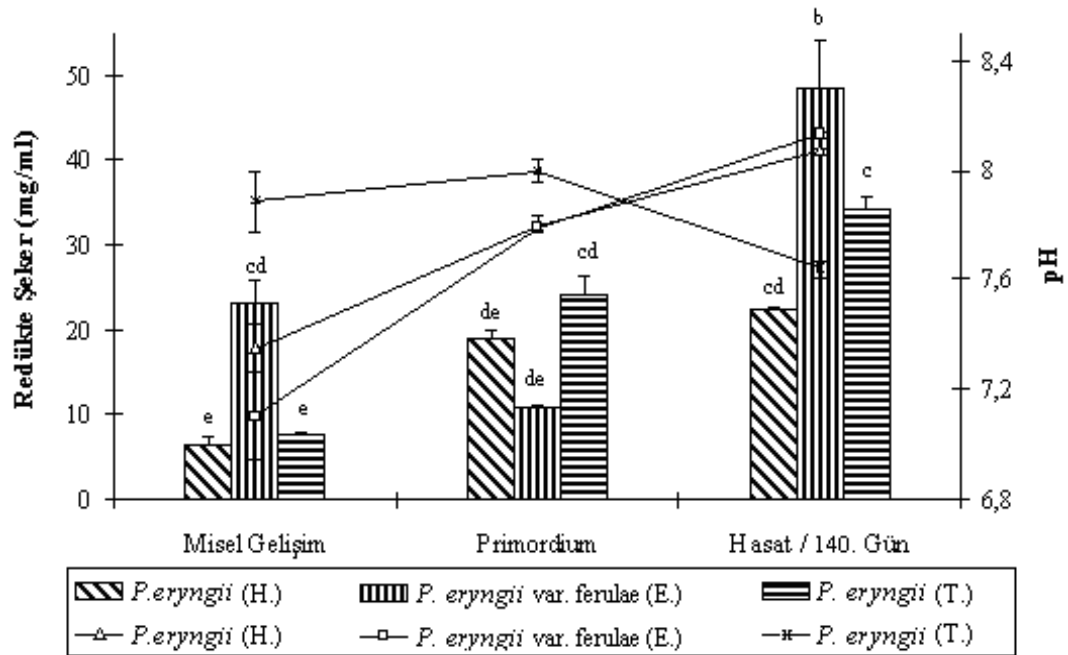
* Ortalamalar üzerindeki harfler farklı olduğunda değerlerin istatistiksel olarak birbirinden farklı (P<0.05), aynı olduğunda ise değerlerin birbirine benzer (P>0.05) olduğunu göstermektedir.

Saf pamuk sapında, gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen redükte şeker miktarlarındaki değişimleri kıyaslayacak olursak, misel gelişim döneminde her üç suşda da ekim öncesi miktara ($22,60 \pm 2,18$ mg/mL) göre azalma tespit edilmiştir. Primordium safhasında ise misel gelişim dönemine göre *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de azalma görülürken, *P. eryngii* (H)'de bir artış (16,96 mg/mL) saptanmıştır. *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de fermentasyonun 140. gününde, misel gelişim ve primordium oluşum dönemine göre redükte şeker miktarında belirgin bir artış (sırasıyla; 22,88 mg/mL ve 35,26 mg/mL) kaydedilmiştir. *P. eryngii* (T)'de 140. günde elde edilen değer fermentasyon öncesi değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Suşlar arasında ve farklı gelişim evrelerinde elde edilen bu redükte şeker değer farklılıkları (Şekil 4.4; Tablo 4.2) istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($P < 0.05$). Saf pamuk sapında, hazırlanan fermentasyon ortamının ekim öncesi pH değeri 6,80 olarak belirlenirken, her üç suşda da fermentasyon süresi uzadıkça ortamının pH değerinde artış kaydedilmiştir (Şekil 4.4; Tablo 4.2). En yüksek pH değeri (8,05) ise *P. eryngii* (T)'de 140. günde gözlenmiştir.



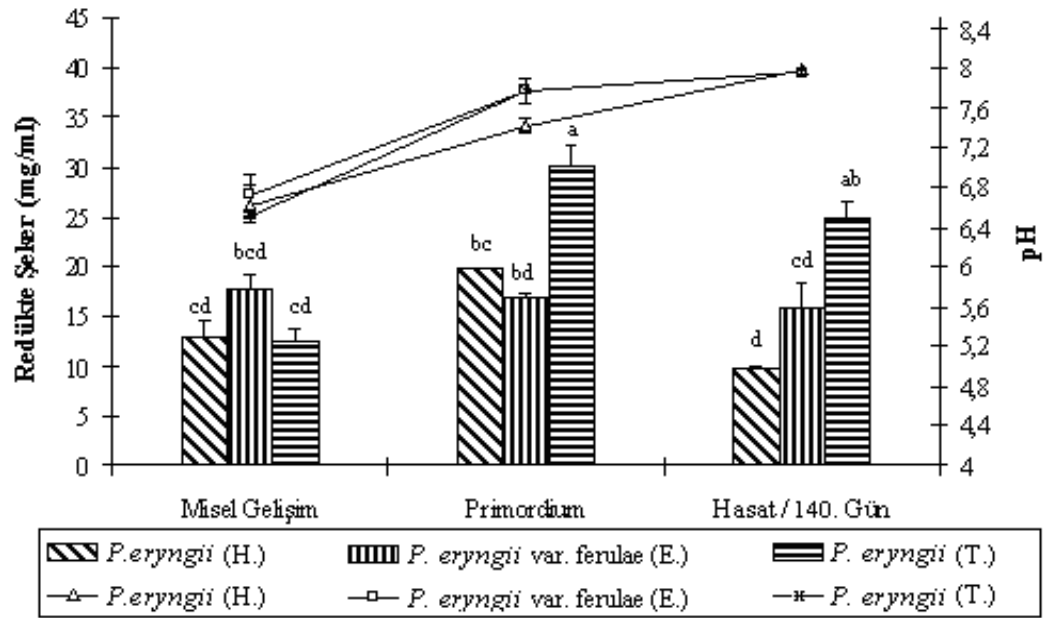
Şekil 4.4. Saf pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri (Çizgiler: pH değişimini, Sütunlar: redükte şeker miktarını göstermektedir).

Pamuk sapı + %5 PK'da gelişim dönemine bağlı olarak redükte şeker miktarlarındaki değişim farklılık göstermektedir. Misel gelişim döneminde, her üç suşda da ekim öncesi miktara (156,79 mg/mL) göre belirgin bir azalma tespit edilmiştir (Şekil 4.5; Tablo 4.2). Primordium safhasında ise misel gelişim dönemine göre, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de azalma (10,73 mg/mL) görülürken, *P. eryngii* (H)'de (19,00 mg/mL) ve *P. eryngii* (T)'de ise bir artış (24,13 mg/mL) saptanmıştır (Şekil 4.5; Tablo 4.2). *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de fermentasyonun 140. gününde misel gelişim ve primordium oluşum dönemine göre, redükte şeker miktarında belirgin bir artış (sırasıyla; 48,46 ve 34,16 mg/mL) görülmüştür. Ortamının pH değişimine bakıldığında, hazırlanan fermentasyon ortamının ekim öncesi pH değeri ortalama 6,17 olarak belirlenirken, her üç suşda da fermentasyon süresi uzadıkça bu değer arttığı kaydedilmiştir. En yüksek pH değeri 8,13 olarak *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de fermentasyonun 140. gününde kaydedilmiştir (Şekil 4.5; Tablo 4.2).



Şekil 4.5. Pamuk sapı + %5 piriñç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri (Çizgiler: pH değişimini, Sütunlar: redükte şeker miktarını göstermektedir).

Pamuk sapı + %10 PK'da redükte şeker miktarında, misel gelişim döneminde her üç suşda da ekim öncesi miktara (240,52 mg/mL) göre belirgin bir azalma tespit edilmiştir (Şekil 4.6; Tablo 4.2). Primordium oluşum safhasında ise, misel gelişim dönemine göre; *P. eryngii* (T) ve *P. eryngii* (H)'de artış görülürken, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de (16,92 mg/mL) bir azalma saptanmıştır (Şekil 4.6; Tablo 4.2). *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de fermentasyonun 140. gününde misel gelişim ve primordium oluşum dönemine göre redükte şeker miktarının azaldığı (sırasıyla; 15,95 ve 24,95 mg/mL) görülmüştür. Saf pamuk sapında pH değişimi, ekim öncesi pH değerine (6,10±0,04) göre; her üç suşda da fermentasyon süresi uzadıkça artış şeklinde gözlenmiştir. En yüksek pH 7,98 olarak *P. eryngii* (H)'de hasat döneminde kaydedilmiştir (Şekil 4.6; Tablo 4.2).



Şekil 4.6. Pamuk sapı + %10 piriç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri (Çizgiler: pH değişimini, Sütunlar: redükte şeker miktarını göstermektedir).

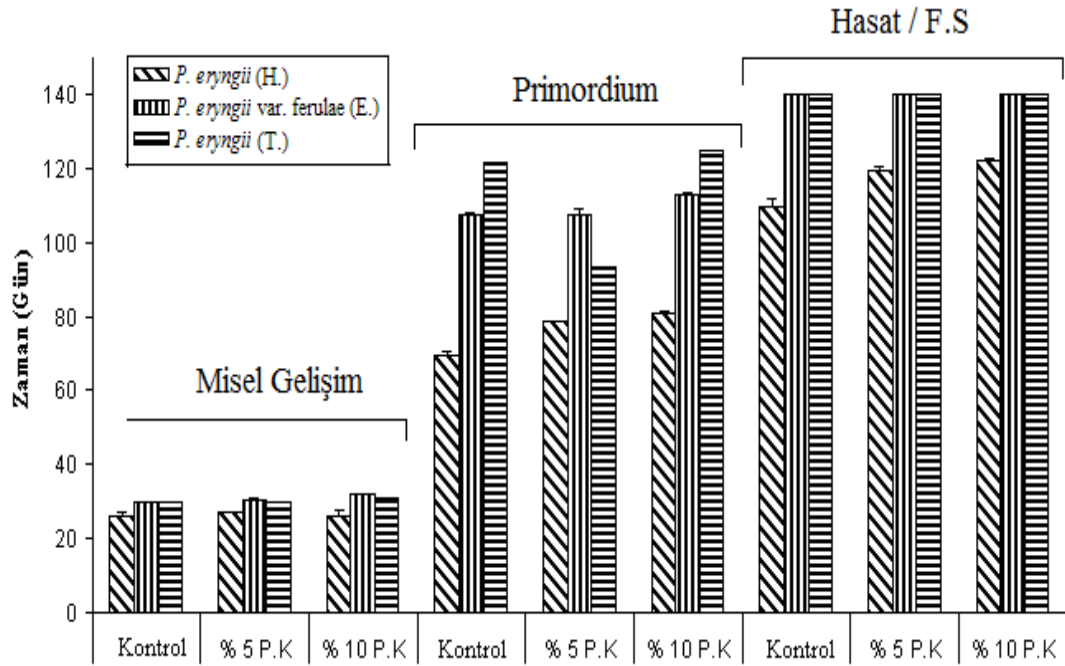
4.3. Pamuk Sapında Gelişim Süreleri ve Bu Gelişim Sürelerine PK'nin Etkisi

Pamuk sapında gelişim süreleri ve bu gelişim sürelerine pirinç kepeğinin etkisi Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Pamuk sapında gelişim süreleri üzerine %5 ve %10'luk pirinç kepeğinin etkisi.

Pamuk sapı (Kontrol)	Gelişim Süreleri (Gün)		
	Misel Gelişim $\bar{X} \pm SH$	Primordium $\bar{X} \pm SH$	Hasat / FS $\bar{X} \pm SH$
<i>P. eryngii</i> (H)	25,66±1,52	69,66±1,15	110±1,73
<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	30,00±0,00	107,33±0,57	140±0,00
<i>P. eryngii</i> (T)	29,66±0,57	121,66±0,57	140±0,00
Pamuk sapı (%5 PK)	Misel Gelişim	Primordium	Hasat / FS
<i>P. eryngii</i> (H)	27,00±0,00	79,00±0,00	119,33±1,15
<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	30,66±0,57	107,66±1,15	140±0,00 FS
<i>P. eryngii</i> (T)	29,66±0,57	93,33±0,57	140±0,00 FS
Pamuk sapı (%10 PK)	Misel Gelişim	Primordium	Hasat / FS
<i>P. eryngii</i> (H)	26,00±1,73	80,66±0,57	122,33±0,57
<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	32,00±0,00	112,66±0,57	140±0,00 FS
<i>P. eryngii</i> (T)	31,00±0,00	124,66±1,15	140±0,00 FS

Saf pamuk sapında, *P. eryngii* (H)'nin misel gelişmesi, ortalama 25,66 günde tamamlanırken, %5 ve %10 PK'da bu sürenin sırasıyla; 27 ve 26 güne uzadığı görülmüştür. *P. eryngii* (T)'de misel gelişim süresi, saf pamuk sapı ve %5 PK'da 29,66 günde gerçekleşirken, %10 PK'da ise 31 güne uzamıştır. *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de ise saf pamuk sapı ile %5 PK ve %10 PK'da misel gelişim süresi sırasıyla; 30 gün, 30.66 gün ve 31 gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7; Tablo 4.3). *P. eryngii* (H)'nin hasat evresine geçiş süreleri; saf pamuk sapında 110 gün, %5 PK'da 119,33 gün ve %10 PK'da ise 122.33 gün olarak bulunmuştur. *P. eryngii* (T)'nin primordium oluşum süresi, saf pamuk sapında ortalama olarak 121.6 gün, %5 PK'da 93,33 gün ve %10 PK'da ise 124,66 gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7; Tablo 4.3).



Şekil 4.7. Pamuk sapında gelişim süreleri üzerine pirinç kepeğinin etkisi.

4.4. Buğday Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının Gelişim Dönemine Bağlı Olarak Fermentasyon Ortamında Redükte Şeker Miktarı ve pH Değişimi Üzerine Etkisi

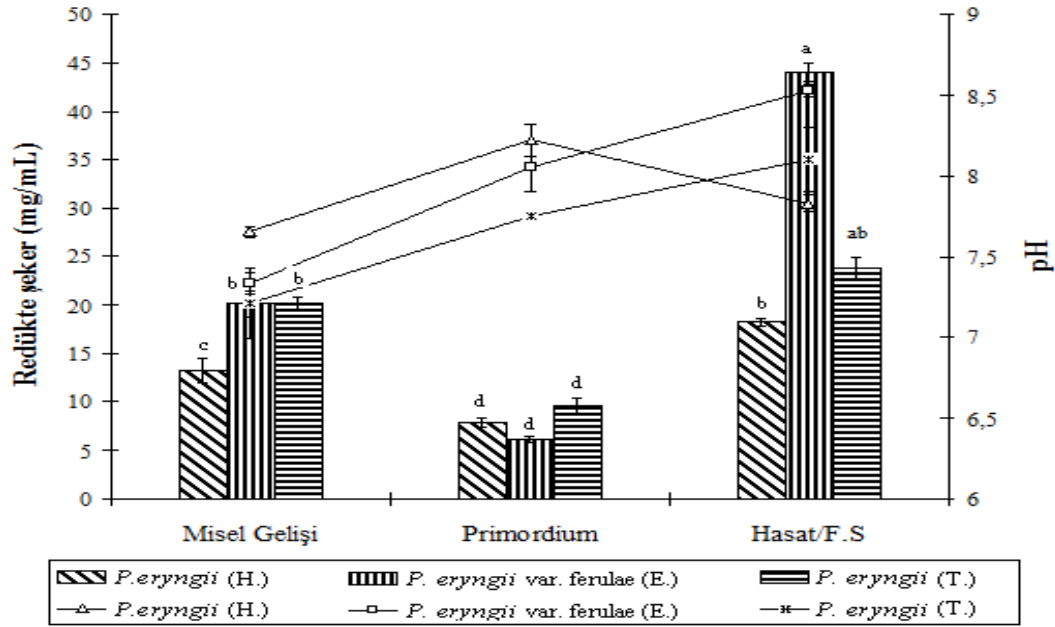
Buğday sapında, gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen redükte şeker değerleri ve pH değişimleri Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ile pH değişimleri ve bu parametrelere piring kepeğinin etkisi *(P<0.05).

Buğday sapı (Saf)	Redükte şeker (mg/mL)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	13,21±1,26 ^c	20,09±1,32 ^b	20,14±0,67 ^b
Primordium	7,90±0,52 ^d	6,14±0,36 ^d	9,57±0,85 ^d
Hasat / FS	18,18±0,37 ^b	43,95±0,93 ^a	23,85±1,13 ^{ab}
pH			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	7,65±0,03 ^e	7,21±0,22 ^f	7,33±0,07 ^f
Primordium	8,22±0,10 ^b	7,75±0,01 ^{de}	8,05±0,15 ^{bcd}
Hasat / FS	7,83±0,05 ^{cde}	8,10±0,20 ^{bc}	8,53±0,04 ^a
Buğday sapı (% 5 PK)	Redükte şeker (mg/mL)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	16,07±1,44 ^c	18,90±0,91 ^{abc}	21,16±1,99 ^{ab}
Primordium	17,03±1,30 ^{bc}	9,03±1,35 ^d	7,62±0,19 ^d
Hasat / FS	17,57±0,72 ^{bc}	22,61±0,96 ^a	19,32±1,29 ^{abc}
pH			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	7,21±0,04 ^f	7,55±0,06 ^{ef}	7,43±0,08 ^{ef}
Primordium	8,02±0,07 ^b	8,00±0,09 ^b	7,71±0,07 ^{cd}
Hasat / FS	7,72±0,07 ^{cd}	8,30±0,02 ^a	7,96±0,02 ^{bc}
Buğday sapı (% 10 PK)	Redükte şeker (mg/mL)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	13,57±3,73 ^{cd}	18,85±0,71 ^b	15,31±0,45 ^c
Primordium	10,60±1,15 ^d	6,58±0,20 ^e	6,69±0,21 ^e
Hasat / FS	23,02±0,74 ^a	24,93±1,02 ^a	25,01±0,96 ^a
pH			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	7,20±0,02 ^d	7,46±0,09 ^{bc}	7,33±0,08 ^{cd}
Primordium	7,62±0,02 ^b	7,46±0,06 ^{bc}	7,61±0,10 ^b
Hasat / FS	7,49±0,04 ^{bc}	8,20±0,01 ^a	8,09±0,01 ^a

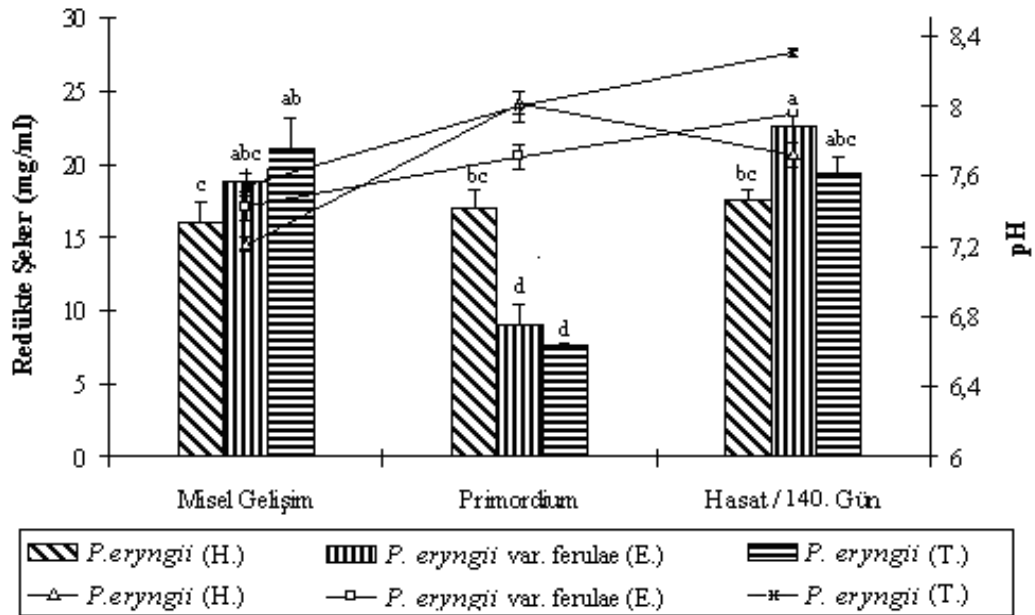
* Ortalamalar üzerindeki harfler farklı olduğunda değerlerin istatistiksel olarak birbirinden farklı (P<0.05), aynı olduğunda ise değerlerin birbirine benzer (P>0.05) olduğunu göstermektedir.

Saf buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak tespit edilen redükte şeker miktarlarının, misel gelişim ve primordium oluşum döneminde her üç suşda da ekim öncesi miktara ($25,92 \pm 1,28$ mg/mL) göre azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.8; Tablo 4.4). Primordium döneminde tespit edilen değerlerin; her üç suşda da istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P > 0,05$), misel gelişim döneminde ise primordium dönemine göre redükte şeker miktarındaki farkın, istatistiksel olarak önemli ($P < 0,05$) olduğu görülmüştür. *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de fermentasyonun 140. gününde, primordium oluşum dönemine göre redükte şeker miktarında bir artışın (sırasıyla; 43,95 ve 23,85 mg/mL) meydana geldiği gözlenmiştir. Saf buğday sapında pH değişimi, ekim öncesi pH değerlerine (6,22) göre; her üç suşda da fermentasyon süresi uzadıkça artış şeklinde gözlenmiştir (Şekil 4.8; Tablo 4.4).



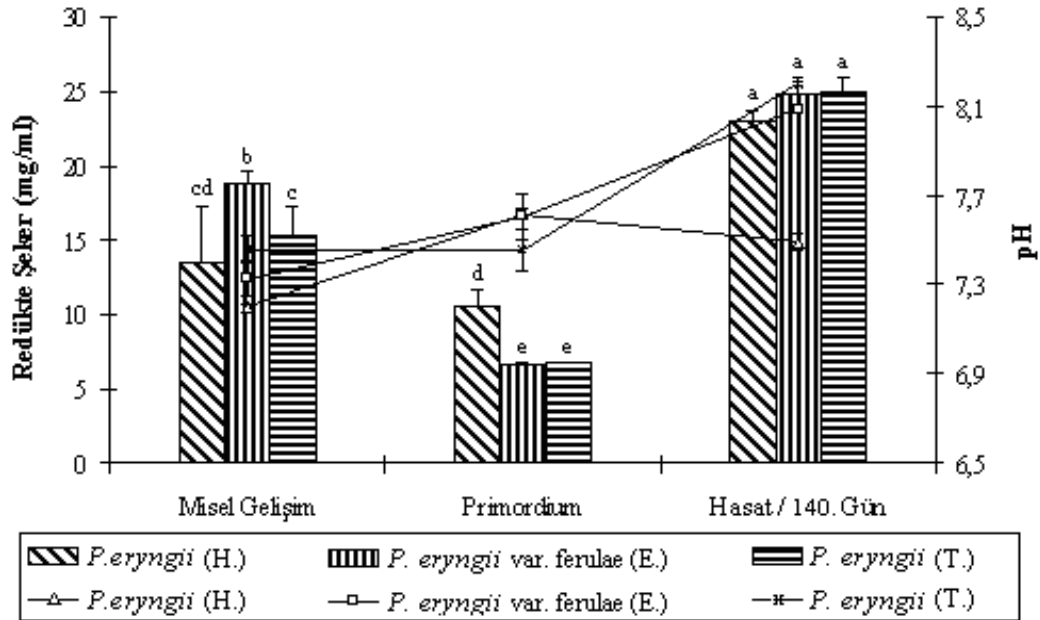
Şekil 4.8. Saf buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri (Çizgiler: pH değişimini, Sütunlar: redükte şeker miktarını göstermektedir).

Buğday sapı + %5 PK'da gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen redükte şeker miktarlarındaki değişimler, Şekil 4.9; Tablo 4.4'de verilmiştir. Her üç suşda da ekim öncesi miktara (172,87 mg/mL) göre misel gelişim döneminde bir azalma tespit edilmiştir. Primordium safhasında misel gelişim dönemine göre, *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de redükte şeker miktarında bir azalma belirlenmiştir. *P. eryngii* (H)'de ise, hem primordium hem de hasat dönemine ait değerlerde belirgin bir değişim olmadığı saptanmıştır. *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de fermentasyonun 140. gününde primordium oluşum dönemine göre, redükte şeker miktarında belirgin bir artış (sırasıyla; 22,61 ve 19,32 mg/mL) kaydedilmiştir. 140. günde belirlenen bu artışın, primordium dönemine göre istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu görülmüştür. Buğday sapı + %5 PK'da pH değişimleri, ekim öncesi pH değerlerine (5,83) göre; her üç suşda da fermentasyon süresi uzadıkça artış şeklinde gözlenmiştir (Şekil 4.9; Tablo 4.4).



Şekil 4.9. Buğday sapı + %5 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri (Çizgiler: pH değişimini, Sütunlar: redükte şeker miktarını göstermektedir).

Buğday sapı + %10 PK'da gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen redükte şeker miktarlarının, misel gelişim ve primordium oluşum dönemlerinde her üç suşda da ekim öncesi miktara ($203,35 \pm 2,31$ mg/mL) göre azaldığı saptanmıştır (Şekil 4.10; Tablo 4.4). *P. eryngii* (H) için hasat döneminde, *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile *P. eryngii* (T) için ise 140. günde elde edilen redükte şeker miktarlarının (sırasıyla; 23,02, 24,93 ve 25,01 mg/mL), primordium oluşum dönemindeki değerlere göre yüksek olduğu görülmüştür. Buğday sapı + %10 PK'da, hazırlanan fermentasyon ortamının ekim öncesi pH değeri $5,98 \pm 0,04$ olarak saptanırken, genel olarak her üç suşda da fermentasyon süresi ilerledikçe bu değerlerde artış kaydedilmiştir. En yüksek pH değeri 8,20 olarak *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de fermentasyonun 140. gününde gözlenmiştir (Şekil 4.10; Tablo 4.4).



Şekil 4.10. Buğday sapı + %10 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri (Çizgiler: pH değişimini, Sütunlar: redükte şeker miktarını göstermektedir).

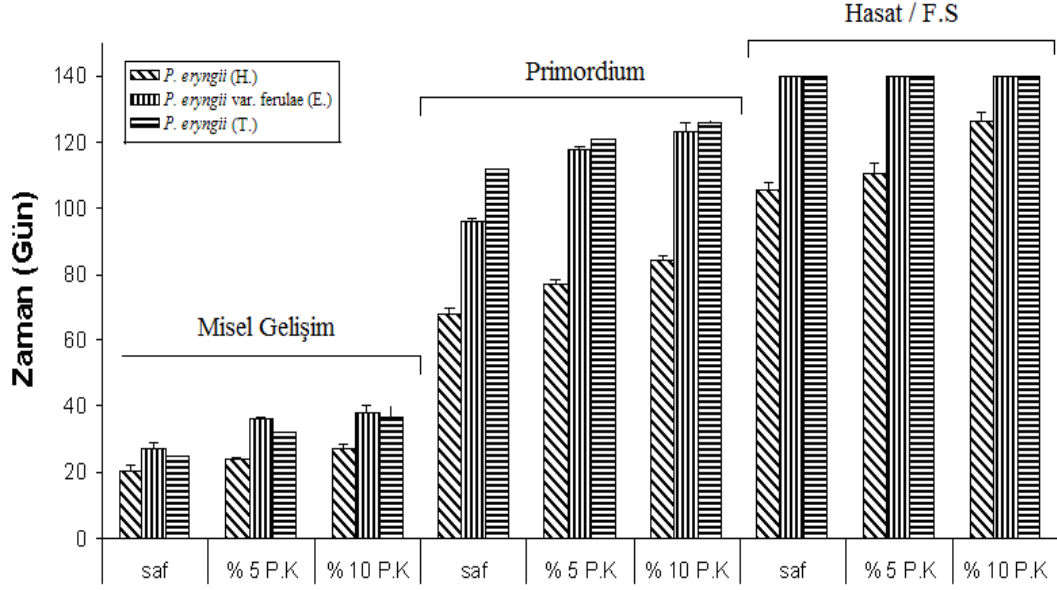
4.5. Buğday Sapında Gelişim Süreleri ve Bu Gelişim Sürelerine PK'nin Etkisi

Buğday sapında gelişim süreleri ve bu gelişim sürelerine pirinç kepeğinin etkisi Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Buğday sapında gelişim süreleri üzerine pirinç kepeğinin etkisi.

Buğday sapı (Kontrol)	Gelişim Süreleri (Gün)		
	Misel Gelişim $\bar{X} \pm SH$	Primordium $\bar{X} \pm SH$	Hasat / FS $\bar{X} \pm SH$
<i>P. eryngii</i> (H)	20,36±1,55	67,63±2,14	105,34±2,1
<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	27,00±2,33	96,21±0,32	140±0,00
<i>P. eryngii</i> (T)	24,63±0,36	111,62±0,53	140±0,00
Buğday sapı (%5 PK)	Misel Gelişim	Primordium	Hasat / FS
<i>P. eryngii</i> (H)	24,00±0,47	77,00±1,22	110,24±3,6
<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	36,44±0,24	117,42±1,19	140±0,00 FS
<i>P. eryngii</i> (T)	32,23±0,37	120,87±0,36	140±0,00 FS
Buğday sapı (%10 PK)	Misel Gelişim	Primordium	Hasat / FS
<i>P. eryngii</i> (H)	27,00±1,45	84,27±1,16	126,17±2,8
<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	38,00±2,14	123,36±2,13	140±0,00 FS
<i>P. eryngii</i> (T)	37,00±3,16	125,44±1,32	140±0,00 FS

Saf buğday sapında, *P. eryngii* (H) ortalama 20,36 günde misel gelişimini tamamlarken %5 ve %10 PK'da bu sürenin sırasıyla; 24 ve 27 güne uzadığı görülmüştür. *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de ise saf buğday sapı, %5 ve %10 PK'da misel gelişim süreleri sırasıyla; 27, 36,44 ve 38 günde gerçekleşmiştir. *P. eryngii* (T)'de ise saf buğday sapı, %5 PK ve %10 PK ortamlarında misel gelişim süreleri sırasıyla; 24,63, 32,23 ve 37 gün olarak tespit edilmiştir. *P. eryngii* (H)'de hasat evresine geçişin; saf buğday sapı ortamında ortalama 105,34 günde gerçekleştiği, bu sürenin %5 PK ortamında 110,24 güne ve %10 PK ortamında ise 126,17 güne uzadığı görülmüştür. Saf buğday sapında *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'nin primordium oluşum evresinin ortalama 96,21 günde gerçekleştiği, bu sürenin %5 PK'da 117,42 güne ve %10 PK'da ise 123,36 güne uzadığı saptanmıştır (Şekil 4.11; Tablo 4.5).



Şekil 4.11. Buğday sapında gelişim süreleri ve bu süreler üzerine piriç kepeğinin etkisi.

4.6. Soya Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının 15., 30. ve 40. Günlerde Fermentasyon Ortamında Redükte Şeker Miktarı ve pH Değişimi Üzerine Etkisi

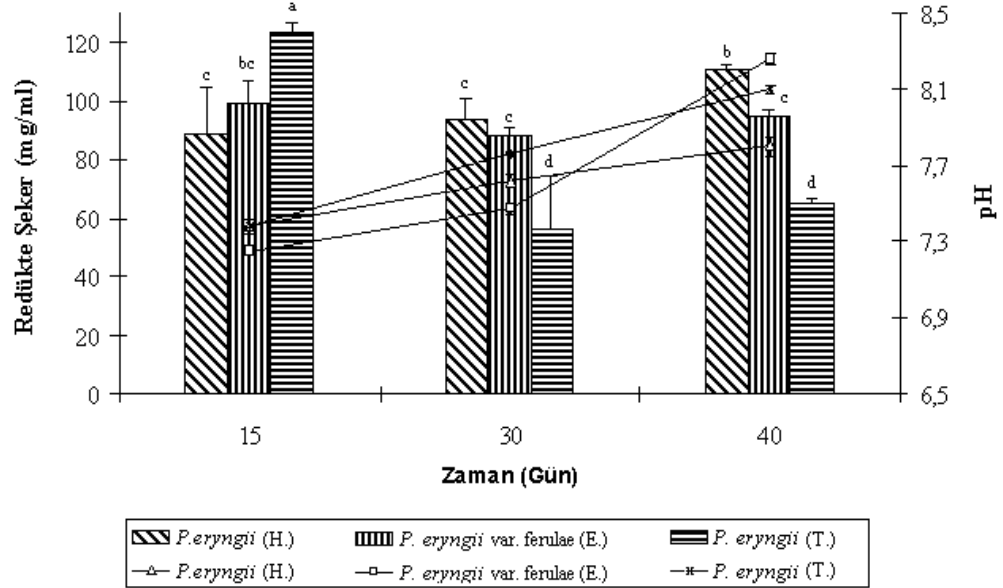
Soya sapında, fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekleşen redükte şeker değerleri ve pH değişimleri Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerindeki redükte şeker miktarları, pH değişimleri ve bu parametrelere pirinç kepeğinin etkisi *(P<0.05).

Soya sapı (Saf)		Redükte şeker (mg/mL)		
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	
15	88,99±15,31 ^c	99,26±7,68 ^{bc}	123,53±2,95 ^a	
30	93,68±7,42 ^c	88,45±2,47 ^c	56,15±18,14 ^d	
40	110,98±1,32 ^b	94,55±2,15 ^c	64,91±1,89 ^d	
pH				
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	
15	7,38±0,04 ^{ef}	7,25±0,01 ^f	7,38±0,008 ^{ef}	
30	7,62±0,03 ^d	7,47±0,03 ^e	7,76±0,004 ^c	
40	7,80±0,05 ^c	8,26±0,03 ^a	8,10±0,02 ^b	
Soya sapı (% 5 PK)		Redükte şeker (mg/mL)		
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
15	138,70±7,42 ^a	87,60±8,75 ^{dc}	94,13±0,98 ^c	
30	82,37±0,58 ^{ef}	108,21±1,66 ^b	94,13±0,67 ^c	
40	69,81±0,38 ^e	91,83±0,92 ^{cd}	79,47±1,30 ^f	
pH				
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
15	7,22±0,04 ^d	7,35±0,11 ^d	7,41±0,02 ^d	
30	7,66±0,12 ^c	7,71±0,07 ^c	7,96±0,09 ^b	
40	7,73±0,05 ^c	7,99±0,02 ^b	8,27±0,01 ^a	
Soya sapı (% 10 PK)		Redükte şeker (mg/mL)		
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
15	111,87±24,41 ^c	123,48±1,96 ^b	63,02±2,71 ^f	
30	104,68±2,44 ^c	87,61±0,90 ^d	136,28±2,34 ^a	
40	76,80±1,71 ^c	72,93±1,76 ^e	87,29±1,83 ^d	
pH				
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
15	7,15±0,02 ^d	7,24±0,04 ^d	7,30±0,01 ^d	
30	7,55±0,03 ^c	7,58±0,10 ^c	7,56±0,02 ^c	
40	7,91±0,05 ^b	8,15±0,01 ^a	8,17±0,01 ^a	

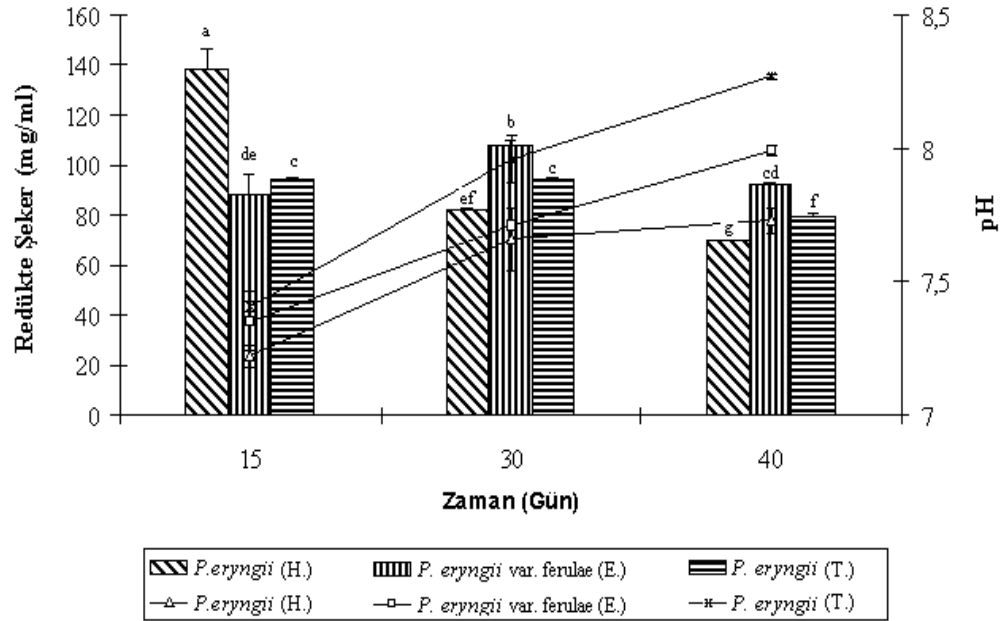
* Ortalamalar üzerindeki harfler farklı olduğunda değerlerin istatistiksel olarak birbirinden farklı (P<0.05), aynı olduğunda ise değerlerin birbirine benzer (P>0.05) olduğunu göstermektedir.

Saf soya sapında, 15. günde her üç suşun fermentasyon ortamında da redükte şeker miktarının ekim öncesi miktara ($142,24 \pm 4,21$ mg/mL) göre azaldığı tespit edilmiştir. 30. günde ise 15. güne göre *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de azalma (sırasıyla; 88,45, 56,15 mg/mL) görülürken, *P. eryngii* (H)'de ise (93,68 mg/mL) bir artış saptanmıştır (Şekil 4.12; Tablo 4.6). *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de fermentasyonun 40. gününde; 15. ve 30. günlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir değişim saptanmamıştır ($P > 0,05$). Bununla birlikte, *P. eryngii* (H)'de fermentasyonun 30. ve 40. günleri arasında kaydedilen (sırasıyla; 93,68, 110,98 mg/mL) redükte şeker miktar artışının istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) olduğu görülmüştür. Saf soya sapında, hazırlanan fermentasyon ortamının ekim öncesi pH değeri $6,25 \pm 0,04$ olarak saptanırken, her üç suşda da fermentasyon süresi uzadıkça pH'nın arttığı görülmüştür. En yüksek pH değeri 8,26 olarak *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de fermentasyonun 40. gününde kaydedilmiştir (Şekil 4.12; Tablo 4.6).



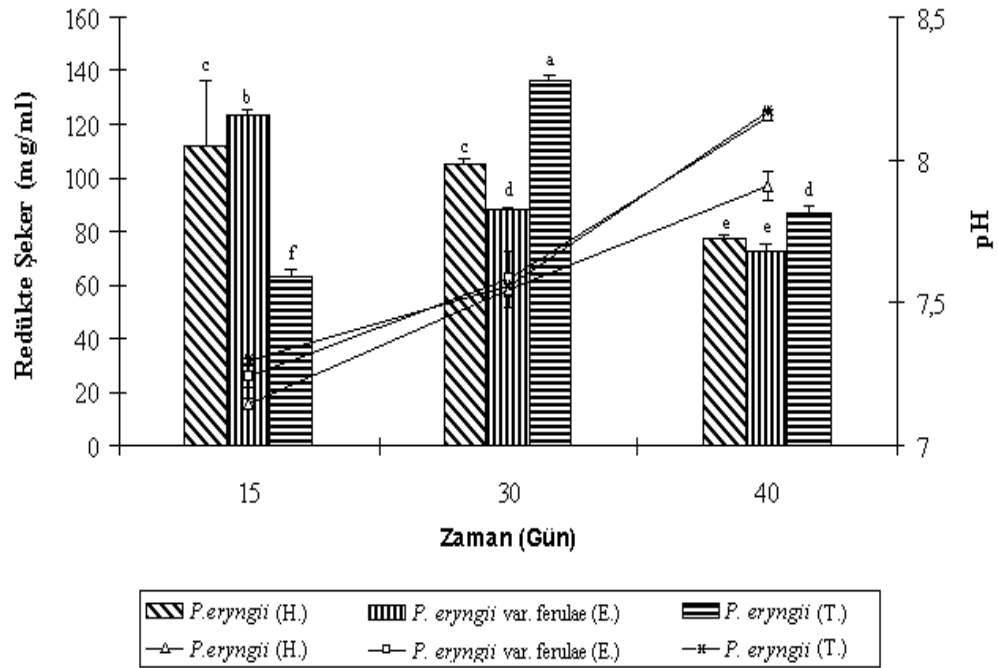
Şekil 4.12. Saf soya sapında 15., 30. ve 40. günlerde fermentasyon ortamının redükte şeker miktarları ve pH değişimleri (Çizgiler: pH değişimini, Sütunlar: redükte şeker miktarını göstermektedir).

Soya sapı + %5 PK'da, 15. günde her üç suşda da redükte şeker miktarlarında ekim öncesi değere ($145,29 \pm 3,41$ mg/mL) göre bir azalma tespit edilmiştir. *P. eryngii* (T)'de 30. günde 15. güne göre redükte şeker miktarında herhangi bir değişimin olmadığı, *P. eryngii* (H)'de azaldığı ve *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de ise arttığı belirlenmiştir. Her üç suş da da fermentasyonun 40. gününde, hem 15. hem de 30. gündeki değerlere göre redükte şeker miktarında bir azalış kaydedilmiştir (Şekil 4.13; Tablo 4.6). Elde edilen bu azalışların istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) olduğu saptanmıştır. Soya sapı + %5 PK'da ekim öncesi pH değeri $6,30 \pm 0,03$ olarak saptanırken, her üç suşda da fermentasyon süresi uzadıkça ortamının pH değerinde artış kaydedilmiştir. En yüksek pH değeri 8,27 olarak *P. eryngii* (T)'de fermentasyonun 40. günde saptanmıştır (Şekil 4.13; Tablo 4.6).



Şekil 4.13. Soya sapı + %5 piriç kepeğinde 15., 30. ve 40. günlerde fermentasyon ortamının redükte şeker miktarları ve pH değişimleri (Çizgiler: pH değişimini, Sütunlar: redükte şeker miktarını göstermektedir).

Soya sapı + %10 PK'da her üç suşda da fermentasyonun 15. gününde elde edilen redükte şeker miktarlarının ekim öncesi miktara ($158,60 \pm 1,28$ mg/mL) göre belirgin bir şekilde azaldığı saptanmıştır. 30. günde ise 15. günü göre *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de azalma görülürken, *P. eryngii* (H)'de ($16,96$ mg/mL) istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) bir artış saptanmıştır. *P. eryngii* (H) ve *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de fermentasyonun 40. günündeki şeker miktarlarının, 15. ve 30. gündeki miktarlara göre azaldığı (sırasıyla; $76,80$, $72,93$ mg/mL) tespit edilmiştir. Soya sapı + %10 PK'da fermentasyon ortamının ekim öncesi pH değeri $6,23 \pm 0,04$ olarak saptanırken, her üç suşda da fermentasyon süresi uzadıkça ortamının pH değerinde artış kaydedilmiştir. En yüksek pH değeri $8,17$ olarak *P. eryngii* (T)'de fermentasyonun 40. günde belirlenmiştir (Şekil 4.14; Tablo 4.6).



Şekil 4.14. Soya sapı + %10 pirinç kepeğinde 15., 30. ve 40. günlerde fermentasyon ortamının redükte şeker miktarları ve pH değişimleri (Çizgiler: pH değişimini, Sütunlar: redükte şeker miktarını göstermektedir).

4.7. Pamuk Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının Gelişim Dönemine Bağlı Olarak Gerçekleşen Toplam Lignin Giderim Oranları ve Lakkaz Enzim Aktivite Değişimleri Üzerine Etkisi

Pamuk sapında gelişim dönemlerinde gerçekleşen toplam lignin giderimleri ve lakkaz aktivite değişimleri Tablo 4.7'de verilmiştir.

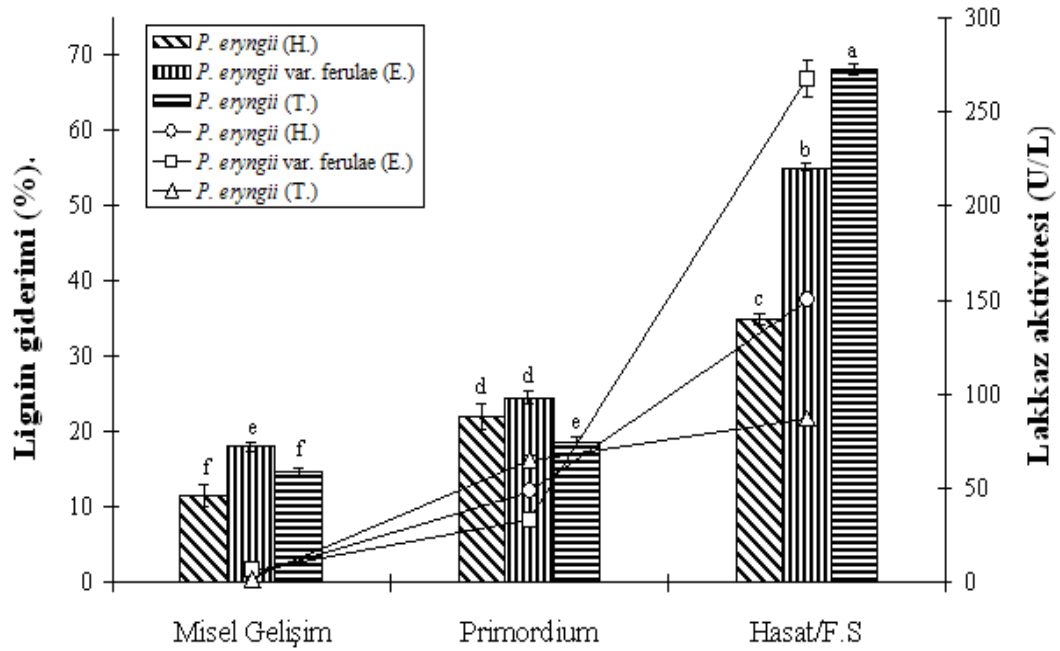
Tablo 4.7. Pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları, lakkaz enzim aktivite değişimleri ve bu parametrelere pirinç kepeğinin etkisi *(P<0.05).

Pamuk sapı (Saf)	Lignin giderimi (%)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	11,46±1,49 ^f	18,01±0,55 ^e	14,59±0,44 ^f
Primordium	21,91±1,80 ^d	24,53±0,83 ^d	18,57±0,79 ^e
Hasat / FS	34,86±0,73 ^c	55,11±0,61 ^b	68,11±0,63 ^a
Lakkaz aktivitesi (U/L)			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	3,76±0,62 ^f	5,97±0,27 ^f	2,11±0,21 ^f
Primordium	47,81±0,97 ^{de}	32,89±1,10 ^e	64,93±2,35 ^d
Hasat / FS	149,49±1,37 ^b	267,66±9,98 ^a	86,55±2,31 ^c
Pamuk sapı (% 5 PK)			
Lignin giderimi (%)			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
Misel Gelişim	7,83±0,74 ^g	15,04±1,45 ^{ef}	12,34±0,28 ^f
Primordium	17,35±1,07 ^e	22,04±0,56 ^d	17,40±0,37 ^e
Hasat / FS	31,66±1,05 ^c	56,40±0,30 ^b	69,68±1,05 ^a
Lakkaz aktivitesi (U/L)			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
Misel Gelişim	11,84±2,43 ^e	3,78±0,65 ^e	0,57±0,09 ^e
Primordium	66,99±0,44 ^c	50,59±0,25 ^d	55,89±1,29 ^{cd}
Hasat / FS	205,83±4,25 ^a	146,91±6,82 ^b	42,49±1,61 ^d
Pamuk sapı (% 10 PK)			
Lignin giderimi (%)			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
Misel Gelişim	10,74±4,08 ^f	17,08±0,69 ^e	11,50±0,31 ^f
Primordium	20,41±0,35 ^e	25,41±0,78 ^d	30,83±0,72 ^c
Hasat / FS	32,00±0,54 ^c	55,41±0,98 ^b	64,50±1,50 ^a
Lakkaz aktivitesi (U/L)			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
Misel Gelişim	5,01±1,85 ^c	6,56±1,24 ^e	4,36±0,60 ^e
Primordium	53,55±2,57 ^d	68,82±1,64 ^d	70,00±4,72 ^d
Hasat / FS	139,54±15,03 ^c	229,40±2,02 ^a	191,91±1,86 ^b

* Ortalamalar üzerindeki harfler farklı olduğunda değerlerin istatistiksel olarak birbirinden farklı (P<0.05), aynı olduğunda ise değerlerin birbirine benzer (P>0.05) olduğunu göstermektedir.

Saf pamuk sapı içeren kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı $28,66 \pm 0,94$ olarak tespit edilmiştir. Her üç suşta da fermentasyon süresi uzadıkça lignin giderim yüzdesi istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) bir şekilde artmıştır. *P. eryngii* (H)'de; misel gelişim evresinden primordium ve hasat evrelerine doğru ilerledikçe gerçekleşen toplam lignin giderim yüzdeleri sırasıyla; %11,46, 21,91 ve 34,86 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.15; Tablo 4.7). Misel gelişim döneminde *P. eryngii* (H) ve *P. eryngii* (T)'de gerçekleşen lignin giderim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Bununla birlikte, hasat/FS döneminde lignin giderim değerleri bakımından suşlar arasında istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) farkların ortaya çıktığı saptanmıştır. Saf pamuk sapında, en yüksek lignin gideriminin *P. eryngii* (T)'de %68,11 oranında gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.15; Tablo 4.7).

Saf pamuk sapında, lakkaz aktivitesinin tüm suşlarda misel gelişim döneminden hasat/FS dönemine doğru gidildikçe arttığı belirlenmiştir. Misel gelişim dönemlerine ait aktivitelerde her üç suş arasında da istatistiksel olarak anlamlı farkların ortaya çıkmadığı görülmüştür ($P > 0.05$). Primordium ve hasat/FS dönemlerine ait aktivitelerde ise her üç suş arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklar elde edilmiştir ($P < 0.05$). Fermentasyon ortamlarından elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi (267,66 U/L) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 140. günde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (2,11 U/L) *P. eryngii* (T)'de misel gelişim döneminde belirlenmiştir (Şekil 4.15; Tablo 4.7).

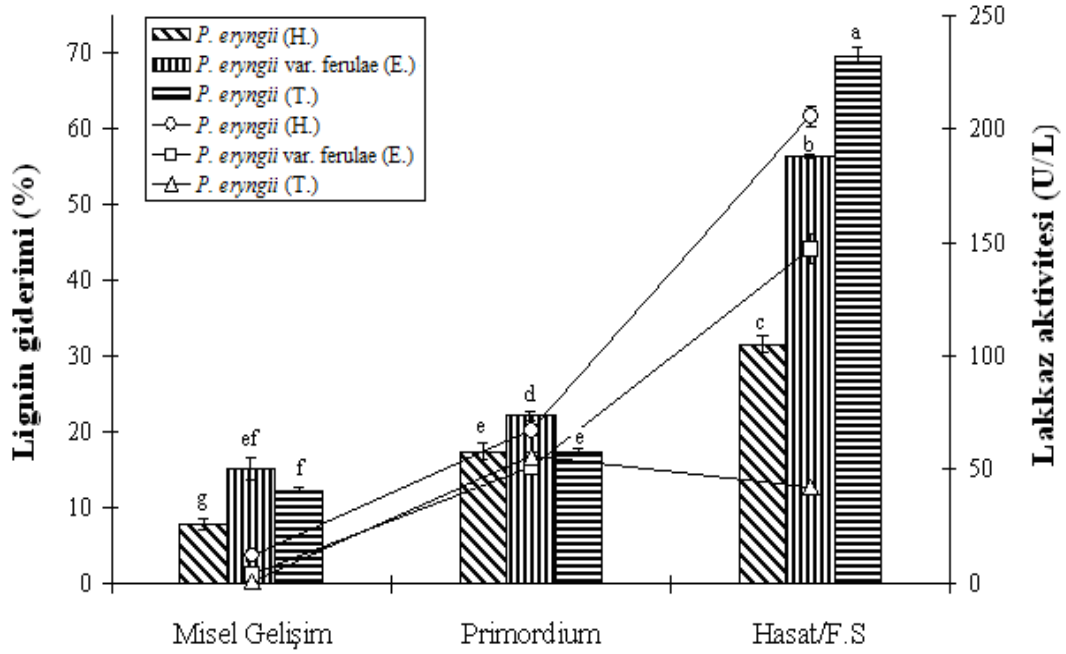


Şekil 4.15. Saf pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri (Çizgiler: lakkaz aktivitesini, Sütunlar: lignin giderimini göstermektedir).

Pamuk sapı + %5 PK kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı $29,33 \pm 0,94$ olarak tespit edilmiştir. Her üç suşta da fermentasyon süresi uzadıkça lignin giderim yüzdesi istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) bir şekilde artmıştır. *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de; misel gelişim, primordium oluşum ve 140. günde gerçekleşen toplam lignin giderim yüzdeleri sırasıyla; %15,04, 22,04 ve 56,40 olarak saptanmıştır (Şekil 4.16; Tablo 4.7). *P. eryngii* (H) ve *P. eryngii* (T)'nin primordium döneminde gerçekleştirdikleri lignin giderim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0,05$). Bununla birlikte hasat/FS döneminde her üç suş arasında da lignin yıkım oranlarınınca istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) farkların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Pamuk sapı + %5 PK ortamında oluşan en yüksek lignin giderim oranı (%69,68) *P. eryngii* (T) ile elde edilmiştir (Şekil 4.16; Tablo 4.7).

Pamuk sapı + %5 PK'da, gelişim dönemlerine bağlı olarak oluşan lakkaz aktivitesinin *P. eryngii* (T) hariç diğer suşlar için misel gelişim döneminden hasat/FS dönemine doğru ilerledikçe arttığı belirlenmiştir. *P. eryngii* (T)'de ise primordium döneminde artarken, 140. günde ise istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) bir şekilde azaldığı belirlenmiştir. Her üç suş kendi aralarında kıyaslandığında, primordium ve

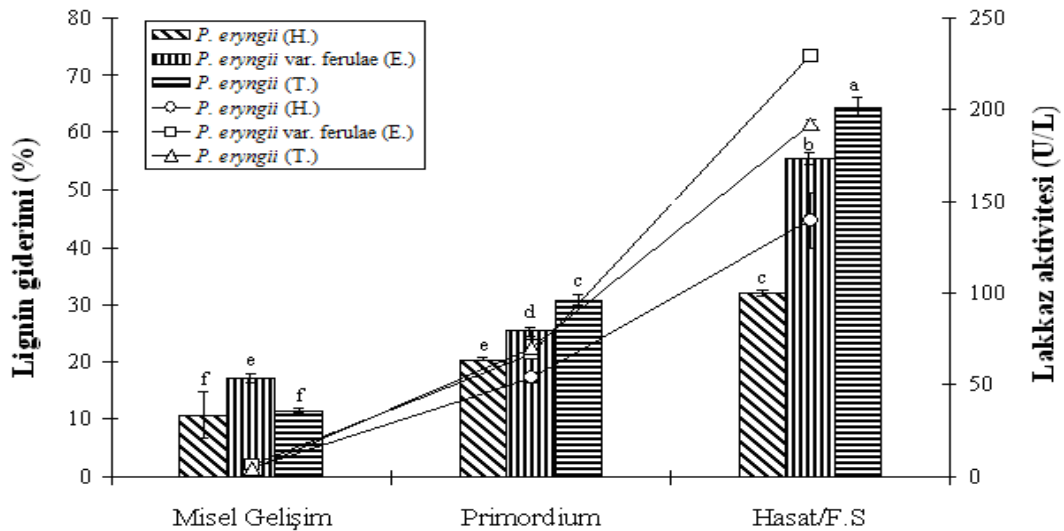
hasat/FS dönemlerine ait aktivitelere istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) farkların ortaya çıktığı görülmüştür. Fermentasyon ortamlarından elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesinin (205,83 U/L) *P. eryngii* (H)'nin hasat döneminde, en düşük lakkaz aktivitesinin ise (0,57 U/L) *P. eryngii* (T) nin misel gelişim döneminde gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.16; Tablo 4.7).



Şekil 4.16. Pamuk sapı + %5 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri (Çizgiler: lakkaz aktivitesini, Sütunlar: lignin giderimini göstermektedir).

Pamuk sapı + %10 PK kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı %32,00±2,00 olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon başlatıldıktan sonra, her üç suşta da fermentasyon süresi uzadıkça lignin giderim yüzdelerinin istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) bir şekilde arttığı saptanmıştır. *P. eryngii* (T)'de; misel gelişim, primordium ve 140. güne ait toplam lignin giderim oranları sırasıyla; %11,50, 30,83 ve 64,50 olarak tespit edilmiştir. Hem primordium hem de hasat/FS dönemlerinde, her üç suşdan elde edilen farklı lignin giderim değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) olduğu görülmüştür. Pamuk sapı + %10 PK'da oluşan en yüksek lignin giderim oranı (%64,50) *P. eryngii* (T)'de elde edilmiştir (Şekil 4.17; Tablo 4.7).

Pamuk sapı + %10 PK'da her üç suşta da fermentasyon süresi ilerledikçe lakkaz aktivitesinin arttığı görülmüştür. Örneğin *P. eryngii* (H)'de; misel gelişim, primordium ve hasat dönemlerinde elde edilen lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 5,01, 53,55 ve 139,54 U/L olarak belirlenmiştir. Aynı suşun farklı dönemlerdeki aktivite değerleri ile aynı dönem içinde farklı suşlara ait aktivite değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) farkların ortaya çıktığı saptanmıştır. Elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi (229,40 U/L) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 140. günde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (4,36 U/L) *P. eryngii* (T)'de misel gelişim döneminde elde edilmiştir (Şekil 4.17; Tablo 4.7).



Şekil 4.17. Pamuk sapı + %10 piriç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri (Çizgiler: lakkaz aktivitesini, Sütunlar: lignin giderimini göstermektedir).

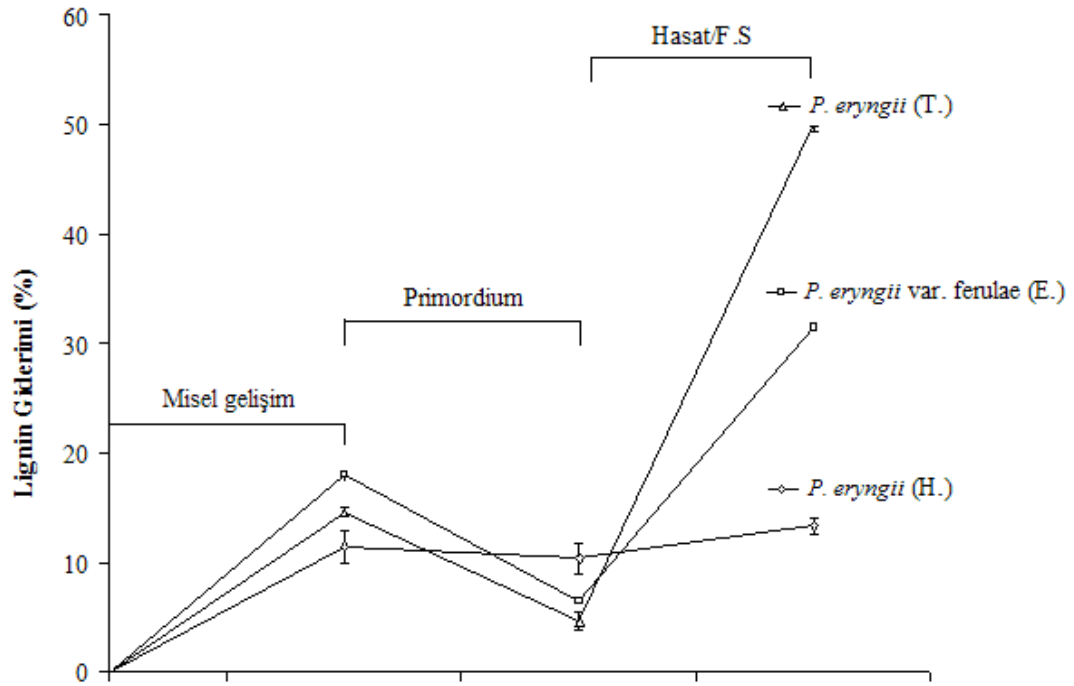
4.7.1. Saf Pamuk Sapında Herbir Gelişim Döneminde Gerçekleşen Lignin Giderim Oranları

Saf pamuk sapında *P. eryngii* (H)'de; misel gelişim, primordium ve hasat dönemlerinde lignin giderim oranları sırasıyla; %11,46, 10,36 ve 13,34 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.18; Tablo 4.8). *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de; misel gelişim, primordium ve 140. günde sırasıyla; %18,01, 6,38 ve 31,46 olarak gerçekleşirken, *P. eryngii* (T)'de ise sırasıyla; %14,59, 4,62 ve 50,24 şeklinde gerçekleştiği saptanmıştır (Şekil 4.18; Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Saf pamuk sapında herbir gelişim döneminde gerçekleşen lignin giderim oranları.

Pamuk sapı (Saf)	Lignin giderimi (%)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
FB-MG	11,46±1,49	18,01±0,55	14,59±0,44
MG-Prim.	10,36±1,43	6,38±0,23	4,62±0,78
Prim-Hasat/FS	13,34±0,75	31,46±0,46 (FS)	50,24±0,82 (FS)

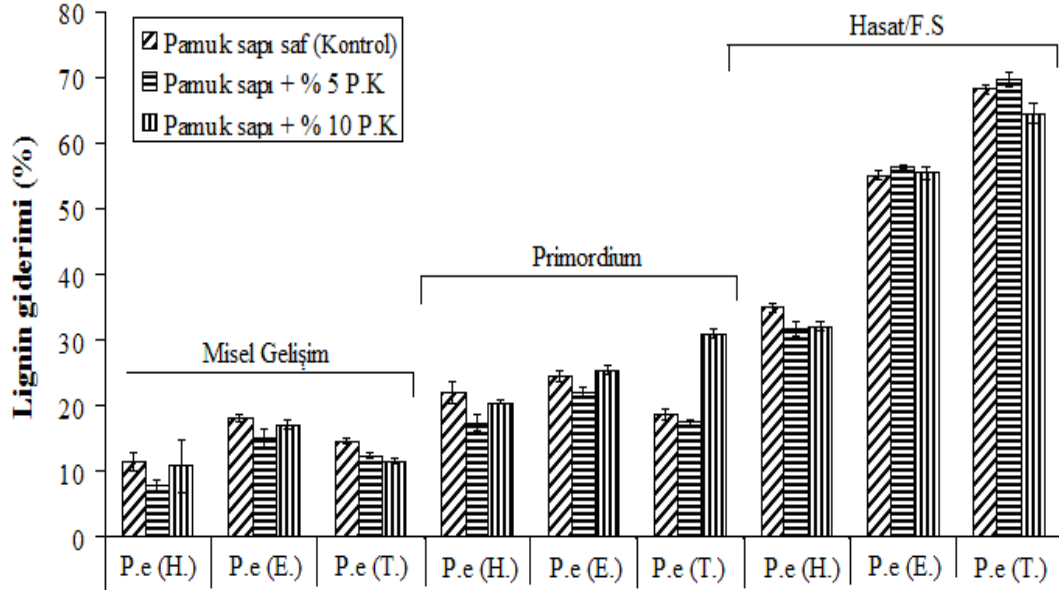
FB: Fermentasyon başlangıcı, MG: Misel gelişim, Prim: Primordium, FS: Fermentasyonsonu (140.gün).



Şekil 4.18. Saf pamuk sapında herbir gelişim döneminde gerçekleşen lignin giderim miktarları.

4.7.2. Pamuk Sapında Gelişim Dönemlerine Bağlı Olarak PK'nin Toplam Lignin Giderimine Etkisi

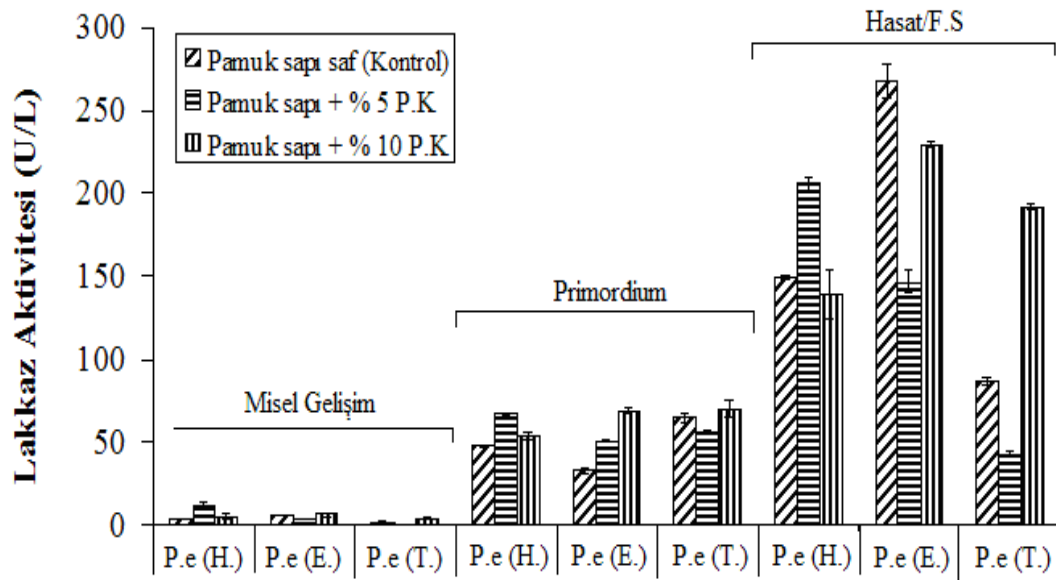
Saf pamuk sapı kontrol ortamında, *P. eryngii* (T)'de 140. günde %68,11'lik bir lignin giderimi meydana gelirken, bu değer %5 PK'da %69,68'e arttığı ve %10 PK'da ise %64,50'e düştüğü tespit edilmiştir. *P. eryngii* (H)'nin; saf, %5 ve %10 PK'da misel gelişim dönemlerine ait lignin giderim oranları sırasıyla; %11,46, 7,83 ve 5,01 olarak tespit edilmiştir. *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de ise; saf, %5 ve %10 PK'da misel gelişim dönemlerine ait lignin giderim değerleri sırasıyla; %18,01, 15,04 ve 17,08 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.19; Tablo 4.7).



Şekil 4.19. Pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak pirinç kepeğinin toplam lignin giderimi üzerine etkisi (P.e (H): *P. eryngii* (H), P.e (E): *P. eryngii* var. *ferulae* (E), P.e (T): *P. eryngii* (T)).

4.7.3. Pamuk Sapında Gelişim Dönemlerine Bağlı Olarak PK'nin Lakkaz Aktivitesine Etkisi

Saf pamuk sapı kontrol ortamında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'nin misel gelişim dönemindeki lakkaz aktivitesi 5,97 U/L olarak belirlenirken, aktivitenin %5 PK'da 3,78 U/L'e düştüğü ve %10 PK'da ise tekrar 6,56 U/L'e yükseldiği tespit edilmiştir. *P. eryngii* (H)'de; saf, %5 ve %10 PK'da primordium dönemindeki lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 47,81, 66,99 ve 53,55 U/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.20; Tablo 4.7). Pamuk sapı ortamında lignin gideriminde en etkin olduğu tespit edilen *P. eryngii* (T)'de; saf, %5 ve %10 PK'da 140. günde gerçekleşen lakkaz aktiviteleri ise sırasıyla; 86,55, 42,49 ve 191,91 U/L olarak belirlenmiştir (Şekil 4.20; Tablo 4.7).



Şekil 4.20. Pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak pirinç kepeğinin lakkaz aktivitesi üzerine etkisi (P.e (H): *P. eryngii* (H), P.e (E): *P. eryngii* var. *ferulae* (E), P.e (T): *P. eryngii* (T)).

4.8. Buğday Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının Gelişim Dönemine Bağlı Olarak Gerçekleşen Toplam Lignin Giderim Oranları ve Lakkaz Enzim Aktivite Değişimleri Üzerine Etkisi

Buğday sapında gelişim dönemlerinde gerçekleşen toplam lignin giderimleri ve lakkaz aktivite değişimleri Tablo 4.9'de verilmiştir.

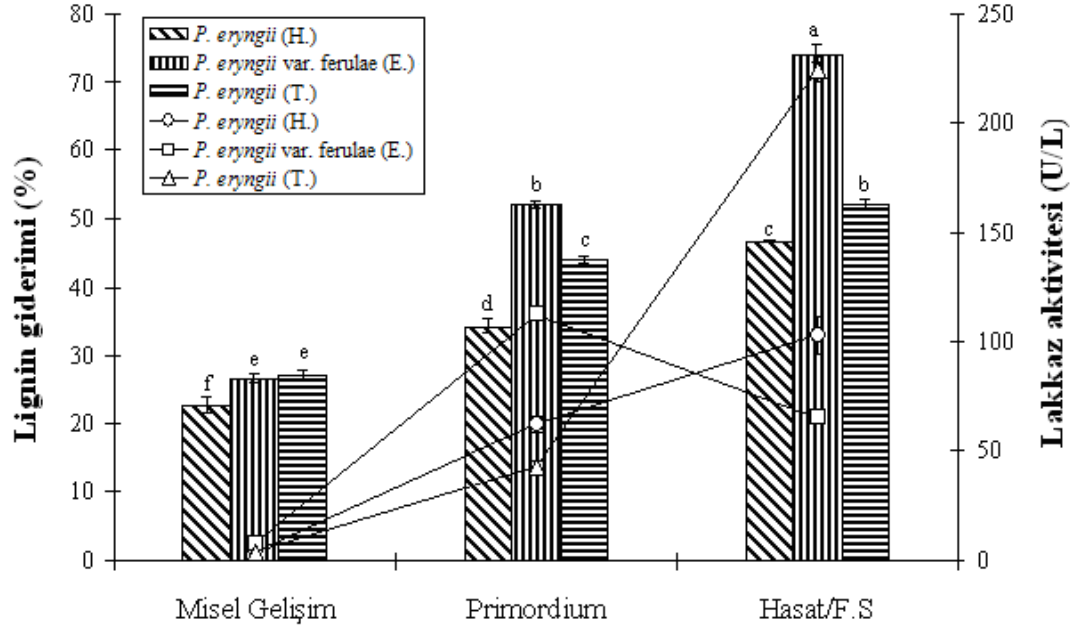
Tablo 4.9. Buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları, lakkaz enzim aktivite değişimleri ve bu parametrelere pirinç kepeğinin etkisi *(P<0.05).

Buğday sapı (Saf)	Lignin giderimi (%)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	22,71±1,16 ^f	26,56±0,62 ^c	27,16±0,77 ^e
Primordium	34,19±1,01 ^d	52,07±0,39 ^b	44,04±0,44 ^c
Hasat / FS	46,63±0,18 ^c	74,11±1,21 ^a	52,00±0,72 ^b
Lakkaz aktivitesi (U/L)			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	4,01±1,15 ^e	8,11±0,42 ^c	3,43±0,81 ^e
Primordium	62,36±3,53 ^{cd}	112,22±0,48 ^b	42,65±2,14 ^d
Hasat / FS	103,19±8,77 ^b	65,52±3,50 ^c	224,29±5,52 ^a
Buğday sapı (% 5 PK)	Lignin giderimi (%)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	20,71±1,43 ^g	22,21±0,77 ^{fg}	25,48±0,78 ^f
Primordium	31,54±0,60 ^e	33,05±0,20 ^e	40,58±0,43 ^d
Hasat / FS	46,02±1,07 ^c	72,95±1,19 ^a	64,50±1,24 ^b
Lakkaz aktivitesi (U/L)			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	11,22±3,95 ^e	5,16±0,80 ^e	4,85±0,44 ^e
Primordium	83,40±4,26 ^d	85,69±1,03 ^d	683,76±11,04 ^a
Hasat / FS	125,65±2,55 ^c	81,01±2,01 ^d	149,49±3,22 ^b
Buğday sapı (% 10 PK)	Lignin giderimi (%)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	16,89±2,40 ^d	14,88±0,99 ^d	20,17±0,55 ^d
Primordium	35,45±0,75 ^c	55,86±1,92 ^b	40,10±0,39 ^c
Hasat / FS	39,95±1,25 ^c	73,61±1,75 ^a	57,77±1,02 ^b
Lakkaz aktivitesi (U/L)			
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
Misel Gelişim	13,92±1,99 ^e	4,93±0,88 ^e	13,84±0,34 ^e
Primordium	41,03±2,93 ^d	73,18±3,01 ^c	43,75±1,26 ^d
Hasat / FS	81,75±1,73 ^c	98,51±5,97 ^b	142,59±1,33 ^a

* Ortalamalar üzerindeki harfler farklı olduğunda değerlerin istatistiksel olarak birbirinden farklı (P<0.05), aynı olduğunda ise değerlerin birbirine benzer (P>0.05) olduğunu göstermektedir.

Saf buğday sapı kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı $21,33 \pm 3,05$ olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon başlatıldıktan sonra, her üç suşda da fermentasyon süresi ilerledikçe toplam lignin giderim yüzdesi istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) bir şekilde artmıştır. *P. eryngii* (H)'de; misel gelişim, primordium ve hasat evrelerinde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları sırasıyla; %22,71, 34,19 ve 46,63 olarak belirlenmiştir. Misel gelişim döneminde; *P. eryngii* var. ferulae (E) ve *P. eryngii* (T)'de gerçekleşen lignin giderim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Buna karşın hasat/FS dönemine ait değerlerde, suşlar arasında istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) farkların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Saf buğday sapı ortamında oluşan en yüksek lignin giderim oranı (%74,11) *P. eryngii* var. ferulae (E)'den elde edilmiştir (Şekil 4.21; Tablo 4.9).

Saf buğday sapında lakkaz aktivitesinin *P. eryngii* var. ferulae (E)'de misel gelişim evresinden primordium evresine geçişte arttığı, 140. günde ise düştüğü saptanmıştır (sırasıyla; 8,11, 112,22 ve 112,22 U/L). *P. eryngii* (H) ve *P. eryngii* (T)'de ise misel gelişim evresinden primordium ve hasat/FS dönemine doğru ilerledikçe aktivitenin arttığı görülmüştür (Şekil 4.21; Tablo 4.9). Aynı suşun farklı dönemlerdeki aktivite değerleri ve aynı dönem içinde farklı suşlara ait aktivite değerleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) sonuçların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Fermentasyon ortamlarından elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi (224,29 U/L) *P. eryngii* (T)'de 140. günde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (2,11 U/L) yine aynı suşun misel gelişim döneminde tespit edilmiştir (Şekil 4.21; Tablo 4.9).

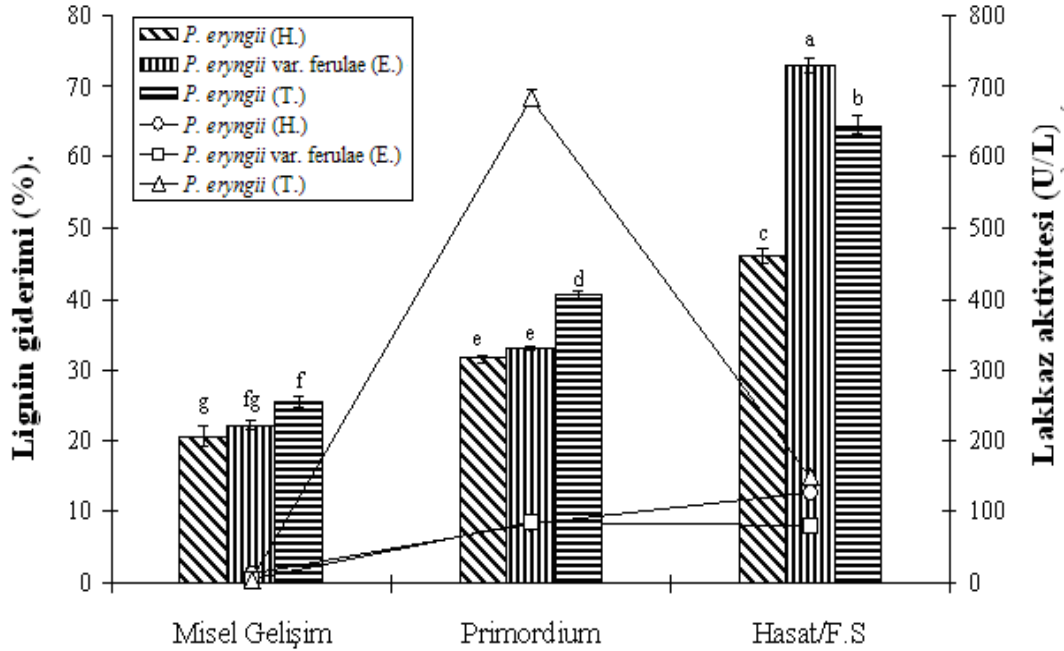


Şekil 4.21. Saf buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri (Çizgiler: lakkaz aktivitesini, Sütunlar: lignin giderimini göstermektedir).

Buğday sapı + %5 PK kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı $20,00 \pm 2,00$ olarak tespit edilmiştir. Her üç suşda da fermentasyon süresi ilerledikçe toplam lignin giderim yüzdesi istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır ($P < 0,05$). *P. eryngii* (T)'de; misel gelişim, primordium ve 140. günde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları sırasıyla; %25,48, 40,58 ve 64,50 olarak belirlenmiştir. Primordium döneminde *P. eryngii* (H) ve *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de gerçekleşen lignin giderim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P > 0,05$). Bununla birlikte misel gelişim ve hasat/FS dönemine ait değerlerde suşlar arasında istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) farkların ortaya çıktığı görülmüştür. Buğday sapı + %5 PK'da gerçekleşen en yüksek lignin giderim oranı (%72,95) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de elde edilmiştir (Şekil 4.22; Tablo 4.9).

Buğday sapı + %5 PK'da lakkaz aktivitesinin *P. eryngii* (T) ve *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de, misel gelişim evresinden primordium evresine doğru ilerledikçe arttığı bununla birlikte 140. günde ise özellikle *P. eryngii* (T)'de belirgin bir şekilde ($P < 0,05$) düştüğü tespit edilmiştir. *P. eryngii* (T)'de; misel gelişim, primordium ve 140. günde gerçekleşen lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 4,85, 683,76 ve 149,49 U/L olarak saptanmıştır

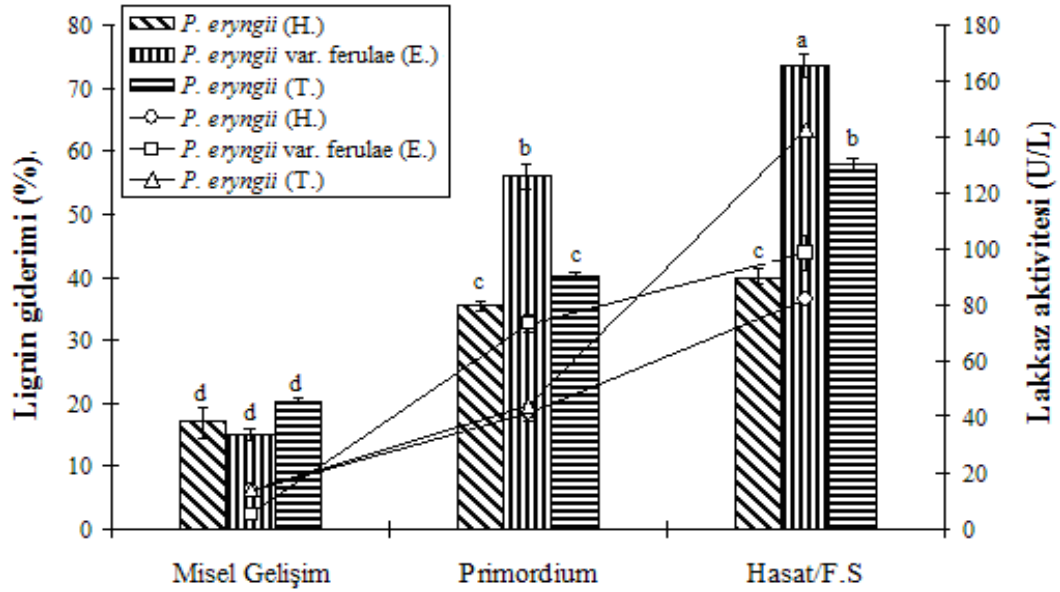
(Şekil 4.22; Tablo 4.9). *P. eryngii* (H)'de ise misel gelişim evresinden primordium ve hasat dönemine ilerledikçe aktivitenin arttığı görülmüştür. Hasat/FS dönemine ait aktivitelere her üç suş arasında da istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) farklar elde edilmiştir. Fermentasyon ortamlarından elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi (683,76 U/L) *P. eryngii* (T)'de primordium döneminde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (4,85 U/L) yine aynı suşun misel gelişim döneminde belirlenmiştir (Şekil 4.22; Tablo 4.9).



Şekil 4.22. Buğday sapı + %5 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri (Çizgiler: lakkaz aktivitesini, Sütunlar: lignin giderimini göstermektedir).

Buğday sapı + %10 PK kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı $32,00 \pm 2,00$ olarak tespit edilmiştir. Her üç suşda fermentasyon süresi ilerledikçe lignin giderim yüzdeleri istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) bir şekilde artmıştır. *P. eryngii* (H)'de; misel gelişim, primordium ve hasat evrelerinde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları sırasıyla; %16,89, 35,45 ve 39,95 olarak belirlenmiştir. Her üç suşun misel gelişim dönemlerinde gerçekleşen lignin giderim değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Buğday sapı + %10 PK ortamında oluşan en yüksek lignin giderim oranı (%73,61) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de elde edilmiştir (Şekil 4.23; Tablo 4.9).

Buğday sapı + %10 PK'da lakkaz aktivitesinin tüm suşlarda fermentasyon süresi ilerledikçe arttığı ve bu artışların istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de; misel gelişim, primordium ve 140. güne ait lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 4,93, 73,18 ve 98,51 U/L olarak belirlenmiştir. Misel gelişim, primordium ve hasat/FS dönemlerine ait aktivitelerde her üç suş arasında da istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) farklar elde edilmiştir. Fermentasyon ortamlarından elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi (142,59 U/L) *P. eryngii* (T)'de 140. günde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (4,93 U/L) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de misel gelişim döneminde belirlenmiştir (Şekil 4.23; Tablo 4.9).



Şekil 4.23. Buğday sapı + %10 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri (Çizgiler: lakkaz aktivitesini, Sütunlar: lignin giderimini göstermektedir).

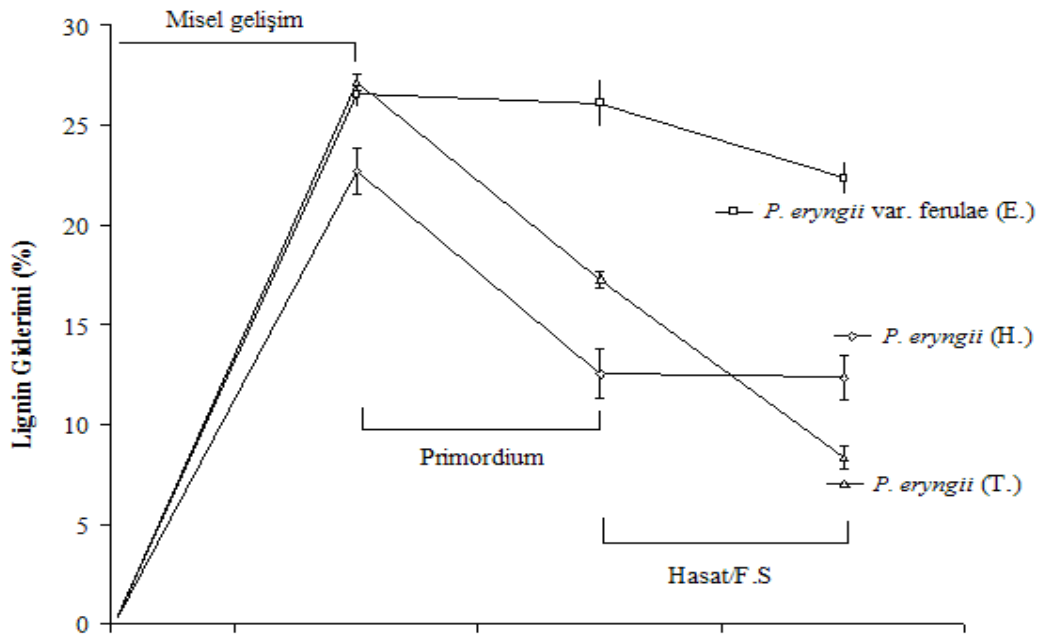
4.8.1. Saf Buğday Sapında Herbir Gelişim Döneminde Gerçekleşen Lignin Giderim Oranları

Saf buğday sapında, *P. eryngii* (H)'de; misel gelişim, primordium ve hasat dönemlerinde gerçekleşen lignin giderim oranları sırasıyla; %22,71, 12,54 ve 12,36 olarak saptanmıştır. *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de; misel gelişim, primordium ve 140. günde sırasıyla; %26,56, 26,12 ve 22,33 olarak belirlenirken, *P. eryngii* (T)'de ise sırasıyla; %27,16, 17,26 ve 8,34 olarak gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.24; Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Saf buğday sapında herbir gelişim döneminde gerçekleşen lignin giderim oranları.

Buğday sapı (Saf)	Lignin giderimi (%)		
	<i>P. eryngii</i> (H) $\bar{X} \pm SH$	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E) $\bar{X} \pm SH$	<i>P. eryngii</i> (T) $\bar{X} \pm SH$
FB-MG	22,71±1,16	26,56±0,62	27,16±0,45
MG-Prim.	12,54±1,22	26,12±1,19	17,26±0,38
Prim-Hasat/FS	12,36±1,11	22,33±0,91 (FS)	8,34±0,56 (FS)

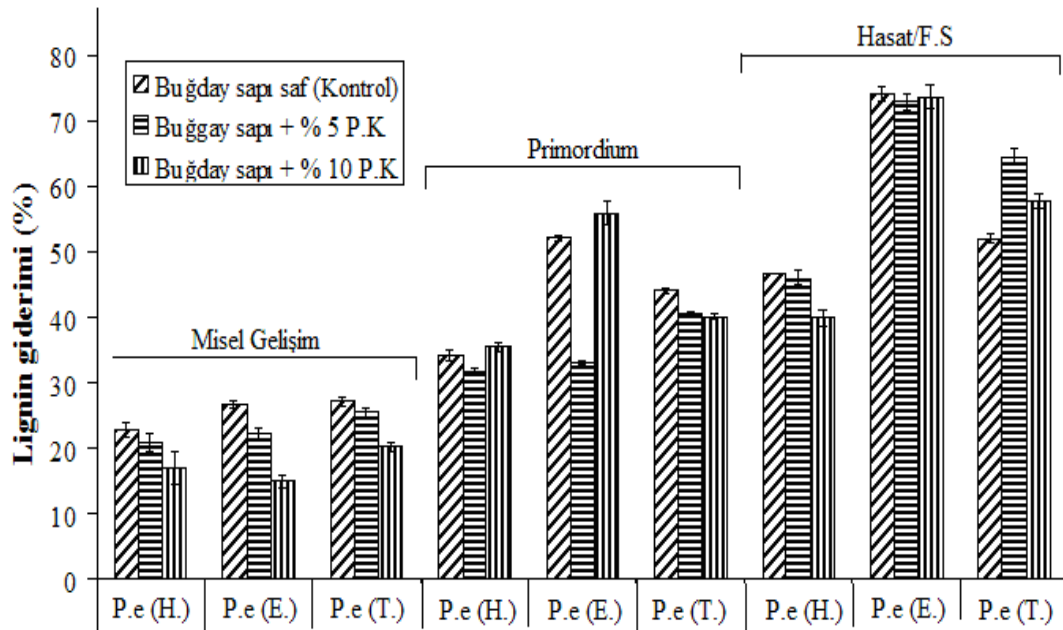
FB: Fermentasyon başlangıcı, MG: Misel gelişim, Prim: Primordium, FS: Fermentasyonsonu (140.gün)



Şekil 4.24. Saf buğday sapında herbir gelişim döneminde gerçekleşen lignin giderim miktarları.

4.8.2. Buğday Sapında Gelişim Dönemlerine Bağlı Olarak PK'nin Toplam Lignin Giderimi Üzerine Etkisi

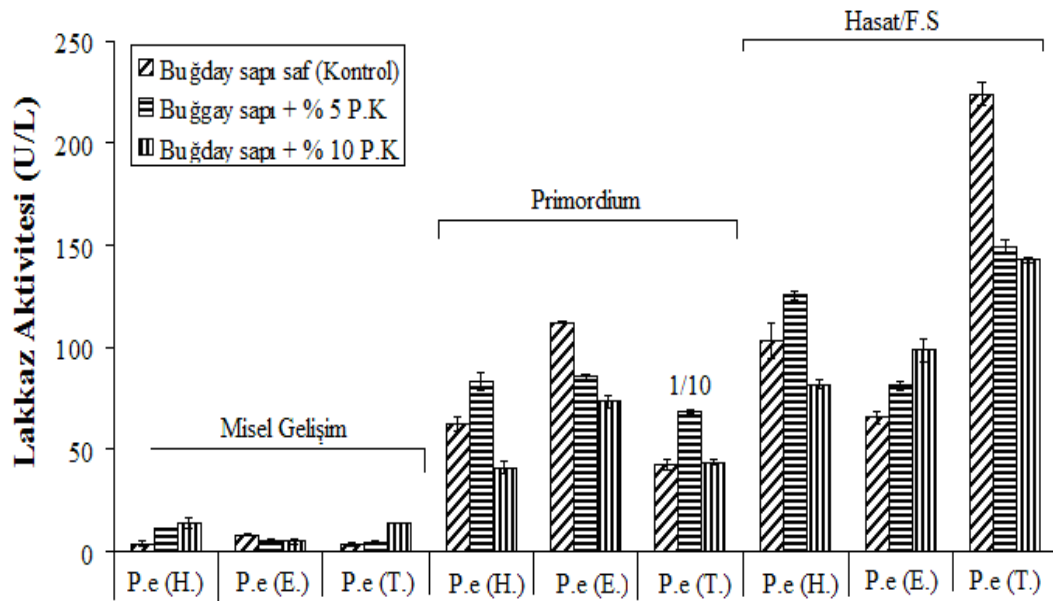
Saf buğday sapında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de misel gelişim döneminde %26,56'lık bir lignin giderimi belirlenirken, bu değer %5 PK'da %22,21'e düştüğü ve %10 PK'da ise %14,88'lik oran ile belirgin bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.25; Tablo 4.9). *P. eryngii* (H)'de misel gelişim döneminde; saf, %5 ve %10 PK'da lignin giderim oranları sırasıyla; %22,71, 20,71 ve 16,89 olarak tespit edilmiştir. Lignin giderimi bakımından buğday sapı ortamında en etkin olduğu tespit edilen *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 140. günde; saf, %5 ve %10 PK'da lignin giderim oranları sırasıyla; %74,11, 72,95 ve 73,61 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.25; Tablo 4.9).



Şekil 4.25. Buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak pirinç kepeğinin toplam lignin giderimi üzerine etkisi (P.e (H): *P. eryngii* (H), P.e (E): *P. eryngii* var. *ferulae* (E), P.e (T): *P. eryngii* (T)).

4.8.3. Buğday Sapında Gelişim Dönemlerine Bağlı Olarak PK'nin Lakkaz Aktivitesi Üzerine Etkisi

Saf buğday sapı ortamında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'nin misel gelişim dönemindeki lakkaz aktivitesi 8,11 U/L olarak saptanırken, bu aktivitenin %5 PK'da 5,16 U/L'e ve %10 PK'da ise 4,93 U/L'e belirgin bir şekilde azaldığı görülmüştür (Şekil 4.26; Tablo 4.9). *P. eryngii* (T)'de; saf, %5 ve %10 PK'da primordium dönemine ait lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 42,65, 683,76 ve 43,75 U/L olarak tespit edilmiştir. Buğday sapında lignin giderimi açısından en etkin olduğu tespit edilen *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'nin; saf, %5 ve %10 PK'da 140. günde lakkaz aktiviteleri ise sırasıyla; 65,52, 81,01 ve 98,51 U/L olarak belirlenmiştir (Şekil 4.26; Tablo 4.9).



Şekil 4.26. Buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak pirinç kepeğinin lakkaz enzim aktivitesi üzerine etkisi (*P. eryngii* (T)'nin %5 PK ortamındaki primordium safhasına ait değer grafiğe 1/10 oranında yansıtılmıştır.) (P.e(H): *P. eryngii* (H), P.e (E): *P. eryngii* var. *ferulae* (E), P.e (T): *P. eryngii* (T)).

4.9. Soya Sapına İlave Edilen PK'nin Bazı Dozlarının Fermentasyonun 15., 30. ve 40. Günlerinde Gerçekleşen Toplam Lignin Giderim Oranları ve Lakkaz Enzim Aktivite Değişimleri Üzerine Etkisi

Soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekleşen toplam lignin giderimleri ve lakkaz aktivite değişimleri Tablo 4.11'de verilmiştir.

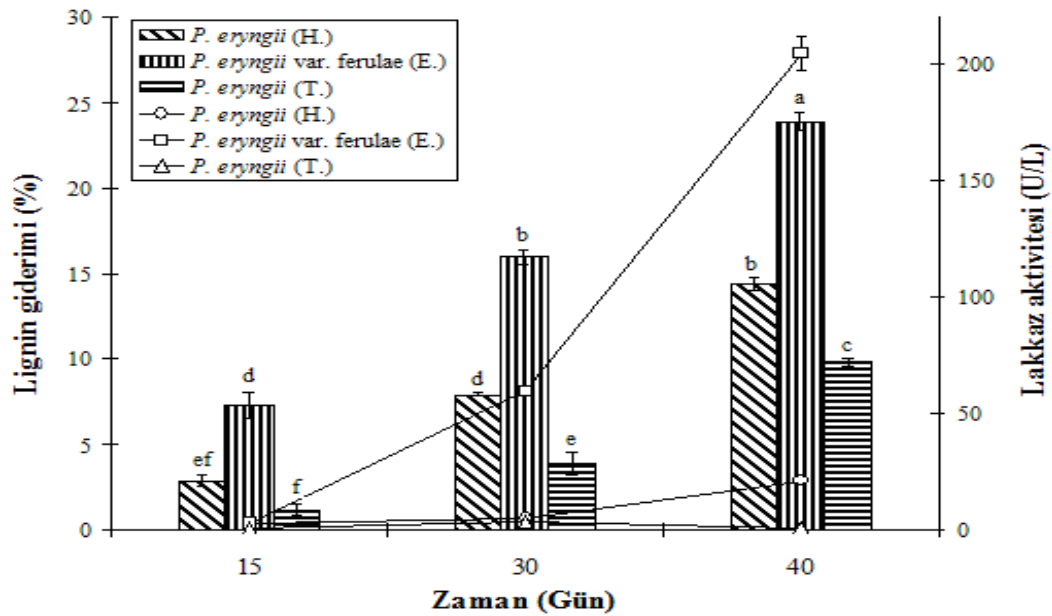
Tablo 4.11. Soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları, lakkaz enzim aktivite değişimleri ve bu parametrelere pirinç kepeğinin etkisi *(P<0.05).

Soya sapı (Saf)		Lignin giderimi (% ±SH)		
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	
15	2,82±0,34 ^{ef}	7,26±0,76 ^d	1,16±0,33 ^f	
30	7,88±0,11 ^d	15,93±0,43 ^b	3,88±0,67 ^e	
40	14,39±0,37 ^b	23,88±0,53 ^a	9,78±0,24 ^c	
		Lakkaz aktivitesi (U/L±SH)		
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	
15	2,50±0,37 ^d	2,36±0,04 ^d	0,48±0,03 ^d	
30	4,79±0,41 ^d	59,46±2,41 ^b	3,06±0,08 ^d	
40	20,96±0,86 ^c	204,39±7,53 ^a	0,51±0,04 ^d	
Soya sapı (% 5 PK)		Lignin giderimi (% ±SH)		
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
15	1,16±0,67 ^g	3,87±0,22 ^f	1,15±0,33 ^g	
30	6,57±0,28 ^e	15,99±0,32 ^b	5,69±0,23 ^e	
40	12,68±0,44 ^c	24,43±0,30 ^a	10,15±0,28 ^d	
		Lakkaz aktivitesi (U/L±SH)		
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
15	0,90±0,44 ^e	20,91±2,47 ^{bc}	0,73±0,03 ^e	
30	2,64±0,03 ^{de}	31,59±1,26 ^b	2,48±0,04 ^{de}	
40	17,31±0,26 ^{bcd}	179,95±7,32 ^a	13,90±0,54 ^{cd}	
Soya sapı (% 10 PK)		Lignin giderimi (% ±SH)		
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
15	0,00±0,00 ^f	1,44±0,45 ^f	0,00±0,00 ^f	
30	5,43±1,18 ^e	14,00±0,088 ^c	5,44±0,95 ^e	
40	16,57±0,42 ^b	22,88±0,21 ^a	11,00±0,26 ^d	
		Lakkaz aktivitesi (U/L±SH)		
Zaman (Gün)	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
15	0,65±0,13 ^c	3,33±0,35 ^c	0,80±0,09 ^c	
30	2,72±0,14 ^c	44,14±1,20 ^b	2,26±0,03 ^c	
40	3,92±0,20 ^c	149,03±2,77 ^a	2,22±0,02 ^c	

* Ortalamalar üzerindeki harfler farklı olduğunda değerlerin istatistiksel olarak birbirinden farklı (P<0.05), aynı olduğunda ise değerlerin birbirine benzer (P>0.05) olduğunu göstermektedir.

Saf soya sapı kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı $23,33 \pm 1,52$ olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon süresi ilerledikçe her üç suşta da toplam lignin giderim yüzdeleri istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) bir şekilde artmıştır. *P. eryngii* (H)'de; 15., 30. ve 40. günlerde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları sırasıyla; %2,82, 7,88 ve 14,39 olarak saptanmıştır (Şekil 4.27; Tablo 4.11). 15., 30. ve 40. günlerde gerçekleşen lignin giderim değerleri bakımından her üç suş arasında istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) farklar bulunmuştur. Saf soya sapı ortamında oluşan en yüksek lignin giderim değeri (%23,88) *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile elde edilmiştir (Şekil 4.27; Tablo 4.11).

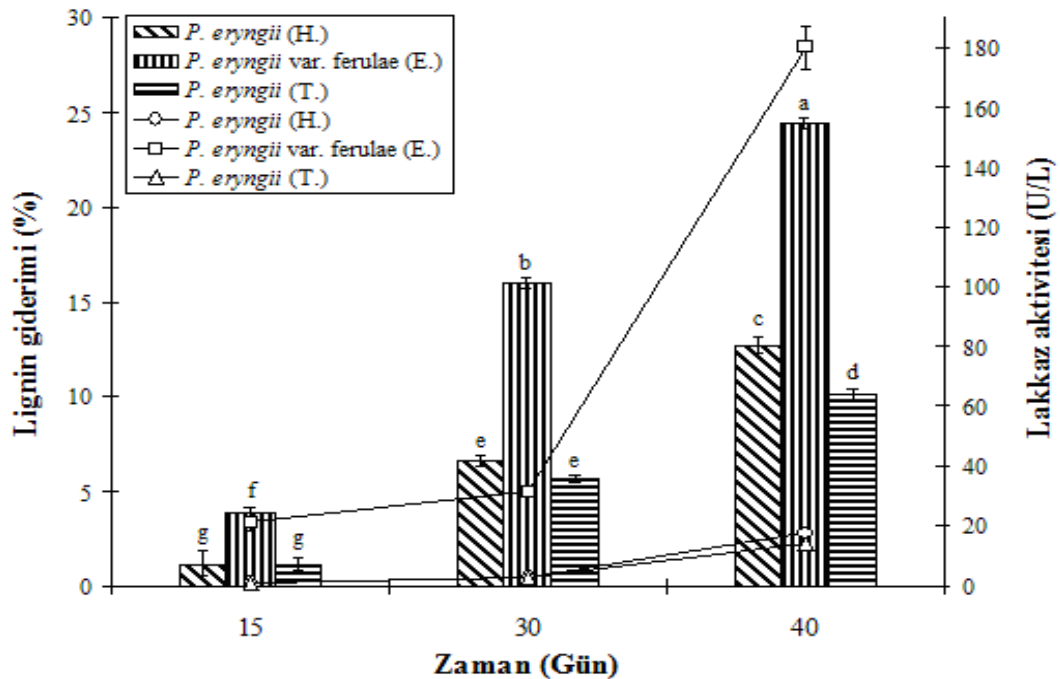
Saf soya sapında, *P. eryngii* (T)'de lakkaz aktivitesinin 15. gün ile 30. gün arasında arttığı, 40. günde ise azaldığı belirlenmiştir (sırasıyla; 0,48, 3,06 ve 0,51 U/L). *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (H)'de ise fermentasyon ilerledikçe lakkaz aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) artışlar saptanmıştır (Şekil 4.27; Tablo 4.11). 40. güne ait aktivitelerde ise her üç suş arasında da istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) farklar elde edilmiştir. Elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi (204,39 U/L) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 40. günde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (0,48 U/L) *P. eryngii* (T)'de 15. günde belirlenmiştir (Şekil 4.27; Tablo 4.11).



Şekil 4.27. Saf soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri (Çizgiler: lakkaz aktivitesini, Sütunlar: lignin giderimini göstermektedir).

Soya sapı + %5 PK kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı $24,66 \pm 1,52$ olarak tespit edilmiştir. Her üç suş için fermentasyon süresi ilerledikçe toplam lignin giderim yüzdeleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı görülmüştür ($P < 0,05$). *P. eryngii* (T)'de; fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları sırasıyla; %1,16, 5,69 ve 10,15 olarak saptanmıştır (Şekil 4.28; Tablo 4.11). 40. günde gerçekleşen toplam lignin giderim değerlerinde, her üç suş arasında istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) farklar bulunmuştur. Soya sapı + %5 PK'da oluşan en yüksek lignin giderim oranı (%24,43) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de elde edilmiştir (Şekil 4.28; Tablo 4.11).

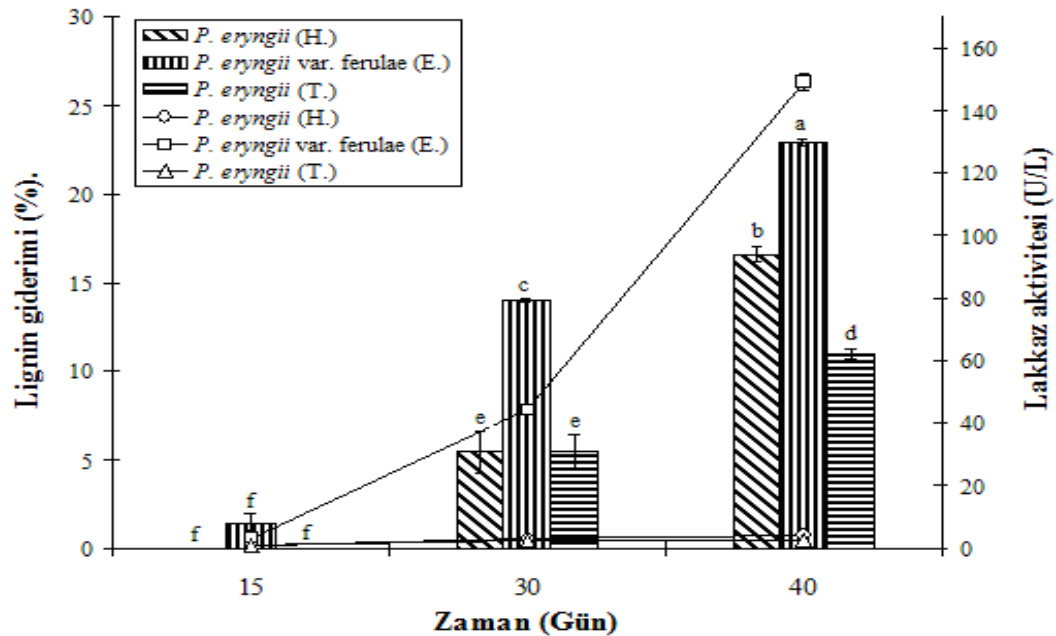
Soya sapı + %5 PK'da, her üç suşda da lakkaz aktivitesinin fermentasyonun 15. günden 40. güne doğru istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. *P. eryngii* (H)'de 15., 30. ve 40. günlerinde elde edilen lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 0,9, 2,64 ve 17,31 U/L olarak saptanmıştır. Elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi (179,95 U/L) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 40. günde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (0,73 U/L) *P. eryngii* (T)'de 15. günde belirlenmiştir (Şekil 4.28; Tablo 4.11).



Şekil 4.28. Soya sapı + %5 pirinç kepeğinde fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri (Çizgiler: lakkaz aktivitesini, Sütunlar: lignin giderimini göstermektedir).

Soya sapı + %10 PK kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı $25,00 \pm 1,00$ olarak tespit edilmiştir. *P. eryngii* (H) ve *P. eryngii* (T)'de fermentasyonun 15. gününde herhangi bir lignin giderimi tespit edilmemiştir. *P. eryngii* (H)'de, 15., 30. ve 40. günlerde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları sırasıyla; %0,00, 5,43 ve 16,57 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.29; Tablo 4.11). Soya sapı + %10 PK'da oluşan en yüksek lignin giderim değeri %22,88 olarak *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile elde edilmiştir (Şekil 4.29; Tablo 4.11).

Soya sapı + %10 PK'da *P. eryngii* (T)'de lakkaz aktivitesinin 15. gün ile 30. gün arasında arttığı, 40. günde ise çok az miktarda azaldığı belirlenmiştir (sırasıyla; 0,80, 2,26 ve 2,22 U/L). *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (H)'de ise fermentasyon ilerledikçe lakkaz aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0,05$) artışlar belirlenmiştir (Şekil 4.29; Tablo 4.11). *P. eryngii* (H)'de 15., 30. ve 40. günlere ait lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 0,65, 2,72 ve 3,92 U/L olarak tespit edilmiştir. Elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi (179,95 U/L) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 40. günde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (0,73 U/L) *P. eryngii* (T)'de 15. günde belirlenmiştir (Şekil 4.29; Tablo 4.11).



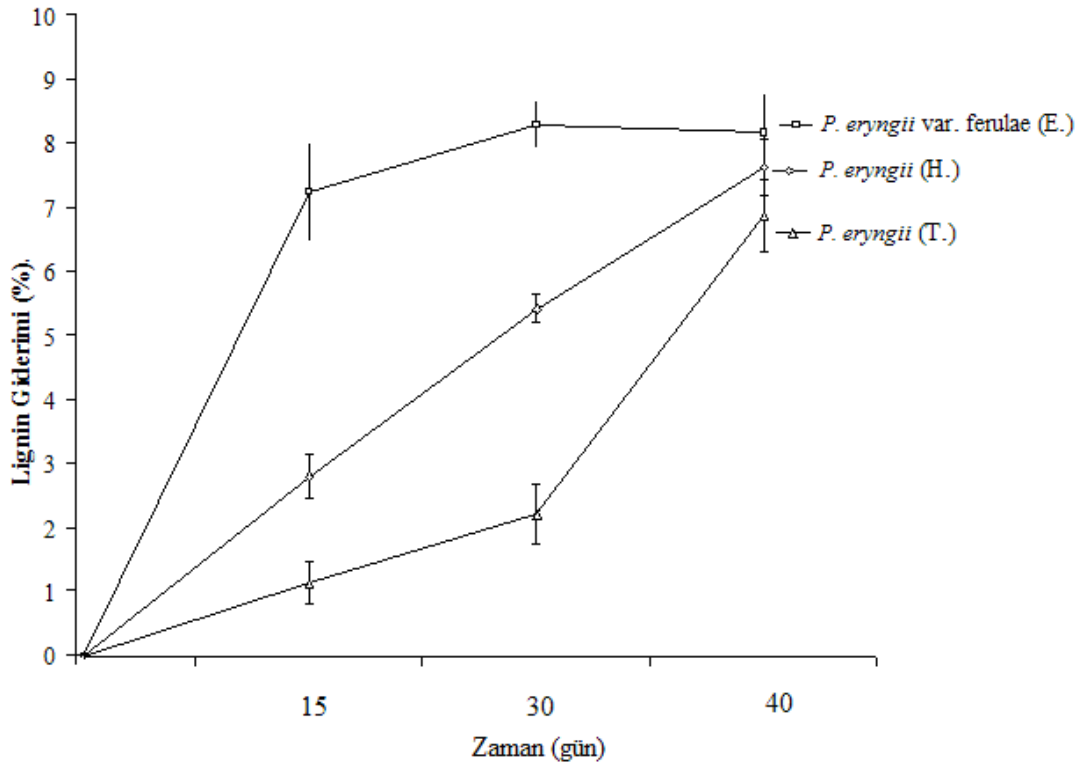
Şekil 4.29. Soya sapı + %10 pirinç kepeğinde fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri (Çizgiler: lakkaz aktivitesini, Sütunlar: lignin giderimini göstermektedir).

4.9.1. Saf Soya Sapında Fermentasyonun 0-15, 15-30 ve 30-40. Günler Arasında Gerçekleşen Lignin Giderim Miktarları

Saf soya sapında *P. eryngii* (H)'de; 0-15, 15-30 ve 30-40. günler arasında gerçekleşen lignin giderim oranları sırasıyla; %2,82, 5,44 ve 7,65 olarak gerçekleşmiştir. *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de ise; 0-15, 15-30 ve 30-40. günler arasında sırasıyla; %7,26, 8,32 ve 8,18 oranında gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.30; Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Saf soya sapında 0-15, 15-30 ve 30-40. günler arasında gerçekleşen lignin giderim oranları.

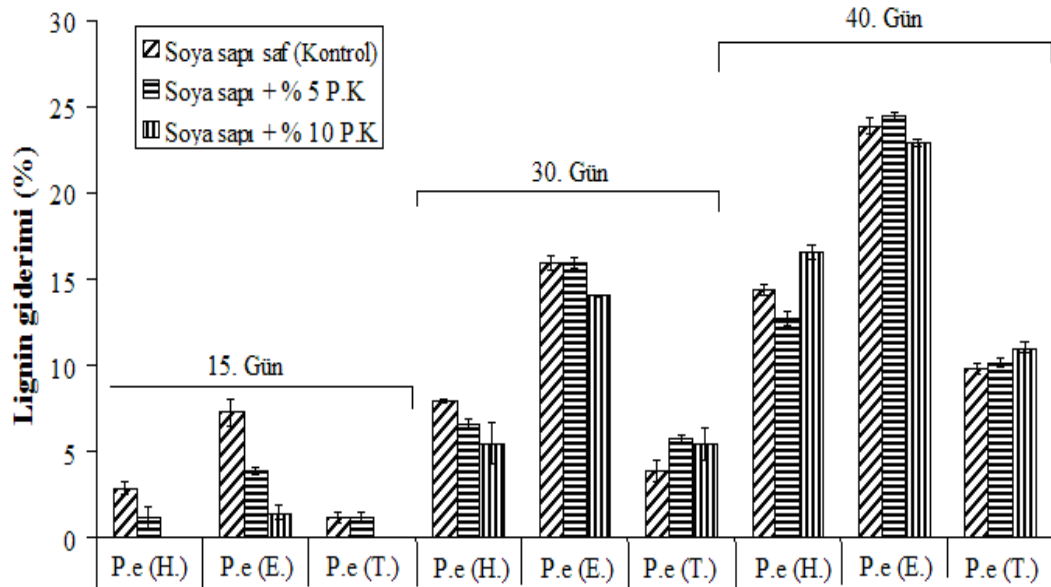
Zaman (Gün)	Lignin giderimi (%)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$
0-15	2,82±0,34	7,26±0,76	1,16±0,33
15-30	5,44±0,21	8,32±0,36	2,23±0,47
30-40	7,65±0,44	8,18±0,63	6,89±0,55



Şekil 4.30. Saf soya sapında 0-15, 15-30 ve 30-40. günler arasında gerçekleşen lignin giderim miktarları.

4.9.2. Soya Sapında Fermentasyonun 15., 30. ve 40. Günlerinde PK'nin Lignin Giderimi Üzerine Etkisi

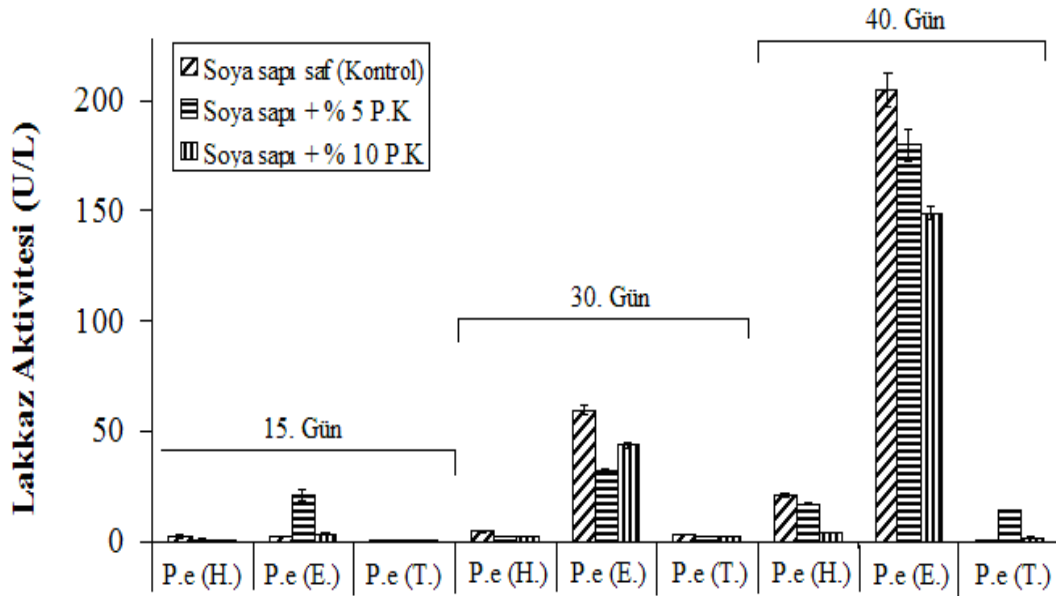
Saf soya sapında, fermentasyonun 15. gününde *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de %7,26'lık bir lignin giderimi meydana gelirken, bu oranın %5 PK'da %3,87'e düştüğü ve %10 PK'da ise %1,44'e belirgin bir şekilde azaldığı saptanmıştır. *P. eryngii* (H)'de fermentasyonun 40. gününde; saf, %5 ve %10 PK'da lignin giderim oranları sırasıyla; %14,39, 12,68 ve 16,57 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.31; Tablo 4.11). *P. eryngii* (T)'de ise fermentasyonun 40. gününde; saf, %5 ve %10 PK ortamlarındaki lignin giderim oranları sırasıyla; %9,78, 10,15 ve 11,00 olarak belirlenmiştir. En etkin lignin gideriminin tespit edildiği *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de fermentasyonun 40. gününde; saf, %5 ve %10 PK'da lignin giderim oranları sırasıyla; %23,88, 24,43 ve 22,88 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.31; Tablo 4.11).



Şekil 4.31. Soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde pirinç kepeğinin toplam lignin giderimi üzerine etkisi (P.e (H): *P. eryngii* (H), P.e (E): *P. eryngii* var. *ferulae* (E), P.e (T): *P. eryngii* (T)).

4.9.3. Soya Sapında Fermentasyonun 15., 30. ve 40. Günlerinde PK'nin Lakkaz Aktivitesi Üzerine Etkisi

Saf soya sapında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de fermentasyonun 15. gününde lakkaz aktivitesi 2,36 U/L olarak saptanırken, bu aktivitenin %5 PK'da 20,91 U/L'e yükseldiği ve %10 PK'da ise 3,33 U/L'e belirgin bir şekilde azaldığı saptanmıştır. *P. eryngii* (T)'de fermentasyonun 30. gününde; saf, %5 ve %10 PK'da belirlenen lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 3,06, 2,48 ve 2,26 U/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.32; Tablo 4.11). Soya sapı ortamında lignin gideriminde en etkin olduğu tespit edilen *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 40. günündeki lakkaz aktivitesi ise; saf, %5 ve %10 PK ortamlarında sırasıyla; 204,39, 179,95 ve 149,03 U/L olarak belirlenmiştir (Şekil 4.32; Tablo 4.11).



Şekil 4.32. Soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde pirinç kepeğinin lakkaz enzim aktivitesi üzerine etkisi (P.e (H): *P. eryngii* (H), P.e (E): *P. eryngii* var. *ferulae* (E), P.e (T): *P. eryngii* (T)).

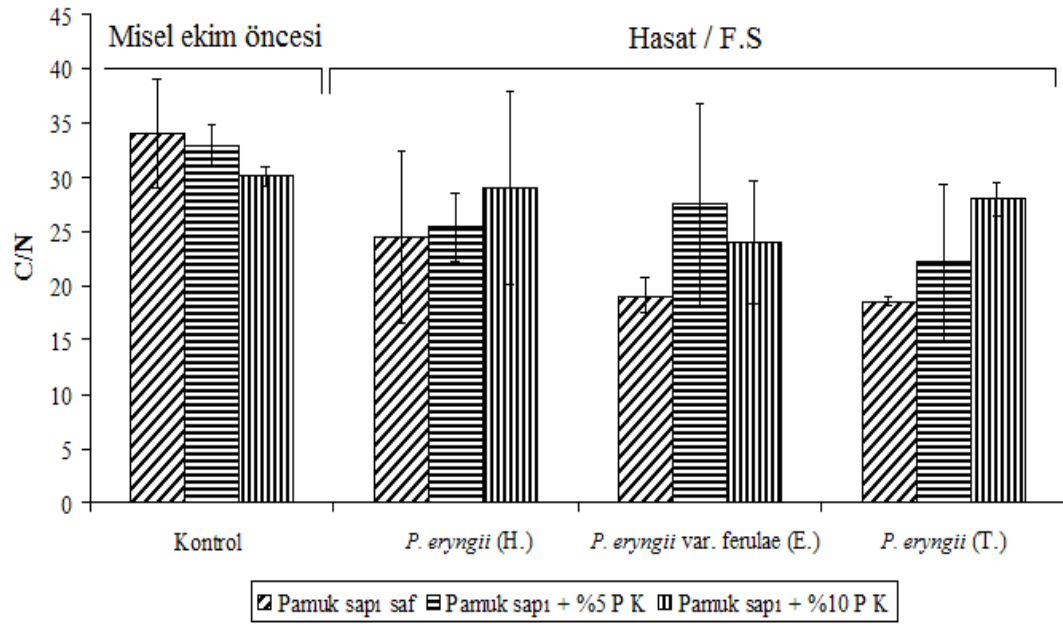
4.10. Pamuk Sapında Fermentasyon Ortamının C, H, N, S Değerleri ve C/N Oranları

Pamuk sapında fermentasyon ortamının C, H, N, S değerleri ve C/N oranları Tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.13. Pamuk sapında *P.eryngii* (H) için hasat dönemi, *P.eryngii* var. *ferulae* ve *P.eryngii* (T) için ise 140. güne ait fermentasyon ortamının C, H, N, S değerleri ve C/N oranları.

Saf pamuk sapı Kontrol				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
41,39±0,16	5,41±0,14	1,22±0,17	0,96±0,23	34,13±4,98
Saf pamuk sapı				
<i>P. eryngii</i> (H)				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
38,78±1,74	5,25±0,08	1,68±0,61	1,81±0,68	24,47±7,87
<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)				
C	H	N	S	C/N
38,78±1,18	5,51±0,02	2,04±0,11	1,31±0,24	19,05±1,64
<i>P. eryngii</i> (T)				
C	H	N	S	C/N
39,98±2,14	5,68±0,22	2,14±0,07	0,90±0,55	18,6±0,36
Pamuk sapı % 5 PK Kontrol				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
41,58±1,55	5,49±0,11	1,26±0,02	0,95±0,55	32,93±1,84
Pamuk sapı (% 5 PK)				
<i>P. eryngii</i> (H)				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
41,75±0,39	5,64±0,009	1,65±0,21	0,29±0,18	25,42±3,08
<i>P. eryngii</i> var. <i>Ferulae</i> (E)				
C	H	N	S	C/N
41,54±0,16	5,75±0,06	1,60±0,54	0,60±0,15	27,48±9,29
<i>P. eryngii</i> (T)				
C	H	N	S	C/N
39,73±1,67	5,57±0,20	1,88±0,54	1,07±0,54	22,15±7,26
Pamuk sapı % 10 PK Kontrol				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
39,49±0,74	5,38±0,10	1,30±0,04	1,24±0,25	30,18±0,92
Pamuk sapı (% 10 PK)				
<i>P. eryngii</i> (H)				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
40,68±1,85	5,51±0,23	1,47±0,52	0,81±0,87	29,06±8,94
<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)				
C	H	N	S	C/N
40,39±1,06	5,66±0,28	1,72±0,36	0,77±0,33	23,99±5,70
<i>P. eryngii</i> (T)				
C	H	N	S	C/N
40,96±0,33	5,55±0,06	1,46±0,06	0,85±0,11	28,01±1,52

Saf pamuk sapı ile bunun %5 veya %10 PK içerecek şekilde hazırlanan kontrol ortamlarının fermentasyon öncesi C/N oranları sırasıyla; %34,13, 32,93 ve 30,18 olarak tespit edilmiştir. Hazırlanan ortamlarda *P. eryngii* (H), *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T) ile gerçekleştirilen fermentasyon sonrası hasat veya 140. günde alınan örneklerin C/N oranlarının kontrol grubu değerlerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen en düşük C/N oranının (%18,6) saf pamuk sapında *P. eryngii* (T)'de olduğu, en yüksek C/N oranı (%29,06) ise pamuk sapı + %10 PK'da yine *P. eryngii* (H) ile elde edildiği ve elde edilen bu değer kontrol değerinden düşük olduğu görülmüştür (Şekil. 4.33; Tablo 4.13).



Şekil 4.33. Pamuk sapında fermentasyon ortamının C/N oranlarındaki değişimler ve bu değerlere prinç kepeğinin etkisi.

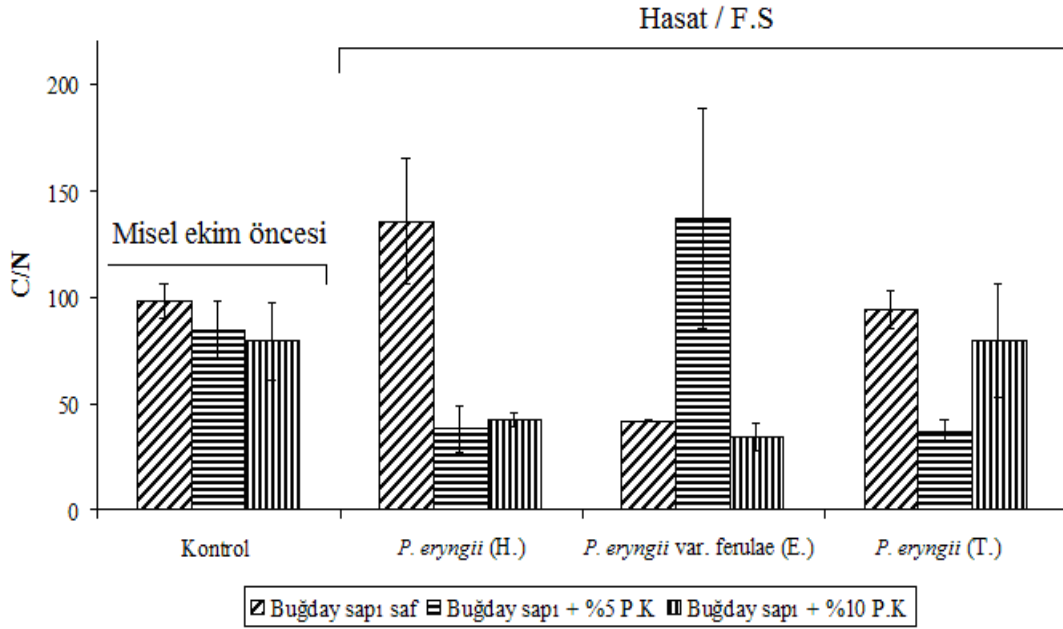
4.11. Buğday Sapında Fermentasyon Ortamının C, H, N, S Değerleri ve C/N Oranları

Buğday sapında fermentasyon ortamının C, H, N, S değerleri ve C/N oranları Tablo 4.14’de verilmiştir.

Tablo 4.14. Buğday sapında *P. eryngii* (H) için hasat dönemi, *P. eryngii* var. ferulae ve *P. eryngii* (T) için ise 140. güne ait fermentasyon ortamının C, H, N, S değerleri ve C/N oranları.

Buğday sapı saf Kontrol				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
38,13±1,72	4,76±1,36	0,39±0,01	1,25±0,09	98,04±8,63
Buğday sapı saf				
<i>P. eryngii</i> (H)				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
35,52±2,58	4,98±0,21	0,29±0,10	1,31±0,81	135,73±29,56
<i>P. eryngii</i> var. ferulae (E)				
C	H	N	S	C/N
36,08±2,27	4,98±0,19	0,87±0,06	1,34±0,28	41,72±0,43
<i>P. eryngii</i> (T)				
C	H	N	S	C/N
34,29±2,61	4,90±0,21	0,36±0,007	1,21±0,36	94,02±8,98
Buğday sapı %5 PK Kontrol				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
36,52±2,91	4,84±0,96	0,43±0,03	1,36±0,03	84,36±13,65
Buğday sapı (%5 PK)				
<i>P. eryngii</i> (H)				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
34,88±2,72	4,89±0,31	0,95±0,21	1,26±0,80	37,98±11,34
<i>P. eryngii</i> var. Ferulae (E)				
C	H	N	S	C/N
36,94±2,89	5,13±0,35	0,32±0,16	0,90±0,55	137,12±51,78
<i>P. eryngii</i> (T)				
C	H	N	S	C/N
32,55±1,64	4,69±0,09	0,89±0,17	1,68±0,13	37,06±5,22
Buğday sapı %10 PK Kontrol				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
36,61±2,13	4,96±0,45	0,47±0,08	1,53±0,06	79,56±18,25
Buğday sapı (%10 PK)				
<i>P. eryngii</i> (H)				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N (%)
34,72±0,50	4,83±0,06	0,82±0,04	1,48±0,11	42,41±2,81
<i>P. eryngii</i> var. ferulae (E)				
C	H	N	S	C/N
35,09±2,72	4,86±0,25	1,03±0,12	1,53±0,48	34,28±6,61
<i>P. eryngii</i> (T)				
C	H	N	S	C/N
36,64±2,77	5,04±0,28	0,48±0,12	0,98±0,63	79,90±26,96

Saf buğday sapı ile bunun %5 veya %10 PK içerecek şekilde hazırlanan kontrol ortamlarının fermentasyon öncesi C/N oranları sırasıyla; %98,04, 84,36 ve 79,56 olarak tespit edilmiştir. Hasat/FS döneminde elde edilen en düşük C/N oranının (%34,28) *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile buğday sapı + %10 PK'da olduğu ve bu değer kontrol değerinden düşük olduğu saptanmıştır. En yüksek C/N oranı (%137,12) ise buğday sapı + %5 PK'dan yine *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile elde edildiği ve elde edilen bu değer kontrol grubu değerinden yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.34; Tablo 4.14).



Şekil 4.34. Buğday sapında fermentasyon ortamının C/N oranlarındaki değişimler ve bu değerlere prinç kepeğinin etkisi.

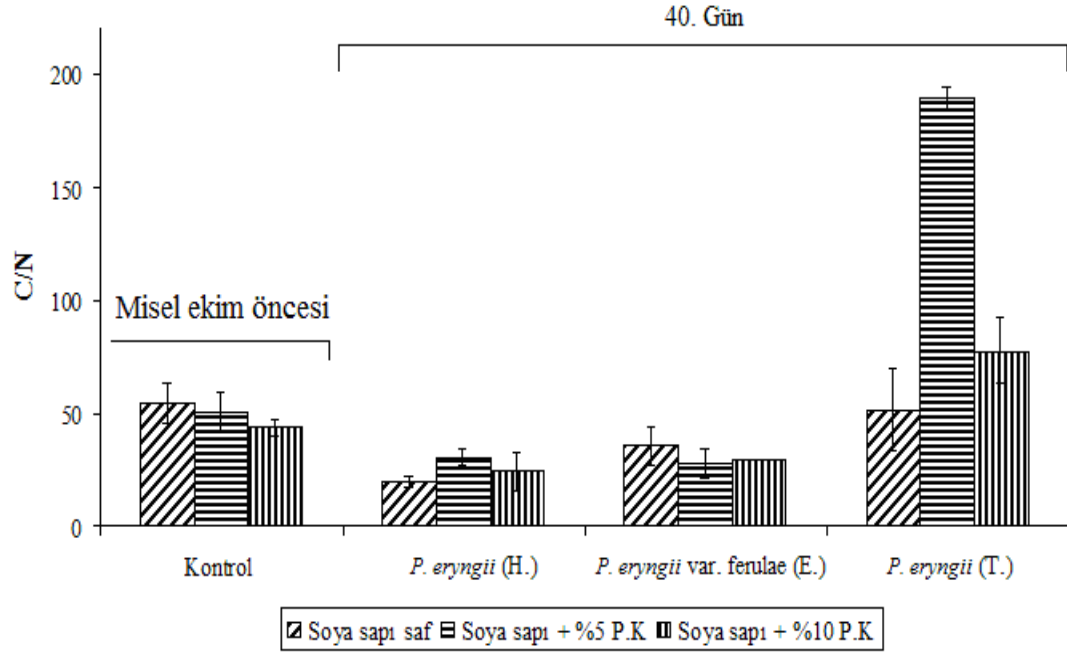
4.12. Soya Sapında Fermentasyon Ortamının C, H, N, S Değerleri ve C/N Oranları

Soya sapında fermentasyon ortamının C, H, N, S değerleri ve C/N oranları Tablo 4.15’de verilmiştir.

Tablo 4.15. Buğday sapında *P.eryngii* (H) için hasat dönemi, *P.eryngii* var. ferulae ve *P.eryngii* (T) için ise 40. güne ait fermentasyon ortamının C, H, N, S değerleri ve C/N oranları.

Soya sapı saf Kontrol				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N
43,17±1,58	5,65±0,08	0,85±0,04	0,09±0,006	54,26±8,87
Soya sapı saf				
<i>P. eryngii</i> (H)				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N
42,23±0,54	5,93±0,06	2,13±0,21	0,13±0,009	19,99±2,31
<i>P. eryngii</i> var. ferulae (E)				
C	H	N	S	C/N
42,52±0,41	5,79±0,12	1,23±0,32	0,1±0,02	35,62±8,91
<i>P. eryngii</i> (T)				
C	H	N	S	C/N
42,37±1,12	5,82±0,03	0,87±0,28	0,06±0,01	51,64±18,08
Soya sapı % 5 PK Kontrol				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N
41,01±1,28	5,84±0,09	0,87±0,04	0,08±0,001	50,40±8,95
Soya sapı (% 5 PK)				
<i>P. eryngii</i> (H)				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N
41,20±0,89	5,63±0,05	1,37±0,13	0,09±0,01	30,26±3,78
<i>P. eryngii</i> var. Ferulae (E)				
C	H	N	S	C/N
41,46±0,02	5,76±0,11	1,54±0,36	0,13±0,009	27,58±6,42
<i>P. eryngii</i> (T)				
C	H	N	S	C/N
42,63±0,26	5,66±0,01	0,23±0,005	0,04±0,002	189,53±4,75
Soya sapı % 10 PK Kontrol				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N
40,16±1,46	5,76±0,08	0,92±0,05	0,09±0,001	43,62±3,68
Soya sapı (% 10 PK)				
<i>P. eryngii</i> (H)				
C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	C/N
41,24±1,42	5,76±0,09	1,79±0,56	0,12±0,01	24,38±8,49
<i>P. eryngii</i> var. ferulae (E)				
C	H	N	S	C/N
40,57±0,08	5,70±0,02	1,38±0,005	0,12±0,01	29,29±0,21
<i>P. eryngii</i> (T)				
C	H	N	S	C/N
43,46±0,68	5,83±0,0007	0,60±0,21	0,10±0,01	77,48±14,39

Saf soya sapı ile bunun %5 veya %10 PK içerecek şekilde hazırlanan kontrol ortamlarının fermentasyon öncesi C/N oranları sırasıyla; %54,26, 50,40 ve 43,62 olarak tespit edilmiştir (Şekil. 4.35; Tablo 4.15). 40. günde saptanan en düşük C/N oranının (%19,99) saf soya sapında *P. eryngii* (H) ile elde edildiği ve bu değer kontrol değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. En yüksek C/N oranı (%189,53) ise soya sapı + %5 PK'da *P. eryngii* (T) ile elde edildiği ve elde edilen bu değer kontrol değerinden yüksek olduğu görülmüştür (Şekil. 4.35; Tablo 4.15).



Şekil 4.35. Soya sapında fermentasyon ortamının C/N oranlarındaki değişimler ve bu değerlere prinç kepeğinin etkisi.

4.13. Pamuk, Buğday ve Soya Saplarında Fermentasyon Ortamının Ham Protein Oranlarındaki Değişimler

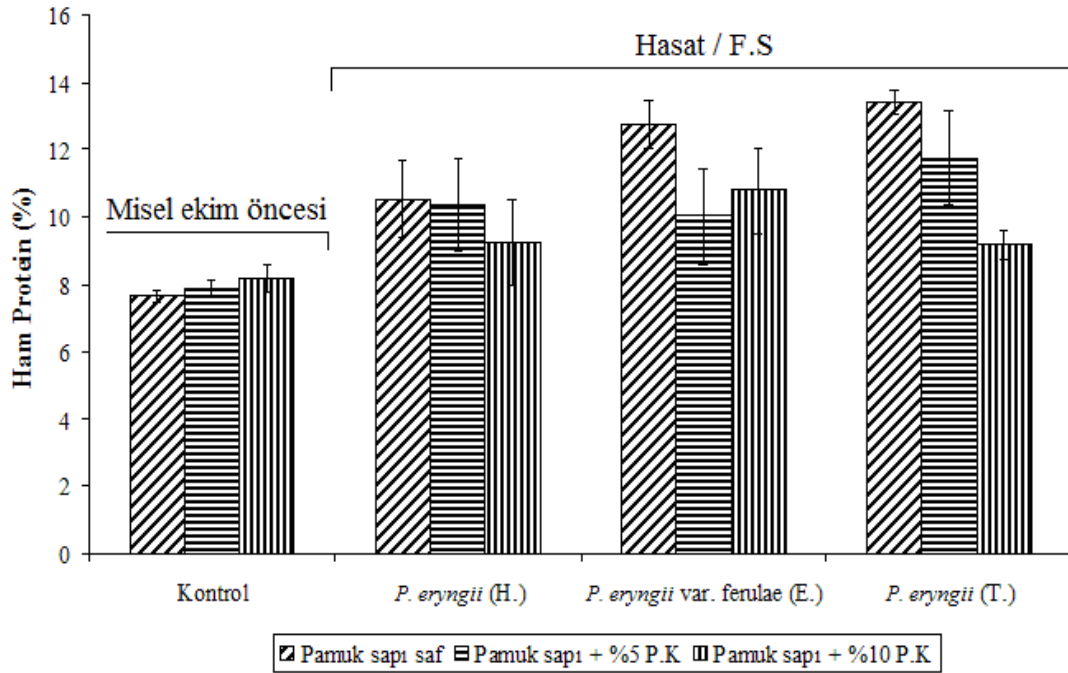
Pamuk, buğday ve soya saplarında fermentasyon ortamının ham protein oranlarındaki değişimler Tablo 4.16’da verilmiştir.

Tablo 4.16. Pamuk, buğday ve soya saplarında fermentasyon ortamının ham protein değerleri.

Pamuk sapı (saf)		Ham Protein (%)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
Hasat/FS	10,52±1,13	12,76±0,70	13,42±0,33	
Pamuk sapı (%5)				
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
Hasat/FS	10,34±1,35	10,02±1,42	11,76±1,39	
Pamuk sapı (%10)				
	<i>P. eryngii</i> (H).	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
Hasat/FS	9,22±1,27	10,78±1,28	9,15±0,42	
Buğday sapı (saf)				
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
Hasat/FS	1,81±0,65	5,45±0,40	2,29±0,04	
Buğday sapı (%5)				
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
Hasat/FS	5,94±0,37	2,02±0,03	5,59±1,07	
Buğday sapı (%10)				
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
Hasat/FS	5,16±0,28	6,48±0,77	3,02±0,93	
Soya sapı (saf)				
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
40. Gün	13,32±1,36	7,71±1,00	5,46±1,81	
Soya sapı (%5)				
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
40. Gün	8,58±0,86	9,67±1,27	1,44±0,02	
Soya sapı (%10)				
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)	
40. Gün	11,20±1,53	8,65±0,03	3,14±1,22	

4.13.1. Pamuk Sapında Ham Protein Miktarları

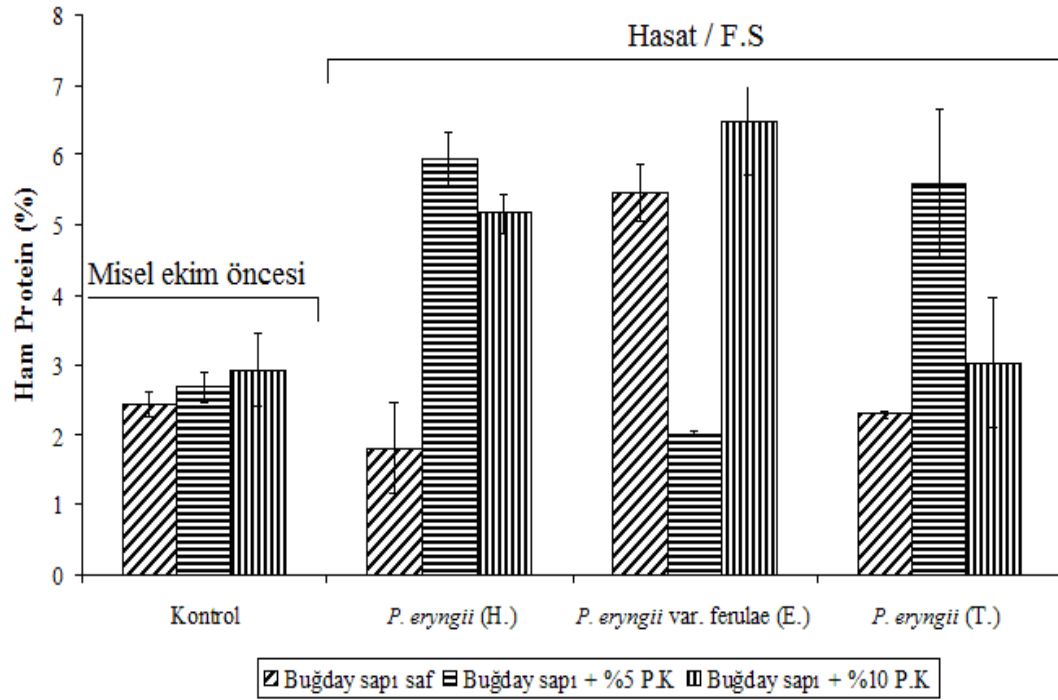
Saf pamuk sapı ile bunun %5 veya %10 PK içerecek şekilde hazırlanan kontrol ortamlarının fermentasyon öncesi ham protein oranları sırasıyla; %7,62, 7,87 ve 8,17 olarak saptanmıştır (Şekil 4.36; Tablo 4.16). Elde edilen en yüksek protein oranı (%13,42) *P. eryngii* (T) ile saf pamuk sapında tespit edilmiştir. En düşük protein değerinin (%9,15) ise yine *P. eryngii* (T) ile pamuk sapı + %10 PK'dan elde edildiği ve elde edilen bu değer kontrol değerinden yüksek olduğu görülmüştür. %5 ve %10 PK içeren pamuk sapında fermentasyon öncesi elde edilen protein değerleri, pirinç kepeği içermeyen saf ortamındaki kontrol değerlerine göre yüksek olduğu saptanmıştır. Hasat/FS döneminde ise *P. eryngii* (H) ve *P. eryngii* (T)'de %5 ve %10 PK'da ham protein oranının saf ortama göre azaldığı görülmüştür (Şekil 4.36; Tablo 4.16).



Şekil 4.36. Pamuk sapında fermentasyon ortamının ham protein miktarları ve bu miktarlara pirinç kepeğinin etkisi.

4.13.2. Buğday Sapında Ham Protein Miktarları

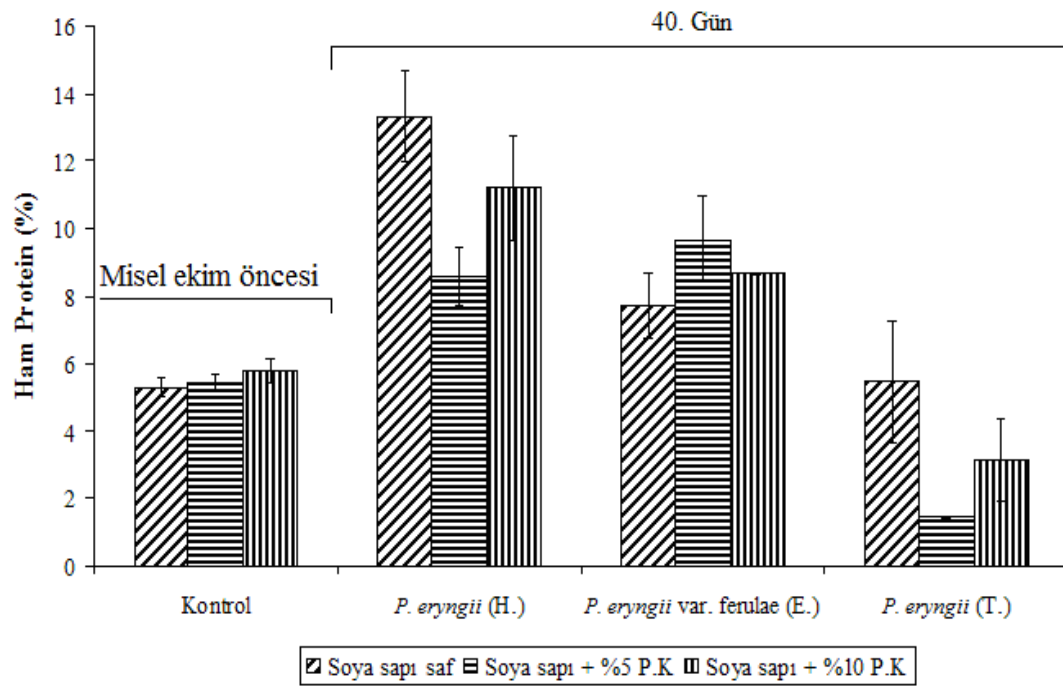
Saf buğday sapı ile bunun %5 veya %10 PK içerecek şekilde hazırlanan kontrol ortamlarının fermentasyon öncesi ham protein oranları sırasıyla; %2,43, 2,68 ve 2,93 olarak tespit edilmiştir (Şekil. 4.37; Tablo 4.16). Elde edilen en yüksek protein değeri (%6,48) *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile buğday sapı + %10 PK'da tespit edilmiştir. En düşük protein değerinin (%1,81) ise saf buğday sapında *P. eryngii* (H) ile elde edildiği ve elde edilen bu değer kontrol değerinden düşük olduğu görülmüştür (Şekil. 4.37; Tablo 4.16).



Şekil 4.37. Buğday sapında fermentasyon ortamının ham protein miktarları ve bu miktarlara prinç kepeğinin etkisi.

4.13.3. Soya Sapında Ham Protein Miktarları

Soya sapı kullanılarak; pirinç kepeği içermeyen saf, %5 veya %10 PK içerecek şekilde hazırlanan kontrol ortamlarının fermentasyon öncesi ham protein değerleri sırasıyla; %5,31, 5,43 ve 5,75 olarak saptanmıştır (Şekil. 4.38; Tablo 4.16). Elde edilen en yüksek protein değeri (%13,3) *P. eryngii* (H) ile saf soya sapında tespit edilmiştir. En düşük protein değerinin (%1,44) ise yine *P. eryngii* (T)'de soya sapı + %5 PK'dan elde edildiği ve elde edilen bu değer kontrol değerinden düşük olduğu görülmüştür (Şekil. 4.38; Tablo 4.16).



Şekil 4.38. Soya sapında fermentasyon ortamının ham protein miktarları ve bu miktarlara pirinç kepeğinin etkisi.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bölgemizde üretimin büyük bir kısmının tarıma dayalı olarak yapıldığı bilinmektedir. Tarımsal üretim neticesinde elde edilen sap ve samanın bir kısmı koyun, keçi ve sığır gibi ruminantların beslenmesinde kullanılmaktadır. Ham haliyle kalitesiz yem olarak bilinen bu ürünler, hayvanlar tarafından gerçekleştirilen et ve süt üretimi noktasında yetersiz kalmakta ve bu sebepten üretici hazır yeme yönelmektedir. Kaba yem olarak ifade edilen bu tarz tarımsal artıkların, ham hallerinin besinsel kaliteleri düşüktür. Bu durumun temel nedeninin; bu tarz tarımsal artıklarda bulunan ve rumen sindirimi yapan hayvanlar için sindirilebilirliklerini engelleyen lignin komplekslerinin varlığı olduğu ve bu lignin kompleksinin uzaklaştırılmasıyla sindirilebilirliğin arttırılabileceği pek çok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (**Silanikove ve ark. 1988; Karunanandaa ve ark., 1995; Croan, 2000**).

Çalışmamızda, ülkemizde oldukça fazla miktarda artık ürün olarak oluşan buğday, pamuk ve soya sapsarı kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, direk araziden elde edilen bu tarımsal artıkların kimyasal kompozisyonları ile ham protein değerleri Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1. Araziden Toplanan Tarımsal Artıkların Fermentasyon Öncesi Kompozisyonu

Tarımsal artık	Kullanılan tarımsal artığın kompozisyonu ve besinsel değeri					
	C (%)	N (%)	C/N (%)	Lignin Miktarı (%)	Redükte Şeker (mg/mL)	Ham protein (%)
Pamuk sapsarı	41,39	1,22	34,13	28,66	22,60	7,62
Buğday sapsarı	38,13	0,39	98,04	21,33	25,92	2,43
Soya sapsarı	43,17	0,85	54,26	23,33	142,24	5,31

Tablo 5.1 incelendiğinde, bu tarımsal artıkların yüksek lignin içeriği ve C/N oranı ile düşük ham protein ve serbest şeker oranlarına sahip oluşlarından dolayı kaliteli yem olabilme özelliklerine sahip olmadıkları söylenebilir. **Singh ve ark., (1996)**, lignoselülozik artıkların ruminantlar için yüksek enerji potansiyeline sahip olduğunu, ancak lignin içeriklerinden dolayı zayıf yenilebilirlik ve sindirilebilirlik gösterdiklerini ayrıca ham proteince fakir olduklarını belirtmişlerdir. Aynı şekilde **Ogundana ve**

Okogbo (1981), besinsel protein üretiminin en etkin şekilde *Pleurotus* türlerince gerçekleştirildiğini ifade etmiştir. Daha önce yapılan pek çok çalışma sonucunda, *Pleurotus* türleri ile lignoselülozik artıkların bir kaç haftalık katı substrat fermentasyonu ürününün, ruminant besini olarak kullanılabilceği belirtilmiştir (**Platt ve ark., 1984; Hadar ve ark., 1992; Zadrazil ve ark., 1996; Bisaria ve ark., 1997; Pandey ve ark., 2000; Mukherjee ve Nandi, 2004; Ragunathan ve Swaminathan, 2004**).

Yapılan bu çalışmada, bahsedilen tarımsal artıkların ruminantlarca kullanımı kısıtlı olan besinsel değerlerinin, *P. eryngii*'nin üç farklı suşu kullanılarak gerçekleştirilen fermentasyon neticesinde, kaliteli yemlerde bulunması gereken değerlere iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Kaliteli yemlerde bulunması gereken özellikler; C/N oranının düşük oluşu yani ham proteince zengin olması (**Beg ve ark., 1986; Alfonso ve ark., 2002; Mukherjee ve Nandi 2004**), lignin miktarının olabildiğince az olması (**Hadar ve ark. 1993; Singh ve ark., 1996; Li ve ark. 2001**) ve enerji kaynağı olarak kullanılacak olan serbest şeker oranının yüksek olmasıdır (**Mukherjee ve Nandi, 2004; Tripathi ve ark., 2008**). Ülkemizde çevre kirletici özelliği gösteren bu tarımsal artıkların kullanılabilme olanaklarının varlığı, ruminant beslenmesi için doğal kaynakların değerlendirilebilirliğinin yararları ve bu durumun ekonomimize muhtemel katkıları gibi etmenler, bu tarz çalışmaları teşvik etmiştir. Bu tarımsal materyallerin arazide bırakılmalarının, değerlendirilme olanaklarından faydalanmamanın sebep olduğu ekonomik kayıpların yanında, diğer bazı zararlara da neden olabileceğini **Lynch ve Harper (1985)** yaptıkları bir çalışmada saptamışlardır. Araştırmacılar, arazide bırakılan lignoselülozik materyallerin, ortamda fitotoksik maddeler üreten mikroorganizma sayısını arttırmak suretiyle toprak verimliliğini düşürdüğünü ve sonraki döneme ait ürün verim yüzdesini azalttığını belirtmiştir. Bu olumsuz durum göz önüne alındığında, bu tarz artıkların araziden toplanma zorunluluğu ve bir şekilde ekonomiye kazandırılmasının gerekliliği ortadadır.

Aerobik filamentli fungusların lignoselüloz yıkımında birincil sırada yer aldıklarını ve en hızlı lignin yıkıcılarının *Basidiomycetes* sınıfına dahil olduğunu pek çok araştırmacı ifade etmiştir (**Zadrazil 1985; Kirk ve Farrell 1987; Akin ve ark. 1996**). Ayrıca **Hammel (1997)**, beyaz çürükçül fungusların doğada odunun en yaygın yıkıcıları olduklarını ve lignini yıkma stratejisinin; lignin matrikse gömülü olan selüloz ve hemiselüloza ulaşabilme amaçlı olduğunu belirtmiştir.

Enerji kaynağı olarak kullanılmaları ve yüksek enerji potansiyeline sahip olmaları açısından redükte şekerler, kaliteli yemlerde önemli olan parametrelerden birisidir. **Mukherjee ve Nandi (2004)**, yaptıkları çalışma sonucunda; *Pleurotus* türlerinin, tarımsal artıkların ruminantlar için besinsel değerlerini arttırmalarının yanında, yüksek delignifikasyon ile enerji kaynağı olarak kullanılabilir olan serbest şekerlerin de ortaya çıkarılmasında rol oynadıklarını belirtmişlerdir. Aynı şekilde **Mtui ve Nakamura (2005)**, yaptıkları çalışmada lignoselülozik artıkların redükte şeker gibi besin olarak kullanılabilen yapılara dönüştürülmede fungal uygulamaların büyük potansiyele sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Saf pamuk sapı, pamuk sapı + %5 PK ve pamuk sapı + %10 PK'da, fermentasyon öncesi redükte şeker miktarları sırasıyla; 22,60, 156,79 ve 240,52 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Bu verilerden anlaşılacağı gibi, hazırlanan ortamlara pirinç kepeği eklenmesi, ortamın fermentasyon öncesi redükte şeker değerini yükseltmiştir. Her üç suşun da misel gelişim döneminde, redükte şeker değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) azalmalar saptanmıştır. Örneğin saf pamuk sapında fermentasyon öncesi redükte şeker miktarı 22,60 mg/mL olarak belirlenirken, bu değer aynı ortamda *P. eryngii* (H)'nin misel gelişim döneminde 10 mg/mL'e düştüğü görülmüştür (Tablo 4.2). Bu sonuç; fungusların, ekim işlemlerinden kompostu tam olarak miselle sardıkları misel gelişim dönemine kadar ki süreçte ortamdaki hazır redükte şekeri kullanmış olabileceklerini düşündürmektedir. Aynı şekilde **Jung ve ark., (1992)**, yaptıkları çalışma sonucunda; fungusların gelişimlerinin ilk evrelerinde, ortamdaki hazır glukoz ve hemiselülozu kullandıklarını ve daha sonra lignine yöneldiklerini belirtmişlerdir. Her üç suşun; pamuk sapı saf, %5 ve %10 PK'da primordium dönemlerinde oluşan redükte şeker miktarlarının, misel gelişim dönemindeki miktara göre yüksek olduğu görülmüştür. Ancak bu artışın türe ve pirinç kepeği oranına göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Örneğin saf pamuk sapında *P. eryngii* (H)'de misel gelişim döneminde elde edilen redükte şeker miktarı 10 mg/mL olarak saptanırken, bu değer primordium döneminde 16,96 mg/mL'e arttığı belirlenmiştir. Pamuk sapı + %5 PK'da, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'nin misel gelişim döneminde elde edilen redükte şeker miktarı 23,09 mg/mL olarak saptanırken, primordium döneminde bu miktarın 10,73 mg/mL'e düştüğü görülmüştür (Şekil 4.2; Tablo 4.2). Primordium döneminde elde edilen redükte şeker miktarlarının, misel gelişim döneminde elde edilen değerlerden yüksek oluşu, fungusun misel gelişim döneminde hazır şekeri tükettikten sonra, primordium dönemine doğru

tarımsal materyale yönelmiş olabileceğini ve lignin giderimi ile birlikte diğer fungal enzimlerle selüloz ve hemiselülozu parçalayarak ortamdaki şeker miktarlarında artışa neden olmuş olabileceğini akla getirmektedir. Nitekim **Savoie (1998)**, yaptığı çalışmada *Agaricus bisporus*'un kompost ortamına fungusun inokülasyonundan sonra elde edilen suda çözünen şeker içeriğinin, fungus inoküle edilmeyen kompostla kıyasladığında düşük seyrettiğini ve daha sonra yükseldiğini kaydetmiştir. *P. eryngii* (H)'de hasat döneminde, *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de ise 140. günde tespit edilen redükte şeker miktarlarının, genel anlamda primordium dönemine göre yüksek olduğu görülmüştür. Örneğin saf pamuk sapında *P. eryngii* (T)'de primordium döneminde redükte şeker miktarı 12,99 mg/mL olarak saptanırken, bu değer fermentasyonun 140. gününde 35,26 mg/mL'e arttığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu değer aynı zamanda fermentasyon öncesi değerden de yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 4.4; Tablo 4.2). Bu sonuç; saf pamuk sapında *P. eryngii* (T)'nin redükte şeker üretiminde etkin sonuçlar ortaya çıkardığını göstermiştir. Diğer suşlar tarafından üretilen redükte şeker miktarları, fermentasyon öncesi değer üstüne çıkamamıştır.

Pirinç kepeğinin pamuk sapında redükte şeker üretimi üzerine etkisinin, özellikle hasat veya 140. günde ortaya çıktığı ve pirinç kepeğinin genel olarak redükte şeker üretimini baskıladığı saptanmıştır. Pamuk sapı + %5 PK'da bazı suşlarda (*P. eryngii* (H), *P. eryngii* (T)) kontrole göre artış görülmesine karşın, %10 PK'da genel anlamda azalış görülmüştür. Örneğin saf pamuk sapında; *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 140. gününde redükte şeker miktarı 22,88 mg/mL olarak belirlenirken, %5 PK'da 48,46 mg/mL'e arttığı ve %10 PK'da ise 15,95 mg/mL'e düştüğü görülmüştür. (Şekil 4.4; Şekil 4.5; Şekil 4.6; Tablo 4.2). Sonuç olarak; fermentasyon ortamına pirinç kepeği eklenmesinin özellikle hasat veya 140. günde üretilen redükte şeker miktarını azalttığı saptanmıştır. Benzer şekilde, **Oriaran ve ark., (1989)**, yaptıkları bir çalışmada *P. ostreatus*, *Lentinula edodes* ve *Phanerochaete chrysosporium*'un lignin yıkma kapasitelerini incelemişlerdir. Araştırmacılar odun parçalarının bulunduğu fermentasyon ortamına karbon kaynağı olarak glukoz eklenmesinin, holoselüloz yıkımını baskıladığını ve dolaylı olarak şeker oluşumunu inhibe ettiğini bulmuşlardır. Bu konuyla ilgili çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularımız **Oriaran ve ark., (1989)**'nın elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir.

Saf buğday sapı, buğday sapı + %5 PK ve buğday sapı + %10 PK'da fermentasyon öncesi redükte şeker miktarları sırasıyla; 25,92, 172,87 ve 203,35 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Saf buğday sapında her üç suşun misel gelişim döneminde oluşan redükte şeker miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) azalmalar saptanmıştır. Örneğin saf buğday sapında fermentasyon öncesi redükte şeker miktarı 25,92 mg/mL olarak saptanırken, bu değer aynı ortamda *P. eryngii* (H)'de misel gelişim döneminde 13,21 mg/mL'e düştüğü görülmüştür (Şekil 4.8; Tablo 4.4). Yapılan önceki çalışmalarda da misel ekim işleminden sonra misel sarımı tamamlanıncaya kadar ki süreçte suda çözünen moleküllerin azaldığı bildirilmiştir (**Jung ve ark., 1992; Savoie 1998**). Elde ettiğimiz sonuçlara göre; yaklaşık ilk 30 güne karşılık gelen misel gelişim evresinde redükte şeker miktarlarında azalma görülmesine karşın **Lechner ve Papinutti (2006)**, yaptıkları çalışmada buğday samanının *Lentinus tigrinus* ile fermentasyonu neticesinde redükte şeker miktarının ilk 30 günlük süreçte arttığını saptamıştır. Bu çalışmada elde edilen sonucun bizim sonucumuzdan farklı olma sebebinin kullanılan fungus türünün farklılığından kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Buğday sapında her üç suşun primordium dönemlerinde oluşan redükte şeker miktarlarında misel gelişim dönemine göre genel anlamda azalış devam etmiştir. Ancak bu azalışların miktarı türe ve pirinç kepeğinin etkisine göre değişiklik göstermiştir. Bazı suşların primordium dönemine ait fermentasyon ortamındaki redükte şeker miktarlarının, pirinç kepeği katkı oranına bağlı olarak misel gelişim dönemine göre arttığı görülmüştür. Bu artışların muhtemel nedeni; lignin yıkımı neticesinde selüloz ve hemiselülozun açığa çıkması ve fungus tarafından redükte şekerlere indirgenmiş olabileceği şekilde açıklanabilir. Nitekim bu durum daha önce yapılan çalışmalarda ki sonuçlarla örtüşmektedir (**Savoie 1998**). Daha önce **Honda ve ark., (2002)**, tarafından yapılan diğer bir çalışmada da yine benzer sonuç bulunmuştur. Araştırmacılar 56 günlük inkübasyon sürecinde palmiye artıkları üzerinde bazı beyaz çürükçül fungusların şeker üretim potansiyellerini çalışmışlar ve *C. subvermispora* ve *P. ostreatus*'un ürettiği şeker miktarının ilk 28 günlük süreçte fermente edilmeyen kontrol grubuna göre düşük olduğunu ve 28. günden sonra ise 56. güne kadar artış gösterdiğini saptamışlardır. 28. günden sonra gerçekleşen artışın nedeninin lignin yıkımından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları da bizim verilerimizle örtüşmektedir. Buğday sapında *P. eryngii* (H)'de hasat döneminde, *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de ise 140. günde tespit edilen redükte şeker oranlarının genel anlamda primordium dönemine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; saf buğday sapında *P. eryngii*

(H)'de primordium döneminde redükte şeker miktarı 7,90 mg/mL olarak saptanırken, bu değerin hasat döneminde 18,18 mg/mL'e arttığı tespit edilmiştir. Saf buğday sapında *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 140. günde elde edilen bu artışın (43,95 mg/mL) aynı zamanda fermentasyon öncesi değerden de (25,92 mg/mL) yüksek olduğu görülmüştür. Diğer suşlar tarafından üretilen redükte şeker miktarları, fermentasyon öncesi değerlerin üstüne çıkamamıştır. Aynı şekilde buğday sapı + %5 PK'da, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de primordium döneminde redükte şeker miktarı 9,03 mg/mL tespit edilirken, bu değerlerin fermentasyonun 140. gününde 22,61 mg/mL'e yükseldiği saptanmıştır (Şekil 4.8; Şekil 4.9; Şekil 4.10; Tablo 4.4).

Buğday sapında pirinç kepeğinin redükte şeker miktarına etkisine baktığımızda, fermentasyon öncesi pirinç kepeği eklenmesinin hazırlanan kontrol ortamında redükte şeker miktarını yükselttiği görülmüştür. Fermentasyon öncesi saf buğday sapında redükte şeker miktarı 25,92 mg/mL olarak saptanırken, bu değerlerin %5 PK eklenmesi sonucunda; 172,87 mg/mL'e ve %10 PK eklenmesinde ise 203,35 mg/mL'e yükseldiği tespit edilmiştir. Pirinç kepeğinin redükte şeker oluşumuna etkisinin, özellikle hasat ve 140. günde artış şeklinde ortaya çıktığı görülmüştür. Çeşitli karbon kaynaklarının şeker oluşumu üzerine baskılayıcı etkisi daha önceki çalışmalarda da ifade edilmiştir (**Oriaran ve ark., 1989**). Buğday sapı + %10 PK'da; *P. eryngii* (H), *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'nin hasat veya 140. güne ait redükte şeker miktarlarında primordium dönemine göre (sırasıyla; 10,60, 6,58 ve 6,69 mg/mL) istatistiksel olarak anlamlı artışlar görülmüştür (sırasıyla; 23,02, 24,93 ve 25,01 mg/mL) (Şekil 4.8; Şekil 4.9; Şekil 4.10; Tablo 4.4)

Saf soya sapında her üç suşda da fermentasyon süreci boyunca redükte şeker miktarlarında genel olarak düşüş belirlenmiştir. Çalışılan tüm suşlarda 40. günde elde edilen redükte şeker miktarlarının, fermentasyon öncesi değerlerden yüksek olmadığı tespit edilmemiştir. Fermentasyonun 15. gününde, her üç suşda da ekim öncesi miktara (142,24 mg/mL) göre bir azalma tespit edilmiştir. 30. günde ise 15. gün ile kıyaslandığında; *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de redükte şeker miktarlarında azalma (sırasıyla; 88,45 ve 56,15 mg/mL) görülürken, *P. eryngii* (H)'de ise (93,68 mg/mL) bir artış tespit edilmiştir. Bununla birlikte *P. eryngii* (H)'de 30. ve 40. günleri arasındaki (sırasıyla; 93,68 ve 110,98 mg/mL) redükte şeker miktar artışının istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) olduğu saptanmıştır (Şekil 4.12; Tablo 4.6). Soya

sapında fungal fermentasyon neticesinde meydana gelen redükte şeker değişimine ilişkin literatüre rastlanmamıştır. Verilerimiz incelendiğinde soya sapında 40 günlük fermentasyon süreci boyunca redükte şeker miktarının genel anlamda düştüğünü görmekteyiz. Bu durum, fermentasyon süresinin ortamdaki mevcut şekerin tükenmesine yeterli olmadığı ve fungusun sadece mevcut şekeri kullandığı şeklinde açıklanabilir. Buna karşın soya sapında gerçekleşen lignin gideriminin ise karbon kaynağından ziyade protein kaynağına ulaşmak amacıyla gerçekleştirilmiş olabileceği düşünülebilir. Buna paralel olarak soya sapında lignin giderim oranı düşük seviyelerde gerçekleşmiştir. Yani ortamdaki mevcut şeker lignin giderimini baskılamıştır. Nitekim **Oriaran ve ark., (1989)**, yaptıkları bir çalışmada, fermentasyon ortamına karbon kaynağı olarak glukoz eklenmesinin holoselüloz yıkımını baskıladığını ve dolaylı olarak şeker oluşumunu inhibe ettiğini bulmuşlardır. Bu sonuçlarımız; fermentasyon öncesi redükte şeker ve protein oranı yüksek bir ortamda, lignin gideriminin ortamdaki mevcut şeker ve protein miktarıyla etkilendiği, bu miktara bağlı olarak lignin giderim süresinin uzayabileceği ve birim zamanda giderim miktarının azalabileceği gibi tahminleri desteklemektedir.

Tablo 5.2’de; pamuk sapında en yüksek redükte şeker üretiminin *P. eryngii* (T) ile, buğday sapında ise *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile elde edildiği ve bu değerlerin fermentasyon öncesi değerlerden yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 5.2. Elde edilen en yüksek redükte şeker değerleri

	Redükte şeker (mg/ml±SH)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
Pamuk sapı	14,09±0,35	22,88±1,13	35,26±0,90
Buğday sapı	18,18±0,37	43,95±0,93	23,85±1,13
Soya sapı	110,98±1,32*	94,55±2,15	64,91±1,89

Fermentasyon Öncesi Değerler; Pamuk sapı: 22,60±2,18; Buğday sapı: 25,92±1,28; Soya sapı: 142,24±4.21 mg/ml, *Fermentasyon öncesi değerden düşük tespit edilmiştir.

Soya sapında ise kullanılan hiç bir suş fermentasyon öncesi değer in üstünde redükte şeker üretimi sağlayamamıştır. Sonuç olarak; pamuk sapı için *P. eryngii* (T), buğday sapı için ise *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile muamelenin; lignoselülozik materyalin serbest şeker içeriğini yükselttiği, yani besinsel parametrelerden birinin iyileştirilmesini sağladığı saptanmıştır (Tablo 5.2).

Hazırlanan fermentasyon ortamlarının pH değerlerindeki değişimler, her üç tarımsal artıktaki da fungusların gelişim dönemlerine ve değişik fermentasyon sürelerine bağlı olarak artış şeklinde izlenmiştir (Tablo 4.2; Tablo 4.4; Tablo 4.6). Örneğin saf soya sapında hazırlanan fermentasyon ortamının ekim öncesi pH değeri 6,25 iken her üç da da fermentasyon ilerledikçe ortamının pH değerinde artış kaydedilmiştir. En yüksek pH değeri (8,26) ise *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 40. günde kaydedilmiştir (Tablo 4.6). Gerçekleştirilen fermentasyon esnasında pH da değişiklikler saptanmış ve bu değişiklik genel anlamda artış olarak izlenmiştir. **Agosin ve Odier (1985)**, fungus ile muamele sırasında oluşan lignin yıkım ürünlerinin pH üzerinde değişikliklere neden olabileceğini belirtmiştir. Çalışmamızdaki bulgularımız bahsedilen pH değişiminin yükselme şeklinde olduğunu göstermektedir.

Pirinç kepeğinin pamuk ve buğday sapında fungusların gelişimini yavaşlattığı Şekil 4.7 ve Şekil 4.11'de görülmektedir. Bunun sebebi, pirinç kepeğinin fermentasyon başlangıcında fungus için hazır karbon ve azot kaynağı olarak kullanılmış olma ihtimali ve böylece fungusun tarımsal materyale yönelmesinin geciktirilmesi ile açıklanabilir. Konu ile ilgili olarak önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde, besin ortamında glikoz fazlalığı, gelişimi yavaşlatarak fruktifikasyonun oluşumunu engellediği **Manachère, (1970)**, tarafından saptanmıştır. Buna karşın **Shashirekha ve ark., (2002)**, yaptıkları çalışmada yaklaşık olarak %0,15 oranında azot içeren pamuk tohumu tozunun kültür ortamına eklenmesinin *P. sajor-caju*'nun misel gelişim süresini kısalttığını belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada da genellikle %10'luk pirinç kepeğinin gelişim süresini %5 pirinç kepeği katkılı ortama göre daha fazla uzattığı görülmektedir. Bu sonuçtan; yüksek konsantrasyonlarda pirinç kepeğinin gelişimi geciktirdiği ve gelişim periyotlarını uzattığı sonucuna varılabilir. **Lalley ve JanBen (1993)**, fungusun gelişim ortamına yüksek miktarda azot eklenmesinin kompost ortamında yüksek ısı artışı meydana getirebileceğini ve bununla birlikte misel ölümlerinin gerçekleşebileceğini ifade etmişlerdir. Aynı şekilde **Tshinyangu ve Hennebert (1995)**, yüksek konsantrasyonlarda amino asit eklenmesinin hiflerin plazmolizine neden olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız pirinç kepeğinin, gelişimi bu tarz mekanizmalarla geciktirmiş olabileceği ihtimali düşünülebilir. Olası diğer bir mekanizma ise; lignin yıkımını baskılayarak geciktirmiş olmasıdır. Burada fungusun tarımsal materyalden yeterince yararlanamayışı ve bu sebepten gelişiminin geciktirilmiş olabileceği şeklinde olduğu düşünülebilir. Bu duruma

paralel olarak **Reid, (1983)**, yaptığı çalışmada azot eklenmesinin lignin yıkımını baskıladığını belirtmiştir. Lignin yıkımının baskılanması neticesinde, ortamdaki hazır suda çözülmüş maddeler tükendikten sonra yenilerine ulaşamayacağı veya bu sürecin yavaş seyredebileceği ve neticede gelişim peryotlarının uzayabileceği düşünülebilir.

Lignin kompleksinin varlığı, etkin verimli sindirilebilirliğin gerçekleşebilmesinin önündeki en büyük engeldir. Aynı zamanda kaliteli yemlerde ki lignin seviyelerinin, enerji kaynağı olarak kullanılması gereken ve yüksek enerji potansiyeli taşıdıkları için kaliteli yemlerde seviyesi önemli olan selüloz, hemiselüloz ve protein moleküllerine ulaşmayı engellediği için düşük olması gereklidir. Bu durumun gerekliliğini **Karunanandaa ve ark., (1995)**, yüksek lignin içerikli dokunun varlığının, yüksek derecede sindirilebilir olan dokulara ulaşmayı engelleyen fiziksel bir bariyer olarak rol oynadığını ve böylece rumen mikroorganizmalarının hidrolitik enzimlerinin bu sindirilebilir olan dokulara lignin matriksinden dolayı ulaşamadığını belirterek açıklamışlardır. Benzer şekilde **Okano ve ark., (2005)**, beyaz çürükçül funguslar tarafından gerçekleştirilen lignin yıkımının artışıyla *in vitro* organik madde sindirilebilirliğinin de arttığını görmüşlerdir. **Dorado ve ark., (1999)**, *P. eryngii* ile buğday sapının 60 günlük katı substrat fermantasyonu ile biyolojik değerlendirilebilirliğini araştırmışlardır. Ligninin en seçici yıkımının *P. eryngii* ile gerçekleştirildiğini saptamışlardır. **Hadar ve ark., (1993)**, *Pleurotus* türleri ile pamuk saplarının lignoselülozik içeriğinin yıkımını tanımlamışlardır. Araştırmacılar, bu fungusların lignoselülozu lignin açısından seçici olarak yıktığını ve sonuç olarak oluşan organik maddenin sindirilebilirliğinin arttığını ortaya koymuşlardır. **İbrahim ve Pearce, (1980)**, ise onbir beyaz çürükçül fungus türünün; arpa ve bezelye samanı, şeker pancarı posası ve ayçiçeği kabukları üzerinde gelişimleri sonrası etkin lignin giderimleri tespit etmişler ve oluşan ürünlerin yüksek sindirilebilirlik gösterdiğini rapor etmişlerdir. Yapılan diğer pek çok çalışmada da lignoselülozik artıkların fungal muamele neticesinde delignifikasyonu ile sindirilme oranlarının arttırıldığı rapor edilmiştir (**Gupta ve ark., 1986; Kahlon ve Dass, 1987; Gupta ve Langar, 1988; Okano ve ark., 2007**).

Araziden toplanan pamuk saplarının; saf, %5 ve %10 PK'daki fermentasyon öncesi lignin miktarları sırasıyla; %28,66, 29,33 ve 32,00 olarak tespit edilmiştir. **Çömlekçioğlu, (2005)**, yaptığı analizler neticesinde pamuk saplarının lignin oranını

%19,50 olarak tespit etmişlerdir. **Atchison, (1993); Atchison, (1997); Mabee ve Roy, (1999)**, ise pamuk sapının lignin oranını %21-25 olarak belirlemişlerdir. **Şık ve Ünyayar (1995)**, ise %23.00 olarak saptamıştır. Literatürle kıyaslandığında kullandığımız pamuk sapının lignin oranının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, kültürün yapıldığı yer veya yetiştirilme şartlarının farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Saf pamuk sapında *P. eryngii* (H)'de; misel gelişim evresinden primordium ve hasat evrelerine doğru ilerledikçe gerçekleşen toplam lignin giderim yüzdeleri sırasıyla; %11,46, 21,91 ve 34,86 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.15; Tablo 4.7). Pamuk sapı + %5 PK'da *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de; misel gelişim evresinden primordium oluşumu ve 140. güne doğru toplam lignin giderim yüzdelerinin sırasıyla; %15,04, 22,04 ve 56,40 olarak arttığı görülmüştür. Misel gelişim döneminde her üç suşda farklı lignin giderim oranlarının meydana geldiği görülmüştür ($P < 0.05$) (Şekil 4.16; Tablo 4.7). Pamuk sapı + %10 PK'da, *P. eryngii* (T)'de; misel gelişim, primordium ve 140. güne ait toplam lignin giderim oranlarının sırasıyla; %11,50, 30,83 ve 64,50 olarak arttığı tespit edilmiştir. (Şekil 4.17; Tablo 4.7).

Çalışılan tüm suşlarda saf pamuk sapı, %5 ve %10 PK'da fermentasyon ilerledikçe toplam lignin giderim yüzdelerinin istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Daha önce yapılan bazı araştırmalarda, lignin gideriminin fermentasyon süresince devamlı bir şekilde gerçekleştiği ifade edilmiştir (**Belewu 2006; Jonathan ve ark. 2008**).

En yüksek lignin giderim oranı pamuk sapında *P. eryngii* (T)'de elde edilmiştir. Bu giderim yüzdeleri saf pamuk sapı, %5 ve %10 PK'da sırasıyla; %68,11, 69,68 ve 64,50 şeklinde gerçekleşmiştir. Yapılan istatistik analiz neticesinde bu değerlerin diğer suşların lignin giderim değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) şekilde yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 4.7).

Saf pamuk sapında her bir gelişim döneminde gerçekleşen lignin giderim oranları; *P. eryngii* (H)'de; misel gelişim, primordium ve hasat dönemlerinde, sırasıyla; %11,46, 10,36 ve 13,34 şeklinde gerçekleşmiştir. *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de; misel gelişim, primordium ve 140. gününde ise sırasıyla; %18,01, 6,38 ve 31,46 olarak

belirlenirken, *P. eryngii* (T)'de sırasıyla; %14,59, 4,62 ve 50,24 olarak gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.18; Tablo 4.8). Literatüre baktığımızda **Cai ve Tien (1993)**, fungal lignin yıkımının sekonder metabolizma sırasında gerçekleştiğini bu sebepten lignin yıkımının yavaş ilerlediğini tespit etmişlerdir. Pamuk sapında elde edilen lignin yıkım sonuçları, bu mekanizmanın sekonder metabolizma sırasında gerçekleştiği önerisini desteklediği kanaatindeyiz.

Saf buğday sapında kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı %21,33 olarak tespit edilmiştir. **Atchison, (1993), Atchison, (1997), Mabee ve Roy, (1999)**, buğday sapının lignin oranını %16-20 aralığında saptamıştır. **Peiji ve ark., (1997)**, ise buğday sapının lignin oranını %12,5 olarak belirlemişlerdir.

Saf buğday sapında, her üç suşda da fermentasyon ilerledikçe toplam lignin giderim yüzdelerinin istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) bir şekilde arttığı saptanmıştır. (Şekil 4.21; Tablo 4.9). Buğday sapı + %5 PK içeren kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı %20,00 olarak saptanmıştır. Her üç suşda da fermentasyon ilerledikçe lignin giderim yüzdesi istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır ($P<0.05$) (Şekil 4.22; Tablo 4.9). Buğday sapı + %10 PK içeren kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı %32,00 olarak tespit edilmiştir. Fermentasyon başlatıldıktan sonra, her üç suşda da fermentasyon ilerledikçe lignin giderim yüzdesi istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) bir şekilde artmıştır (Şekil 4.23; Tablo 4.9). Buğday sapında en yüksek lignin giderim oranları *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'den elde edilmiştir. Bu giderim yüzdeleri saf, %5 ve %10 PK'da sırasıyla; %74,11, 72,95 ve 73,61 olarak tespit edilmiştir. Yapılan istatistik analiz neticesinde bu değerlerin diğer suşların lignin giderim değerlerinden anlamlı ($P<0.05$) şekilde yüksek olduğu görülmüştür.

Saf buğday sapında *P. eryngii* (H)'de; misel gelişim, primordium ve hasat dönemlerinde lignin giderim yüzdeleri sırasıyla; %22,71, 12,54 ve 12,36 olarak saptanmıştır. *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de; misel gelişim, primordium ve 140. günde ise sırasıyla; %26,56, 26,12 ve 22,33 olarak belirlenirken, *P. eryngii* (T)'de sırasıyla; %27,16, 17,26 ve 8,34 olarak gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.24; Tablo 4.10). Saf buğday sapında her üç suşda da lignin gideriminin en fazla misel gelişim döneminde gerçekleştiği ve fermentasyon ilerledikçe azaldığı görülmektedir. Benzer şekilde, **Li ve ark., (2001)**, yaptıkları çalışma neticesinde elde ettikleri toplam lignin gideriminin

%50'sinin misel gelişim döneminde gerçekleştiğini görmüşlerdir. Ayrıca **Li ve Wang (1987)**, yaptıkları çalışmada *P. ostreatus*'un mısır sapı üzerinde üretimi neticesinde yine en yüksek lignin gideriminin misel gelişim döneminde gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Misel gelişim döneminde en yüksek lignin yıkımının gerçekleştiğini ileri süren diğer bir araştırma ise **Platt ve Hadar (1983)**, tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu sonuçlar buğday sapı ortamında bizim elde ettiğimiz sonuçlarla örtüşmektedir. Elde edilen bu sonucun, misel gelişim döneminde fungusun biyokütle seviyesini en yüksek miktara taşımak için yoğun çaba sarfetmesi ve ek karbon ile azot kaynağına ulaşmak için lignine yönelmesi ile açıklanabileceğini düşünmekteyiz. Buna karşın bazı araştırmacılar ise lignin yıkımının misel gelişim döneminden daha sonra arttığını, fungusun misel gelişim döneminde lignine yönelmediğini ve ortamda hazır bulunan çözünmüş molekülleri kullandığını tespit etmiştir (**Lindenfelser ve ark., 1979; Abdullah, 1994**). Aynı şekilde **Shi ve ark., (2008)**, *Phanerochaete chrysosporium* ile gerçekleştirdiği delignifikasyon çalışmasında 14 günden daha fazlaki inkübasyon sürelerinin lignin gideriminin artmasına neden olduğunda tespit etmiştir. Bu araştırmacıların elde ettiği bulguların bizim buğday sapında elde ettiğimiz verilerle örtüşmesine de, pamuk sapında elde edilen verilerin açıklanmasında göz önünde bulundurulması gerektiğini düşünmekteyiz. Farklı tarımsal materyaller üzerinde yıkımın gelişim dönemlerinde farklı gerçekleşmesi, bu durumun tarımsal materyalin kompozisyonel farklılığından kaynaklanıyor olabileceğini akla getirmektedir.

Saf soya sapı içeren kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı %23,33 olarak tespit edilmiştir. Her üç suşda da fermentasyon ilerledikçe lignin giderim yüzdeleri istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) bir şekilde artmıştır. Saf soya sapında oluşan en yüksek lignin giderim değeri (%23,88) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de elde edilmiştir (Şekil 4.27; Tablo 4.11). Soya sapı + %5 PK içeren kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı %24,66 olarak tespit edilmiştir. 15., 30. ve 40. günlerde her üç suşda da fermentasyon ilerledikçe lignin giderim yüzdesi istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) bir şekilde artmıştır. Soya sapı + %5 PK'da oluşan en yüksek lignin giderim değeri (%24,43) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de elde edilmiştir (Şekil 4.28; Tablo 4.11). Soya sapı + %10 PK içeren kontrol ortamının fermentasyon öncesi lignin miktarı %25,00 olarak tespit edilmiştir. 15., 30. ve 40. günlerde her üç suşda da fermentasyon ilerledikçe lignin giderim yüzdesi istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde

artmıştır ($P<0.05$). Soya sapı + %10 PK'da oluşan en yüksek lignin giderim değeri (%22,88) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'den elde edilmiştir (Şekil 4.29; Tablo 4.11).

Soya sapında, *P. eryngii* (H)'nin; 0-15, 15-30 ve 30-40. günler arasında meydana gelen lignin giderim oranları sırasıyla; %2,82, 5,44 ve 7,65 şeklinde gerçekleşmiştir. *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de; 0-15, 15-30 ve 30-40. günler arasında ise sırasıyla; %7,26, 8,32 ve 8,18 şeklinde gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.30; Tablo 4.12).

Tablo 5.3'de pamuk sapında lignin gideriminde en etkin suşun *P. eryngii* (T), buğday sapında *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve soya sapında ise yine *P. eryngii* var. *ferulae* (E) olduğu görülmektedir.

Tablo 5.3. Elde edilen en yüksek lignin giderim oranları

	En yüksek lignin giderimi (% \pm SH)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
Pamuk sapı	34,86 \pm 0,73	56,40 \pm 0,30	69,68\pm1,05
Buğday sapı	46,63 \pm 0,18	74,11\pm1,21	64,50 \pm 1,24
Soya sapı	16,57 \pm 0,42	24,43\pm0,30	11,00 \pm 0,26

Bu veriler tarımsal materyale özgü suş seçilmesi gerektiğini, farklı suşların dahi aynı tarımsal materyal üzerinde değişik yıkım performansları sergilediğini göstermektedir. **Reyes ve ark., (1998)**, *Volvariella volvacea*'nın farklı coğrafik bölgelerden elde edilen suşlarının farklı gelişim performansı gösterdiklerini, aynı şekilde **Reyes ve Abella (1997)**, *P. sajor-caju*'nun farklı suşlarının farklı gelişim performansı sergilediğini ve biyolojik farklılığın sadece türler arasında değil aynı zamanda aynı türün farklı suşları arasında da olabileceğini belirtmişlerdir. Aynı şekilde **Curvetto ve ark., (2002)**, farklı *Pleurotus* suşlarının farklı misel gelişim oranları ve biyolojik yetkinlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacıların elde ettikleri bu sonuçların, bizim çalışmamızda da elde ettiğimiz suşlar arasındaki anlamlı farklı yanıtların açıklamasında önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Literatürde farklı fungus türleriyle değişik lignoselülozik materyallerden elde edilen lignin giderimleri; **Salusso (2000)**, *Phyllostylon rhamnoides*, *Prosopis nigra*, *Cedrela fissilis* ve *Myroxyton peruiferum* gibi subtropikal orman ağaç türlerinden elde

edilen odun örneklerinden *Pleurotus laciniatocrenatus* beyaz çürükçül fungusu ile biyolojik yıkımını çalışmıştır. *P. laciniatocrenatus* ile bu materyallerin 60 günlük inkübasyonu neticesinde %2,8 oranında bir lignin giderimi belirlemiştir. Bu değer bizim elde ettiğimiz değerlerin çok altındadır. **Abdullah ve ark., (2006)**, yaptıkları çalışmada *Termitomyces sp* ile şeker kamışı küspesinin 21 günlük katı substrat fermentasyonu şartlarında lignoselülozik bileşenlerinin yıkımını çalışmışlardır. Araştırmacılar, bu süreç içerisinde maksimum %27.0'lık lignin kaybı tespit etmişlerdir. Bu yıkım değeride bizim elde ettiğimiz değer altındadır. Elde ettiğimiz yıkım değerinin altında yıkım elde edilen diğer bir çalışma da **Tsang ve ark., (1987)**, tarafından yapılmıştır, araştırmacılar *Pleurotus* türleri ile buğday samanından elde edilen en yüksek lignin giderimini %28 olarak saptamıştır. **Camarero ve ark., (1997)**, *P. eryngii* ve *Phanerochaete chrysosporium* beyaz çürükçül fungusları ile metillenmiş buğday samanının delignifikasyonunu çalışmışlardır. Araştırmacılar *P. eryngii* ile başlangıçtaki lignin miktarının %50'sinin giderildiğini saptamışlardır. *P. chrysosporium* başlangıçtaki selüloz miktarının %63'ünü yıkarken, *P. eryngii*'nin sadece %14.4'lük bir yıkıma neden olduğunu ve buna dayanarak *P. eryngii*'nin daha seçici bir lignin yıkım kalıbına sahip olduğunu belirtmiştir. Kullanılan türler aynı olmasına rağmen araştırmacıların yaptığı bu çalışmada birim zaman dikkate alındığında daha fazla giderim sağlanmıştır. **Jonathan ve ark., (2008)**, Nijerya ağaç artıklarının biyolojik yıkımını *Pleurotus tuberregium* (Fries) Singer ile katı substrat fermentasyonu şartlarında 90 günlük bir süreçte çalışmıştır. Araştırmacılar lignin gidrim oranlarını fermentasyonun 0, 30, 60 ve 90. günlerinde test etmiştir. En yüksek lignin giderimini (%29,96) fermentasyonun 90. günde *Milicia excelsa*' ağacının odun artıklarından elde etmiştir. **Croan, (2000)**, odun üzerinde yaşayan lignolitik beyaz çürükçül funguslardan olan *Pleurotus* cinslerini kültive etmek için odun artıklarını kullanmıştır. Mantarlar hasat edildikten sonra harcanan substratta %38'e kadar Klason lignini %45'e kadar ise asit soluble ligninin yıkıldığını tespit etmiştir. **Rolz ve ark., (1986)**, *Coriolus versicolor* ile *Citronella* posasının biyodelignifikasyonunu çalışmışlardır. Araştırmacılar 6 haftalık fermentasyon süreci neticesinde %45.45'lik lignin giderimi kaydetmişlerdir. **Hossam ve Anantharaman (2004)**, yaptıkları çalışmada *Trametes versicolor* ve *Lentinus crinitus*'un pirinç samanından lignini yıkma kapasitelerini karşılaştırmışlardır. *Trametes versicolor* içi elde edilen en yüksek lignin yıkım değerini %44,75 olarak, *Lentinus crinitus* için ise %43,60 olarak belirlemişlerdir. **Taniguchi ve ark., (2005)**, 60 günlük süreçte *P. ostreatus* ile pirinç kepeğinin enzimatik hidrolizini çalışmışlardır.

Araştırmacılar yaptıkları çalışma neticesinde %41'lik Klason lignin giderimi tespit etmişlerdir. **Camarero ve ark., (1994)**, *Phanerochaete chrysosporium* ve *P. eryngii* beyaz çürükçül fungusları ile katı substrat fermentasyonu şartlarında 80 günlük bir fermentasyon sürecinde buğday samanının fenolik lignin ünitelerinin yıkımını çalışmışlardır. Yapılan çalışma neticesinde *P. eryngii* ile %47 *P. chrysosporium* ile ise %45'lik lignin giderimi elde etmişlerdir. **Kerem (1997)**, *P. ostreatus* ile pamuk saplarının katı substrat fermentasyonu ortamına $MnSO_4$ eklenmesi ile lignin fraksiyonlarında %56'lık bir kaybın oluşmasını sağladığını tespit etmiştir. Yapılan bu çalışmada lignin giderimini arttırmak için ortama giderimden sorumlu olan enzimin indükleyicisi eklenmesine rağmen elde edilen giderim değeri saptadığımız değerin altında olduğu görülmektedir. **Kerem ve ark., (1992)**, *P. ostreatus*'un 30 günlük katı substrat fermentasyon sürecinde pamuk sapında %20'lik bir lignin giderimini sağladığını tespit etmişlerdir. Elde edilen bu değer, birim zaman açısından saptadığımız değerlerin üzerindedir. **Lopez ve ark., (2006)**, bahçe bitki artıklarından *Pleurotus flavido-alba* ile %46 oranında lignin giderdiğini tespit etmişlerdir. **Li ve ark., (2001)**, şapka gelişimi esnasında nispeten çok kısa bir süre içerisinde daha fazla enerji ve karbon kaynağına ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir.

Pirinç kepeğinin pamuk sapında toplam lignin giderimi üzerine etkisine baktığımızda, saf pamuk sapında, *P. eryngii* (T)'de, 140. günde toplam %68,11'lik bir lignin giderimi meydana gelirken, bu değer %5 PK'da %69,68 ve %10 PK'da ise %64,50 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.19; Tablo 4.7). Saf buğday sapında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de misel gelişim döneminde %26,56'lik bir lignin giderimi meydana gelirken, bu değer %5 PK'da %22,21'e düştüğü ve %10 PK'da ise %14,88'lik değer ile belirgin bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.25; Tablo 4.9). Saf soya sapında, fermentasyonun 15. gününde *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de %7,26'lik bir lignin giderimi meydana gelirken, bu değer %5 PK'da %3,87'e düştüğü ve %10 PK'da ise %1,44'e belirgin bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.31 ve Tablo 4.11). Bu baskılanma pamuk sapı için özellikle *P. eryngii* (T)'de misel gelişim ve 140. günde kendini göstermiştir. Bu baskılanma buğday sapında ise her üç suşda da görülmekle beraber özellikle *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de misel gelişim döneminde belirgin olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Soya sapında ise 15. günde belirgin bir baskılanma gözlenmiş 30. günde bu baskı devam etmiş ve 40. günde ise anlamlı farklar tespit edilmemiştir. Pirinç kepeği, misel gelişim döneminde gerçekleşen lignin giderimini baskılamıştır. Bu

durum, fungusun öncelikle ortama pirinç kepeğinin eklenmesiyle oluşan hazır karbon ve azot kaynağını kullandığı ve lignine yönelmediği bu sebepten dolayı pirinç kepeği katkılı ortamda saf olan kontrol ortamına göre lignin gideriminin az oranda gerçekleşmiş olabileceği şeklinde açıklanabilir. **Lindenfelser ve ark., (1979)**, *P. ostreatus*'un misel gelişim döneminde öncelikle ortamdaki hazır çözünür molekülleri kullandığını **Abdullah (1994)**, ise lignin gideriminin ortamdaki çözünür moleküller tükendikten sonra gerçekleşmeye başladığını tespit etmiştir. Fermentasyon ortamlarına pirinç kepeğinin eklenmesi C/N oranını azalttığı tespit edilmiştir. Lignin yıkımının ise ortamın C/N oranıyla yani azot içeriğiyle etkilendiği ve genelde bunun baskılanma olarak izlendiğine dair literatüre rastlanmıştır. **Dorado ve ark., (2001)**, lignoselülozik artıklardaki azot miktarının, beyaz çürükçül funguslar tarafından gerçekleştirilen seçici lignin yıkımını baskıladığını ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde, %2'lik pirinç kepeği eklenmiş malt ekstrakt agar plaklarında *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (H)'de misel gelişimini baskılandığı saptanmıştır (Şekil 4.3; Tablo 4.1). Genel anlamda özellikle misel gelişim döneminde gerçekleşen lignin yıkım oranları açısından her üç tarımsal materyalde ve her üç suşda da literatürle benzerlik gösteren sonuçlar kaydedilmiştir.

Pleurotus türlerinin iyi birer lakkaz üreticisi oldukları pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (**Buswell ve ark., 1995; Ardon ve ark., 1998; Baldrian ve Gabriel, 2003; Reddy ve ark., 2003; Tychanowicz ve ark., 2006; Elisashvili ve ark., 2007**). Diğer bir çalışmada **Munoz ve ark., (1997)**, *P. eryngii* ile yaptıkları çalışmada elektroforetik yöntemlerle iki lakkaz izoenzimi izole etmişlerdir. **Wang ve Ng, (2006)**, ise yaptıkları çalışmada farklı yöntemler kullanarak *P. eryngii*'nin şapkasından lakkaz izole etmişlerdir.

Saf pamuk sapında gerçekleşen fermentasyon süreci esnasında, lakkaz aktivitesinin, tüm suşlar için misel gelişim döneminden hasat/FS dönemine doğru gidildikçe arttığı belirlenmiştir. **Zhao ve Kwan (1999)**, yenilebilir mantar *Lentinula edodes*'in lakkaz üretimi üzerine farklı substratların ve çeşitli gelişim evrelerinin (misel gelişim, primordium oluşum ve şapka oluşum) etkilerini çalışmışlar ve şapka oluşum döneminde yüksek lakkaz aktivitesi belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu durumun sebebinin; lakkazın, fungusun morfogenezinde önemli role sahip olan ekstraselüler pigmentlerin oluşumunu katalizlemesinden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Bizim

sonuçlarımızla bu çalışmanın sonuçları paralellik göstermektedir. Aynı şekilde bulgularımızla paralellik gösteren diğer bir çalışmada ise; **Chen ve ark., (2004)**, *Volvariella volvacea*'nın V14 suşunu pamuk artıkları ile hazırladığı kompost üzerinde kültive etmişler ve fungusun vejetatif gelişimi esnasında lakkazı çok düşük seviyelerde belirlemişlerdir. Sporofor gelişimi esnasında ve şapka oluşum döneminde ise aktivitenin belirgin bir şekilde arttığını tespit etmişlerdir. Buna karşın **Ohga ve Royse (2001)**, *Lentinus edodes*'in farklı sıcaklık ve nem koşullarında odun talaşı üzerinde gelişimi esnasındaki lakkaz geninin transkripsiyonunu çalışmışlardır. Araştırmacılar lakkazın transkripsiyon seviyesinin misel gelişimi esnasında maksimum olduğunu ve şapka oluşumu esnasında ise hızlı bir şekilde azaldığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar bizim elde ettiğimiz sonuçlarımızla örtüşmemektedir. Bu durumun nedeni; kullanılan türün farklılığından veya kullanılan lignoselülozik materyalin farklı oluşundan kaynaklanabileceğini ileri sürebiliriz. Saf pamuk sapında elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi (267,66 U/L) *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 140. günde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (2,11 U/L) *P. eryngii* (T)'de misel gelişim döneminde belirlenmiştir (Şekil 4.15; Tablo 4.7). Pamuk sapında en yüksek lignin giderimi *P. eryngii* (T)'de elde edilmesi ve bu suşun fermentasyon sonunda elde edilen lakkaz aktivitesinin (86,55 U/L) *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (H)'nin fermentasyon sonunda elde edilen aktivitelerinden (sırasıyla; 267,66 ve 149,49 U/L) düşük çıkması; ortamda enzimin indükleyicisi olan lignin miktarının azalışıyla ilişkilendirilebileceğini düşünmekteyiz. Ligninin lakkazın indükleyicisi olduğu pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (**Rosales ve ar., 2002; Reddy ve ark., 2003; Kapich ve ark., 2004**). Bununla birlikte **Rosales ve ark., (2007)**, portakal kabukları üzerinde geliştirilen *Trametes hirsuta* tarafından lakkaz üretimini çalışmışlardır. Araştırmacılar en yüksek lakkaz aktivitesini 2,5 g portakal kabuğu ve 5 mM bakır sülfat eklenmiş ortamda (31,786 U/L) olarak tespit etmişlerdir. Bu elde edilen aktivite değeri bizim elde ettiğimiz değerimizin üzerindedir. Yaptığımız çalışmada herhangi bir indükleyici kullanmamamıza rağmen elde edilen aktivite değerinin, yinde azımsanmıyacak seviyelerde olduğu saptanmıştır. Aynı şekilde **Mikiashvili ve ark., (2006)**, ortama herhangi bir indükleyici eklenmeden lignoselülozik tarımsal artık varlığında enzim üretiminin belirgin bir şekilde uyarıldığını yaptıkları çalışmada saptamışlardır. Aynı şekilde **Ardon ve ark., 1996**, *Pleurotus* kültivasyonu için pamuk saplarının en iyi substrat olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar pamuk sapı ekstraktlarının yüzey kültürde fungal gelişimi, batık kültürde ise ekstraselüler lakkaz aktivitesini uyardığını bulmuşlardır.

Saf buğday sapında, lakkaz aktivitesinin *P. eryngii* var. ferulae (E) hariç misel gelişim döneminden hasat/FS dönemine doğru gidildikçe genel anlamda arttığı ve bu artışların istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Daha önce yapılan bazı çalışmalar (**Zhao ve Kwan 1999; Chen ve ark., 2004**) bulgularımızı desteklerken diğer bazı çalışmaların (**Ohga ve Royse 2001; Matta ve ark., (2007)**) sonuçlarıyla ise örtüşmediği görülmüştür. Bulgularımızın bahsedilen çalışmalardaki bulgularla örtüşmeme nedeninin kullanılan türün ve lignoselülozik materyalin farklılığından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Bu durumu; **Songulashvili ve ark., (2007)** yaptıkları çalışma sonucunda, kullanılan tarımsal artık materyalin ve kullanılan mikroorganizmanın türünün enzimin üretiminde önemli olduğu şeklinde açıklamıştır. Buna karşın *P. eryngii* var. ferulae (E)'de lakkaz aktivitesinin misel gelişim evresinden primordium evresine geçişte arttığı, 140. günde ise düştüğü tespit edilmiştir (sırasıyla; 8,11, 112,22 ve 112,22 U/L). Bu aktivite düşüşünün; buğday sapında en etkin lignin giderimi gerçekleştiren *P. eryngii* var. ferulae (E)'de görülmesi, ortamda enzimin indükleyicisi ve substratı olan ligninin fermentasyon sonunda azalması ile gerçekleşmiş olabileceğini akla getirmektedir. Ligninin lakkazı indüklediğine dair pek çok literatür mevcuttur (**Reddy ve ark., 2003; Kapich ve ark., 2004**). Saf buğday sapında elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi (224,29 U/L) *P. eryngii* (T)'de 140. günde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (2,11 U/L) yine aynı suşun misel gelişim döneminde tespit edilmiştir (Şekil 4.21; Tablo 4.9). Ortama herhangi bir indükleyici eklenmeden lignoselülozik materyalle lakkazın indüklediği **Mikiashvili ve ark., (2006)** tarafından saptanmıştır.

Saf soya sapında genel anlamda lakkaz aktivitesinin fermentasyon ilerledikçe arttığı saptanmıştır. *P. eryngii* (T)'de lakkaz aktivitesinin 15. gün ile 30. gün arasında arttığı 40. günde ise azaltığı belirlenmiştir (sırasıyla; 0,48, 3,06 ve 0,51 U/L). *P. eryngii* var. ferulae (E) ve *P. eryngii* (H)'de ise fermentasyon ilerledikçe lakkaz aktivitesinin istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) bir şekilde arttığı saptanmıştır. En yüksek lakkaz aktivitesi (204,39 U/L) *P. eryngii* var. ferulae (E)'de 40. günde, en düşük lakkaz aktivitesi ise (0,48 U/L) *P. eryngii* (T)'de 15. günde belirlenmiştir (Şekil 4.27; Tablo 4.11). Buna karşın **Shah ve ark., (2005)**, *Phylosticta* spp. MPS-001 suşunu muz kabukları üzerinde katı substrat fermentasyonu şartlarında 40 gün inkübe etmişlerdir. Araştırmacılar en yüksek spesifik lakkaz aktivitesini misellerin vejetatif gelişimlerini tam olarak tamamladıkları 20. günde gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Aynı şekilde

Kerem ve ark., (1992), *P. ostreatus*'un pamuk sapları üzerinde 30 günlük fermentasyonu neticesinde lakkaz aktivitesinin ilk 6 günde arttığı ve daha sonra düştüğünü saptamıştır. Sonuçlarımızla karşılaştırıldığında, farklı sonuç elde edilişi; kullanılan tarımsal materyalin farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Literatürde soya sapı kullanılarak yapılan benzer çalışmaya rastlanmamıştır.

Saf pamuk sapında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de misel gelişim döneminde lakkaz aktivitesi 5,97 U/L olarak belirlenirken, %5 PK'da 3,78 U/L ve %10 PK'da ise 6,56 U/L olarak tespit edilmiştir. *P. eryngii* (H)'de; saf, %5 ve %10 PK'da primordium dönemindeki lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 47,81, 66,99 ve 53,55 U/L olarak tespit edilmiştir. Genel anlamda pirinç kepeği özellikle primordium döneminde lakkaz aktivitesini arttırmıştır. Özellikle *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de primordium döneminde kontrol ortamının lakkaz aktivitesi 32,89 U/L olarak belirlenirken, bu değer %5 PK'da 50,59 U/L'e, %10 PK'da ise 68,82 U/L'e yükseldiği görülmüştür (Şekil 4.20 Tablo 4.7).

Konu ile ilgili literatüre baktığımızda, **Stajic ve ark., (2006)**, durağan fermentasyon şartlarında, *P. eryngii*'nin en yüksek lakkaz aktivitesini (246,4 U/L) azot kaynağı olarak 20 mM (NH₄)₂SO₄ eklenmesiyle ortaya çıktığını saptamıştır. Aynı şekilde (**Vikineswary ve ark. 2006**), yaptıkları çalışma neticesinde *Pycnoporus sanguineus*'da en yüksek lakkaz aktivitesini (46.5 U/g) %0,92 oranında üre formunda azot kaynağı eklenmiş ortamdan saptamışlardır. Yine benzer şekilde, **Topaktaş, (1990)**, tarafından yapılan çalışmada azot kaynağının düşük miktarda kullanılmasının lakkaz aktivitesini indüklediği saptanmıştır. Pirinç kepeğini organik azot kaynağı olarak düşündüğümüzde elde ettiğimiz sonuçlar bu çalışmaların sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Buna karşın, saf buğday sapında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de misel gelişim dönemindeki lakkaz aktivitesi 8,11 U/L olarak belirlenirken, bu aktivitenin %5 PK'da 5,16 U/L'e ve %10 PK'da ise 4,93 U/L'e belirgin bir şekilde (P<0.05) azaldığı saptanmıştır. *P. eryngii* (T)'de; saf, %5 ve %10 PK'da primordium dönemine ait lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 42,65, 683,76 ve 43,75 U/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.26; Tablo 4.9).

Saf soya sapında, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de 15. gününde lakkaz aktivitesi 2,36 U/L olarak saptanırken, aktivitenin %5 PK'da 20,91 U/L'e arttığı ve %10 PK'da ise 3,33 U/L olarak belirlenmiştir. *P. eryngii* (T)'de, fermentasyonun 30. gününde; saf,

%5 ve %10 PK'da lakkaz aktiviteleri sırasıyla; 3,06, 2,48 ve 2,26 U/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.32 Tablo 4.11).

Genel anlamda elde edilen bu lakkaz aktivitelerine baktığımızda; kullandığımız fermentasyon şartlarının, suşların ve tarımsal materyallerin, lakkaz enziminin üretilmesi amaçlı yapılacak çalışmalarda da kullanılabileceğini işaret ettiğini düşünmekteyiz. Ayrıca kompost ortamında lakkaz enzimi üretimine yönelik çalışmaların sayısının yeterli olmadığı söylenebilir.

Tarımsal artık materyalin fungal uygulamaya tabi tutulduktan sonra, ortamda fungusun kendisinin oluşturduğu protein varlığından dolayı C/N oranı düşmektedir. C/N oranı, fermentasyon esnasındaki moleküllerin biyolojik olarak dönüşümünün göstergesi olarak değerlendirilebilir. Benzer şekilde **Dilly ve ark., (2001)**, fungusla gerçekleştirilen muamelenin, C/N oranında düşüslere neden olduğunu saptamışlardır. Saf pamuk sapı, pamuk sapı + %5 PK ve pamuk sapı + %10 PK kontrol ortamlarının fermentasyon öncesi C/N oranları sırasıyla; %34,13, 32,93 ve 30,18 olarak tespit edilmiştir. Değerler incelendiğinde C/N oranının pirinç kepeği eklenmesiyle azaldığı görülmektedir. Bu durumda pirinç kepeğinin, fermentasyon ortamı için organik azot kaynağı rolü üstlendiği söylenebilir. Hazırlanan ortamlarda *P. eryngii* (H), *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'de hasat veya 140. günde elde edilen C/N oranlarının kontrol değerlerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. En düşük C/N oranı (%18,6) saf pamuk sapında *P. eryngii* (T)'de, en yüksek C/N oranı (%29,06) ise *P. eryngii* (H)'de pamuk sapı + %10 PK'da tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerlerin fermente edilmeyen kontrol değerinden düşük olduğu görülmüştür (Şekil. 4.33; Tablo 4.13).

Saf buğday sapı, buğday sapı + %5 PK ve buğday sapı + %10 PK kontrol ortamların fermentasyon öncesi C/N oranları sırasıyla; %98,04, 84,36 ve 79,56 olarak tespit edilmiştir. 140. günde en düşük C/N oranının (%34,28) buğday sapı + %10 PK'da *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile fermentasyonu neticesinde oluştuğu ve bu değer kontrol değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. En yüksek C/N oranı (137,12) ise yine *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'de buğday sapı + %5 PK'dan elde edildiği ve elde edilen bu değer fermente edilmeyen kontrol değerinden yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.34; Tablo 4.14).

Saf soya sapı, soya sapı + %5 PK ve soya sapı + %10 PK kontrol ortamların fermentasyon öncesi C/N oranları sırasıyla; %54,26, 50,40 ve 43,62 olarak tespit edilmiştir. 40. günde en düşük C/N oranının (%19,99) saf soya sapında *P. eryngii* (H) ile fermentasyon neticesinde oluştuğu ve bu değer kontrol değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. En yüksek C/N oranı (%189,53) ise *P. eryngii* (T)'de soya sapı + %5 PK'dan elde edildiği ve elde edilen bu değer fermente edilmeyen kontrol değerinden yüksek olduğu görülmüştür (Şekil. 4.35; Tablo 4.15).

Tablo 5.4'de, pamuk sapında *P. eryngii* (T), buğday sapında *P. eryngii* var. ferulae (E) ve soya sapında ise *P. eryngii* (H)'nin C/N oranlarında en yüksek düşüşlere neden olduğu görülmektedir.

Tablo 5.4. Elde edilen en düşük C/N oranları

	C/N (%±SS)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. ferulae (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
Pamuk sapı	24,47±7,87	19,05±1,64	18,6±0,36
Buğday sapı	135,73±29,56*	41,72±0,43	94,02±8,98
Soya sapı	19,99±2,31	35,62±8,91	51,64±18,08

Fermentasyon Öncesi Değerler; Pamuk sapı: %34,13±4,98; Buğday sapı: %98,04±8,63; Soya sapı: %54,26±8,87, *Fermentasyon öncesi değerden yüksek tespit edilmiştir.

Bu durumu; fungusların karbon kaynağını daha fazla tüketip, biyokütleyle dönüştürmek suretiyle gerçekleştirmiş olabileceğini düşünmekteyiz. Elde ettiğimiz bu sonuçlar **Li ve ark. (2001)**, yaptıkları çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Araziden toplanan tarımsal materyallerin, lignin içeriklerinin yüksek oluşlarının yanı sıra, proteince fakir oluşları da verimli ve kaliteli yem olmaları önündeki diğer bir engeldir. Benzer şekilde **Zadrazil ve ark. (1996)**, lignoselülozun beyaz çürükçül funguslarla proteince zenginleştirilmiş besinlere biyolojik dönüşümünü ve **Bau ve ark., (1994)**, ise fermente ürünlerin daha iyi bir sindirilebilirlik ve gelişmiş protein içeriğine sahip olduklarını saptamışlardır. Aynı şekilde **Zadrazil ve Dube, (1992)**, fungus inokülasyondan önceki protein miktarının hasattan sonraki protein miktarından düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Saf pamuk sapı, pamuk sapı + %5 ve pamuk sapı + %10 PK kontrol ortamlarının fermentasyon öncesi ham protein değerleri sırasıyla; %7,62, 7,87 ve 8,17 olarak tespit edilmiştir. 140. günde alınan örneklerin protein değerlerinde fermentasyon öncesi değerlere göre artış saptanmıştır. En yüksek protein değerinin (%13,42) saf pamuk sapında *P. eryngii* (T) ile fermentasyon neticesinde ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda; **Albores ve ark., (2006)**, pirinç kepeğinin protein miktarını *Pleurotus* türleri ile 14 günlük bir fermentasyon sonucunda %0,7 den %0,9'a yükseltildiğini tespit etmişlerdir. Aynı şekilde **Belewu (2006)**, yaptığı çalışmada fungus uygulanmamış talaş ve pamuk yan ürünlerinin azot oranlarını sırasıyla; %0,35 ve 1,25 olarak tespit etmiştir. *P. sajor-caju* ile gerçekleştirilen fermentasyon süreci sonunda bu değerlerin sırasıyla; %1,52 ve 2,48'e yükseldiğini saptamıştır. Bu sonuçlar çalışmamızın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Çalışmamızda her üç tarımsal materyalin fermentasyonu neticesinde elde edilen protein değerlerinin daha yüksek olduğu savunulabilir. Pamuk sapı + %5 PK ve pamuk sapı + %10 PK'da fermentasyon öncesi elde edilen protein değerleri, saf ortamındaki kontrol değerlerine göre yüksek olduğu belirlenmiştir. (Şekil 4.36; Tablo 4.16).

Saf buğday sapı, buğday sapı + %5 ve buğday sapı + %10 PK kontrol ortamlarının fermentasyon öncesi ham protein değerleri sırasıyla; %2,43, 2,68 ve 2,93 olarak tespit edilmiştir. 140. günde en yüksek protein değeri (%6,48) buğday sapı + %10 PK'da *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile fermentasyon neticesinde elde edilmiştir (Şekil. 4.37; Tablo 4.16).

Organik azot kaynağı olarak değerlendirdiğimiz pirinç kepeğinin, buğday sapında kontrole göre protein miktarında daha fazla artışa neden olduğu saptanmıştır. Bu durum az miktarda organik azot ilavesinin misel yoğunluğunu arttırmış olabileceği şeklinde açıklanabilir. Nitekim, **Topaktaş (1990)**, buğday sapı gelişim ortamındaki azot konsantrasyonunun artmasının biyokütle arttırdığını saptamıştır. Fungusun gelişmesiyle beraber, fungal proteindeki bazı esansiyel amino asitlerce de ortamın zenginleşmiş olabileceğide ileri sürülebilir. Nitekim, **Valmaseda ve ark., (1991)**, Samanın bazı amino asitlerce eksikliği ve düşük protein oranının katı substrat fermentasyonu ile giderilebileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, lizin amino asit miktarının *Trametes vesicolor* ile 10 kat arttığını saptamışlardır.

Saf soya sapı, soya sapı + %5 ve soya sapı + %10 PK kontrol ortamlarının fermentasyon öncesi ham protein değerleri sırasıyla; %5,31, 5,43 ve 5,75 olarak tespit edilmiştir. 40. günde en yüksek protein değeri (%13,32) saf soya sapında *P. eryngii* (H) ile fermentasyon neticesinde elde edilmiştir (Şekil. 4.38; Tablo 4.16). **Li ve ark. (2001)**, protein içeriğinin artışı ve lignoselüloz içeriğinin azalışının kullanılan substratın kuru madde sindirilebilirliğindeki artışa katkıda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bu durumda, harcanan substratın geniş getiren hayvanlar tarafından besin kaynağı olarak kabul görmesinin mümkün olduğunu ifade etmişlerdir.

Tablo 5.5’de Pamuk sapında *P. eryngii* (T), buğday sapında *P. eryngii* var. ferulae (E) ve soya sapında ise *P. eryngii* (H)’nin en etkin protein miktar artışlarına neden oldukları görülmektedir.

Tablo 5.5. Elde edilen en yüksek ham protein değerleri

	Ham Protein (%±SH)		
	<i>P. eryngii</i> (H)	<i>P. eryngii</i> var. ferulae (E)	<i>P. eryngii</i> (T)
Pamuk sapı	10,52±1,13	12,76±0,7	13,42±0,33
Buğday sapı	1,81±0,65*	5,45±0,4	2,29±0,04*
Soya sapı	13,32±1,36	7,71±1,00	5,46±1,81

Fermentasyon Öncesi Değerler; Pamuk sapı: %7,62; Buğday sapı: %2,43; Soya sapı: %5,31, *Fermentasyon öncesi değerden düşük tespit edilmiştir.

Bu veriler dorultusunda, suşların farklı tarımsal materyallerde farklı miktarlarda protein artışları meydana getirişleri; farklı miktarda biyokütle üretimi gerçekleştirmelerinden kaynaklanmış olabileceği şeklinde açıklanabilir. Nitekim, **Reyes ve ark., (1998)**, farklı coğrafik bölgelerden elde edilen suşlarının farklı gelişim performansı gösterebildiklerini, **Songulashvili ve ark. (2006)** ise biyokütle üretiminde önemli bir faktör olan lakkaz ve MnP üretiminin lignoselülozik materyale oldukça bağımlı olduğunu ifade etmişlerdir. **Thomas ve ark., (1998)** fungal gelişim açısından kullanılan substratın selüloz/lignin oranının önemli olduğunu vurgulamıştır. Bu araştırmacının tespiti doğrultusunda, farklı tarımsal materyaller farklı selüloz/lignin oranına sahip olduklarından dolayı, fungal fizyolojik yanıtların da farklı olması normal bir durumdur. Araştırmacıların elde ettikleri bu sonuçlar çerçevesinde; her üç suştan da

elde ettiğimiz farklı fizyolojik yanıtların, suşlarımızın farklı coğrafik bölgelerden izole edilmeleriyle açıklanabileceğini düşünmekteyiz.

Tablo 5.6'da suşların hangi tarımsal materyalde ve hangi parametre üzerinde etkin olduğu görülmektedir.

Tablo 5.6. Suşların en iyi sonuç verdiği parametreler

Suşlar	Besinsel Parametreler			
	C/N oranı azalışı	Redükte şeker oluşumu	Lignin kaybı	Ham protein artışı
<i>P. eryngii</i> (H)	SS	-----	----	SS
<i>P. eryngii</i> var. <i>ferulae</i> (E)	BS	BS	BS, SS	BS
<i>P. eryngii</i> (T)	PS	PS	PS	PS

PS: Pamuk sapı, BS: Buğday sapı, SS: Soya sapı

Tablo 5.6 incelendiğinde *P. eryngii* (H)'nin daha çok soya sapı üzerinde, *P. eryngii* var. *ferulae* (E)'nin buğday sapında, *P. eryngii* (T)'nin ise pamuk sapında en iyi sonuçların ortaya çıkmasında etkin oldukları görülmektedir. Bu veriler; tarımsal materyale özgü suşun seçiminin önemli olduğunu ve tarımsal materyalin ham kompozisyonu ile fungal fizyolojik cevapların oluşması arasında bir bağlantının olabileceğini akla getirmektedir.

Daha önce yapılan pek çok çalışmada fungal fermentasyon ile ligninin uzaklaştırıldığı, protein miktarının arttığı ve dolayısıyla besin kalitesinin yükseldiği saptanmıştır. Bunlar arasında; **Belewu (2006)**, *P. sajor-caju* ile lignin uzaklaştırılması ile odun talaşı ve pamuk yan ürünlerinde ki besinlerin elde edilebilirliğinin arttığını ve bu artıkların besin değerinin yükseldiğini ifade etmiştir. **Basu ve ark., (2002)**, hayvan yemi olarak kullanılmak istenen lignoselülozik artıkların biyolojik çevrimi için yüksek seviyelerde lignin yıkımının ve minimum selüloz kullanımının gerekli olduğu vurgulanmıştır. **Nevo ve Hadar (2007)**, fungusla özgü tarımsal artığın seçilmesinin bu tür uygulamalar için etkin teknolojilerin geliştirilmesinde önemli olduğu belirtilmiştir.

Çalışmamızın sonucunda; kullandığımız ham hali kaba yem olarak değerlendirilebilecek olan; buğday, soya ve pamuk sapının, ruminant beslenmesi için gerekli olan besinsel özelliklerinin iyileştirilebildiği önerilebilir. Özellikle buğday

sapından *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile elde edilen; yüksek redükte şeker miktarı, yüksek lignin giderimi, %50'ye yakın protein artışı ve düşük C/N oranı ile daha kaliteli ruminant besini elde etme amacına ulaştığımızı söyleyebiliriz. Aynı şekilde pamuk sapında *P. eryngii* (T) fermentasyonu sonucunda elde edilen değerler de kaliteli ruminant besininde olması gereken seviyelerde olduğunu düşünmekteyiz. Kullanılan suşlar ile soya sapından istenilen seviyelerde lignin uzaklaştırılmamış ancak azımsanmayacak miktarda da protein artışı sağlandığı görülmüştür. Buna rağmen daha iyi sonuçlar elde edebilmek için soya sapı üzerine daha fazla çalışmaların yapılması gerektiği kanaatindeyiz. Çalışmamızın verilerine dayanarak tarımsal materyale özgü fermentasyon biçiminin ve kullanılacak türün veya suşun seçiminin istenen sonuçların eldesi açısından önemli olduğunu önerebiliriz. Bunun yanında, gerçekleştirdiğimiz fermentasyon tipinin, kullandığımız *P. eryngii* suşlarının ve tarımsal lignoselülozik materyallerin, lakkaz enziminin üretilmesinde de kullanılabilceğini ve yapılacak olan diğer bazı optimizasyon çalışmalarıyla yüksek enzim üretiminin de elde edilebileceğini düşünmekteyiz.

Fosil yakıtların kıt olduğu ve ekonomisi önemli oranda tarıma dayalı olan ülkemizde, tarımsal artıkların enerji kaynağı olarak kullanılmasına yönelik biyoteknolojik yaklaşımlar geliştirme çalışmaları hem ulusal ekonomi ve hem de çevre açısından ülkemize yeni açılımlar yaratacağı kanaatindeyiz.

Yaptığımız bu çalışmanın ilerleyen süreçte; Türkiye'de tarımsal atıkların çevresel etkilerini azaltmak, buna uygun teknolojiler geliştirmek, tarımsal atıkların kullanım etkinliğini artırarak sürdürülebilir kalkınmaya yardımcı olmak ve doğal kaynakları korumak gibi amaçlara katkıda bulunabileceğini düşünmekteyiz.

6. REFERANSLAR

- ABBOTT, T. P., WICKLOW, D. T.,** 1984. Degradation of Lignin by *Cyathus* Species. *Appl. Environ. Microbiol.* **47**, 585–587.
- ACAROĞLU, M., AKSOY A.S., ÖĞÜT, H.,** 1999. The Potential of Biomass and Animal Waste of Turkey and The Possibilities of These as Fuel in Thermal Generating Stations. *Energy Sources*, **21 (4)**, 339-345.
- ACAROĞLU, M., ÜLTANIR, M. Ö.,** 2004. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Uygulamaları Gelecek Senaryoları ve Beklentiler, Biyoenerji 2004 Sempozyumu, 20-22 Ekim 2004, Ege Üniversitesi, İzmir.
- ABDULLAH, N.,** 1994. Investigations into The Nature of Solid State Fermentation of Lignin and Cellulose, PhD Thesis, Institute of Chemistry, University of The Punjab, Pakistan.
- ABDULLAH, N., EJAZ, N., ABDULLAH, M., ALIM-UN-NISA., FIRDOUS, S.,** 2006. Lignocellulosic Degradation in Solid-state Fermentation of Sugar Cane Bagasse by *Termitomyces* sp., *Micologia Aplicada International*, **18(2)**, 15-19.
- ADVANCED BIOETHANOL TECHNOLOGY,**
http://permanent.access.gpo.gov/websites/www.ott.doe.gov/biofuels/advanced_bioethanol.html
- AGOSIN, E., ODIER, E.,** 1985. Solid-state Fermentation, Lignin Degradation and Resulting Digestibility of Wheat Straw Fermented by Selected Whiterot Fungi, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **21**, 397– 403.
- AKIN, D. E., RIGSBY L. L., SETHURAMAN, A., MORRISON, W. H. 3rd., GAMBLE, G. R., ERIKSSON, K. E.,** 1995. Alterations in Structure, Chemistry, and Biodegradability of Grass Lignocellulose Treated with the White Rot Fungi *Ceriporiopsis subvermispora* and *Cyathus stercoreus*. *Appl. Environ. Microbiol.*, **61**, 1591–1598.

AKIN, D. E., MORRISON, W. H. 3rd., RIGSBY, L. L., GAMBLE, G. R., SETHURAMAN, A., ERIKSSON, K. E. L., 1996. Biological Dilignification of Plant Components by the White-rot Fungi Ceriporiopsis Cubvermispora and Cyathus Stercoreus. Anim Feed Sci Technol., **63**, 305–321.

ALBORES, S., PIANZZOLA, M. J., SOUBES, M., CERDEIRAS, M. P., 2006. Biodegradation of Agroindustrial Wastes by *Pleurotus* spp. for its Use as Ruminant Feed, Electronic Journal of Biotechnology, **9(3)**, 215-220.

ALFONSO, S., FRANCISCO, Y., GARCIA, M. J., MARTIN, E., 2002. Biodegradation of Viticulture Wastes by Pleurotus: a Source of Microbial and Human Food and its Potential Use in Animal Feeding, j. Agric. Food. Chem., **50(9)**, 2537-42.

ANONYMOUS., 2001. DİE, Tarımsal Gösteriler: 1923-1998, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 2407, Ocak 2001, Ankara.

ANONYMOUS., 1999. Pamukların Kontroluna Dair Tüzükte Değişiklik Yapılmasına İlişkin Tüzük. T.C. Resmi Gazete (310799). Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 31 Temmuz 1999. Sayı: 23772, Yürütme ve İdari Bölümü 2-5.

ANONYMOUS., 2003. TKB, Pamuk Danışma Kurulu, Aralık 2003, Denizli.

ARDON, O., KEREM, Z., HADAR, Y., 1998. Enhancement of Lignin Degradation and Laccase Activity in *Pleurotus ostreatus* by Cotton Stalk Extract, Can. J. Microbiol., **44**, 676-680.

ARDON, O., KEREM, Z., HADAR, Y., 1996. Enhancement of Laccase Activity in Liquid Cultures of The Ligninolytic Fungus *Pleurotus ostreatus* by Cotton Stalk Extract, Journal of Biotechnology, **51**, 201-207.

- ARGYROPOULOS, D.S., MENACHEM, S. B.**, 1997. Lignin. In K.-E. Eriksson (ed.), *Advances in Biochemical Engineering Biotechnology*, vol. 57. Springer-Verlag, Germany. p.127-158.
- ARIOĞLU, H. H.**, 2000. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. ÇÜ Zir. Fak. Yayın No:220, Adana.
- ARORA, D. S., CHANDER, M., GILL, P. K.**, 2002. Involvement of Lignin Peroxidase, Manganese Peroxidase and Laccase in Degradation and Selective Ligninolysis of Wheat Straw, International Biodeterioration and Biodegradation, 50, 115-120.
- ATCHISON, J.E.**, 1993. World Wide Capacities For Non-Wood Plant Fiber Pulping- Increasing Faster Than Wood Pulping Capacities. Nonwood Plant Fiber, Progress Report No. 19. TAPPI, 1, 1991.
- ATCHISON, J.E.**, 1997. Data on Non-Wood Plant Fibers. In: Pulp and Paper Manufacture. (Ed. M.J. Kocurek and C.F.B. Stevens), CPPA., Montreal, Canada, pp. 157-169.
- BACKIEL, A.**, 1995. The fiber side of the equation. Proc. Wood fiber-plastic composites, Madison, WI, p.3-7.
- BALDRIAN, P.**, 2006. Fungal Laccases – Occurrence and Properties, FEMS Microbiol. Rev. 30, 215-242.
- BALDRIAN, P., GABRIEL, J.**, 2003. Lignocellulose Degradation by *Pleurotus ostreatus* in the Presence of Cadmium, FEMS Microbiology Letters, 220, 235-240.
- BANAT, I. M., NIGAM, P., SINGH, D., MARCHANT, R.**, 1996. Microbial Decolorization of Textile-dye Containing Effluents: a Review, Bioresource Tecnology, 58, 217-227.

- BARBOSA, A. M., DEKKER, R. F. H., ST. HARDY, G. E.,** 1996. Veratryl Alcohol as an Inducer of Laccase by an Ascomycete, *Botryosphaeria* sp., when Screened on The Polymeric Dye Poly R-478. Lett. Appl. Microbiol., **23**, 93–96
- BASU, S., GAUR, R., GOMES, J., SREEKRISHNAN, T. R., BISARIA, V. S.,** 2002. Effect of Seed Culture on Solid-State Bioconversion of Wheat Straw by *Phanerochaete chrysosporium* for Animal Feed Production, Journal of Bioscience and Bioengineering, **93**, 25-30.
- BAU, H. M., VILLAUME, C., LIN, C. F., EVARD, J., QUEMENER, B., NICOLAS, J. P., MEJEAN, L.,** 1994. Effect of a Solid State Fermentation Using *Rhizopus oligosporus* SPT-3 on Elimination of Antinutritional Substances and Modification of Biochemical Constituents of Defatted Rapeseed Meal. J Sci Food Agric, **65**, 315–322.
- BAYSAL, E., YALINKILIÇ, M. K.,** 2002. Lignoselülozik Atık Materral Üzerinde *Pleurotus florida* Jacq. ex Fr.Kumm. Kültürü, Çevkor Ekoloji Çevre Dergisi, **11**, 6-8.
- BAYSAL, Z., UYAR, F., AYTEKİN, C.,** 2003a. Solid State Fermentation Forproduction of alpha-amylase by a Thermotolerant *Bacillus subtilis* From hot-spring Water, Process Biochem, **38**, 1665–1668.
- BAYSAL, E., YALINKILIÇ, M. K., PEKER, H., ÇOLAK, M., GÖKTAŞ, O., ÖZEN, E., ÇOLAK, M. A.,** 2003b. Atık Kağıtların Çeşitli Bitkisel ve Odunsu Atık/Artık Substratlarla *Pleurotus ostreatus* Jacq. ex Fr.Kummer, Kültivasyonunda Değerlendirilmesi, Çevkor Ekoloji Çevre Dergisi, **12**, 12-16.
- BEG, S., ZAFAR, S. I., SHAH, F. H.,** 1986. Rice Husk Biodegradation by *Pleurotus ostreatus* to Produce a Ruminant Feed, Agricultural wastes, **17**, 15-21.

- BELEWU, M. A.**, 2006. Conversion of Masonia Tree Sawdust and Cotton Plant by Product into Feed by White Rot Fungi (*Pleurotus sajor-caju*), African Journal of Biotechnology **5**, 503-504.
- BERMEK, H., LI, K., ERIKSSON, K. E. L.**, 1998. Laccase-less Mutants of White-Rot Fungus *Pycnoporus cinnabarinus* can not Delignify Kraft Pulp, Journal of Biotechnology, **66**, 117-124.
- BERROCAL, M. M., RODRIGUEZ, J., BALL, A. S., PEREZ-LEBLIC, M. I., ARIAS, M. E.**, 1997. Solubilisation and Mineralisation of [14C] Lignocellulose From Wheat Straw by *Streptomyces cyaneus* CECT 3335 During Growth in Solid-state Fermentation. Appl. Microbiol. Biotechnol., **48**, 379–384.
- BERROCAL, M., BALL, A. S., HUERTA, S., BARRASA, J. M., HERNANDEZ, M., PEREZ–LEBLIC, M. I., ARIAS, M. E.**, 2000. Biological Upgrading of Wheat Straw Through Solid-state Fermentation with *Streptomyces cyaneus*. Appl. Microbiol. Biotechnol., **54**, 764–771.
- BETTS, W. B., DART, R. K., BALL, A. S., PEDLAR, S. L.**, 1991. Biosynthesis and Structure of Lignocellulose. In: Betts WB (Ed) Biodegradation: Natural and Synthetic Materials (pp 139–155). Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- BISARI, R., MADAN, M., VASUDEVAN, P.**, 1997. Utilisation of Agro-Residues As Animal Feed Through Bioconversion, Bioresource Technology, **59**, 5-8.
- BIOMAXX SYSTEMS**, <http://www.biomaxxsystems.com>
- BİRHANLI, E., YESILADA, O.**, 2006. Increased Production of Laccase by Pellets of *Funalia trogii* ATTC 200800 and *Trametes versicolor* ATCC 200801 in Repeated-batch mode, Enzyme and Microbial Technology, **39**, 1286-1293.
- BİYOTEKNOLOJİDEKİ GELİŞMELERİN SANAYİYE UYGULAMALARI VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU**, <http://arsiv.mmo.org.tr/pdf/10608.pdf>

- BLANCHETTE, R. A., CEASE, K. R., ABAD, A. R.**, 1991. An Evaluation of Different Forms of Deterioration Found in Archaeological Wood. Int. Biodeter. 28, 3-22.
- BLANCHETTE, R. A.**, 1995. Degradation of Lignocellulose Complex in wood. Can. J. Bot., (Suppl 1): 999–1010.
- BLANCHETTE, R.A.**, 2000. A Review of Microbial Deterioration Found in Archaeological Wood From Different Environments. Inter. Biodeter. Biodegrad., 46, 189–204.
- BOLLAG, J. M., LEONOWICZ, A.**, 1984. Comparative Studies on Extracellular Fungal Laccase, Appl. Environ. Microbiol. 48, 849–854.
- BOURBONNAIS R., PAICE, M. G.**, 1990. Oxidation of Non-phenolic Substrates. An Expanded Role for Laccase in Lignin Biodegradation. FEBS Lett. 267, 99–102.
- BRUNOW, G.**, 2001. Methods to Reveal The Structure of Lignin. In M. Hofrichter and A. Steinbüchel (eds.), *Biopolymers*, vol. 1. Wiley-VCH, Weinheim, Germany. p. 89-116.
- BUĞDAY ÜRETİMİ**, http://www.karamanziraatodasi.com/dokuman/bugday_kzo.doc
- BUSWELL, J. A., ODIER, E.**, 1987. Lignin Biodegradation. CRC Crit. Rev. Biotechnol. 6, 1-60.
- BUSWELL, J. A., CAI, Y. J., CHANG, S. T.**, 1995. Effect of Nutrient Nitrogen and Manganese on Manganese Peroxidase and Laccase Production by *Lentinula edodes*, FEMS Microbiol. Lett., 25, 295–299
- CAI, D. Y., TIEN, M.**, 1993. Lignin-degrading Peroxidases of *Phanerochaete chrysosporium*, Journal of Biotechnology, 30, 79-90.

- CAMARERO, S., GALLETÌ, G. C., MARTINEZ, A. T.,** 1994. Preferential Degradation of Phenolic Lignin Units by Two White Rot Fungi, Applied and Environmental Microbiology, 60(12), 4509-4516.
- CAMPBELL, N. A.,** 2006. Biyoloji, Palme Yayıncılık, 6. Baskı, Ankara.
- CAMARERO, S., GALLETI, G. C., MARTINEZ, A. T.,** 1997. Demonstration of in situ Oxidative Degradation of Lignin Side Chains by Two White-rot Fungi Using Analytical Pyrolysis of Methylated Wheat Straw, Rapid Communications in Mass Spectrometry, 11, 331-334.
- CARLILE, M. J., WATKINSON, S. C., GOODAY, G. W.,** 2001. The Fungi. Academic Press, London, UK. 588 p.
- CARRIZALES, V., JAFFE, W.,** 1986. Solid-state fermentation: an appropriate biotechnology for developing countries. Interscience, 11, 9-15.
- CHANG, S. T.,** 2001. A-40 Year Journey Through Bioconversion of Lignocellulosic Wastes to Mushrooms and Dietary Supplements, International Journal of Medicinal Mushrooms, 3, 299-310.
- CHEN, J., FALES, S. L., VARGA, G. A., ROYSE, D. J.,** 1995. Biodegradation of Cell Wall Components of Maize Stover Colonized by White-rot Fungi and Resulting Impact on in-vitro Digestibility, J. Sci. Food Agric., 68, 91-98.
- CHEN, S., GE, W., BUSWELL, J. A.,** 2004. Molecular Cloning of a New Laccase From the Edible Straw Mushroom *Volvariella volvacea*: Possible Involvement in Fruit Body Development, FEMS Microbiology Letters, 230, 171-176.
- CLAUS, H.,** 2003. Laccases and Their Occurrence in Prokaryotes, Arch. Microbiol. 179, 145-150.

- COLBERG, P. J.**, 1988. Anaerobic Microbial Degradation of Cellulose, Lignin, Oligolignols, and Monoaromatic Lignin Derivatives. In: Zehnder AJB (Ed) *Biology of Anaerobic Microorganisms* (pp 333–372). John Wiley & Sons, New York, USA.
- COUVY, J.**, 1972. Étude de l'induction de la fructification chez *Agaricus bisporus*, (Lange) Sing. (=Psolliota hortensis CKE): action du glucose. C.R. Acad Sci., 274, 2475-2477.
- CRAWFORD, D.L., POMETTO, III A.L., CRAWFORD, R.L.**, 1983. Lignin Degradation by *Streptomyces viridosporum*: Isolation and Characterization of New Polymeric Lignin Degradation Intermediate. Appl. Environ. Microbiol., 45, 898–904
- CROAN, S. C.**, 2000. Conversion of Wood Waste into Value-Added Products by Edible and Medicinal *Pleurotus* (Fr.= P. Karst. Species (Agaricales s.l., Basidiomycetes), International Journal of Medicinal Mushrooms, 2, 73-80.
- CURVETTO, N. R., FIGLAS, D., DEVALIS, R., DELMASTRO, S.**, 2002. Growth and Productivity of Different *Pleurotus ostreatus* Strain on Sunflower Seed Hulls Supplemented with N-NH₄⁺ and/or Mn(II), Bioresource Technology, 84, 171-176.
- CZERKOWSKI, J. W.**, 1986. An Introduction to Rumen Studies. Pergamon Press, Oxford, UK, pp 9–10.
- ÇAĞATAY, I. T.**, 1997. Bazı Poli Aromatik Bileşenlerin Biodegradasyonunda Beyaz Çürükçül Fungusun Katalaz, Süperoksit Dismutaz, Lignin Peroksidaz Aktivitelerinin Rolü, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Ankara.

- ÇÖMLEKÇİOĞLU, N.**, 2005. Ülkemizde Doğal Olarak Yayılış Gösteren *Crambe Spp.*'nin Kimyasal İçeriğinin ve Endüstriyel Kullanım Alanlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- DANIEL, G., NILSSON, T.**, 1998. Developments in The Study of Soft Rot and Bacterial Decay. In: Bruce A., Palfreyman J.W. (eds.) Forest Products Biotechnology. Taylor & Francis, Great Britain, pp: 37–62.
- DEOBALD, L. A., CRAWFORD, D. L.**, 1997. Lignocellulose Biodegradation. In: Hurst CJ, Knudsen GR, Stetzenbach LD & Walter MV (Eds) Manual of Environmental Microbiology (pp 730–737). ASM Press, Washington DC, USA.
- DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI (DPT)**, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu DPT:2569-ÖİK:585, Ankara 2001.
- DHAWALE, S. S., LANE, A. C., DHAWALE, S. W.**, 1996. Effects of Mercury on White Rot Fungus *Phanerochaete chrysosporium*, Bull. Environ.Contam.Toxicol.,56, 835-832.
- DIEZ, V .A., ALVAREZ, A.**, 2001. Compositional and Nutritional Studies on Two Wild Edible Mushrooms from Northwest Spain. Food Chem., 75, 417-422.
- DORADO, J., ALMENDROS, G., CAMARERO, S., MARTINEZ, A. T., VARES, T., HATAKKA, A.**, 1999. Transformation of Wheat Straw in The Course of Solid-state Fermentation by Four Ligninolytic Basidiomycetes. Enzyme and Microbial Technology, 25, 605–612.
- DORADO, J., FIELD, J., ALMENDROS, G., SIERRA-ALVAREZ, R.**, 2001. Nitrogen-removal with Protease as a Method to Improve The Selective Delignification of Hemp Stemwood by The White-rot Fungus *Bjerkandera sp.* Strain BOS55, Applied Microbiology and Biotechnology, 57, 205-211.

DURRA WALL SYSTEM.

<http://www.mav.asn.au/ecobuyfiles/product/Ortech%20wall%20board%20.pdf>

EATON, R. A., M. D. C. HALE., 1993. Wood Decay, Pests and Protection. Chapman & Hall, o London. pp 546.

EGGERT, C., TEMP, U., ERIKSSON, K. E., 1996. The Ligninolytic System of The White Rot Fungus *Pycnoporus cinnabarinus*: Purification and Characterization of The Laccase, Appl. Environ. Microbiol., 62, 1151-1158.

EL-GAMMAL, A.A., KAMEL, Z., ADEEB, Z., HELMY, S.M., 1997.

Biodegradation of Lignocellulosic Substances and Production of Sugars and Lignin Degradation Intermediates by Four Selected Microbial Strains, Polymer Degradation and Stability. 61, 535-542.

ELISASHVILI, V., PENNINCKX, M., KACHLISHVILI, E., TSIKLAURI, N., METREVELI, E., KHARZIANI, T., KVESITADZE, G., 2007. *Lentinus edodes* and *Pleurotus* Species Lignocellulolytic Enzymes Activity in Submerged and Solid-state Fermentation of Lignocellulosic Eastes of Different Composition, Bioresource Technology, 99, 457-462.

ELISASHVILI, V., KACHLISHVILI, E., PENNINCKX, M., 2008.

Lignocellulolytic Enzymes Profile During Growth and Fruiting of *Pleurotus ostreatus* on Wheat Straw and Tree Leaves, Acta Microbiol. Immunol. Hunga., 55 (2), 157-168.

ELISASHVILI, V., CHICHUA, D., KACHLISHVILI, E., TSIKLAURI, N., KHARDZIANI, T., 2003. Lignocellulolytic Enzyme Activity During Growth and Fruiting of The Edible and Medicinal Mushroom *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. (Agaricomycetideae), Int J Med Mushr., 5, 193-198.

ERIKSSON K. E., BLANCHETTE R.A., ANDER P., 1990. Biodegradation of Lignin. In: Microbial and Enzymatic Degradation of Wood and Wood Components. T.E. Timell (ed.), Springer-Velag GmbH & Co. KG, Berlin, pp: 225–397.

FAO, STATISTICAL DATABASE, www.fao.org

FEHER, A., PARILAKOVA, K., VRABLOVA, M., 2002. Biomass-A Renewable Energy Resource Used in Agriculture and Forestry of Slovakia, Energy Efficiency and Agricultural Engineering International Conference, Rousse, Bulgaria.

FEIJOO, G., MOREIRA, M. T., ROCA, E., LEMA, J. M., 1999. Use of Cheese Whey as a Substrate to Produce Manganase Peroxidase by *Bjerkandera* sp. BOS55, Journal of Industrial Microbiology and Biotecnology, 23, 86-90

FUJIAN, X., HONGZHANG, C., ZUOHU, L., 2001. Solid-state Production of Lignin Peroxidase (LiP) and Manganase Peroxidase (MnP) by *Phanerochaete chrysosporium* Using Steam-exploded Straw as Substrate, Bioresource Technology, 80, 149-151.

GABRIEL, J., KOFRONOVA, O., RYCHLOVSKY, P., KRENZELOK, M., 1996. Accumulation and Effect of Cadmium in The Wood-rotting Basidiomycete *Daedalea quercina*, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 57, 383-390.

GALHAUP, C., WAGNER, H., HINTERSTOISSER, B., HALTRICH, D., 2002. Increased Production of Laccase by the Wood-Degrading Basidiomycete *Trametes pubescens*. Enzyme Microb. Technol., 30, 529–536.

GENÇER, O., ÖZÜDOĞRU, T., KAYNAK, M. A., YILMAZ, A., ÖREN, N.,
Türkiye’de Pamuk Üretimi ve Sorunları,
<http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/022oktaygencer.pdf>.

- GIANFREDA, L., XU, F., BOLLAG, J., M.,** 1999. Laccases: A Useful Group of Oxidoreductive Enzymes, Bioremediation J. 3: 1–26.
- GOLBITZ, P. (ED.),** 2004. Soya & Oilseed Bluebook. Soyatech, Inc., Bar Harbor, ME.
- GUPTA, V. K., PRASAD, K. S., BAKSHI, M. P. S., LANGAR, P. N.,** 1986. Improving The Nutritive Value of Groundnut Shells Through Fungal Cultivation, Agricultural Wastes, 16, 161-169.
- GUPTA, V. K., LANGAR, P. N.,** 1988. *Pleurotus florida* for Upgrading The Nutritive Value of Wheat Straw, Biological Wastes, 23, 57-64.
- GÜCİN, F.,** 1983. Elazığ İli Sınırları İçinde Yetişen Bazı Makrofungusların Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Bornova, İzmir.
- GÜLER, C., AKGÜL, M.,** 2001. Enerji Üretiminde Odun ve Tarımsal Artıkların Değerlendirilmesi, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi 12-13 Ekim 2001 Kayseri.
- GÜVEN, S., GÜNESER, O.,** 2007. Biyoetanol Üretimi ve Önemi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, (1) 91-96.
- HADAR, Y., KEREM, Z., GORODECKI, B., AEDON, O.,** 1992. Utilization of Lignocellulosic Waste by The Edible Mushroom, *Pleurotus*, Biodegradation, 3, 189-205.
- HADAR, Y., KEREM, Z., GORODECKI, B.,** 1993. Biodegradation of Lignocellulosic Agricultural Wastes by *Pleurotus ostreatus*, Journal of Biotechnology, 30, 133-139.

- HAFIZOĞLU, H.**, 1988. Selüloz Endüstrisinde Hammadde Kaybı ve Hammaddenin Değişik Biçimlerde Geri Kazanılması, İ.Ü. Endüstri Müh. Ulusal Kongre, s. 573- 593, Maçka, İstanbul.
- HAMMEL K.E.**, 1997. Fungal Degradation of Lignin. In: Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition. G. Cadisch and K.E. Giller (Eds.) CAP International Wallingford, pp: 33–45.
- HAN, M. J., CHOI, H. T., SONG, H. G.**, 2005. Purification and Characterization of Laccase From The White Rot Fungus *Trametes versicolor*, The Journal of Microbiology, 43, 555-560.
- HASELWANDTER, K., BOBLETER, O., READ, D. J.**, 1990. Degradation of 14C-labelled Lignin and Dehydropolymers of Coniferyl Alcohol by Ericoid and Ectomycorrhizal Fungi. Arch. Microbiol., 153, 352–354.
- HATAKKA, A.**, 2001. Biodegradation of lignin. In: Hofrichter, M., Steinbüchel, A., editors. Biopolymers. Vol 1: Lignin, Humic Substances and Coal. Weinheim, Germany: Wiley-VCH, pp. 129-180.
- HEINFLING, A., MARTINEZ, M.J., MARTINEZ, A.T., BERGBAUER, M., SZEWZYK, U.**, 1998. Purification and Characterization of Peroxidases from the Dye Decolorizing Fungus *Bjerkandera adusta*, Fems Microbiol. Lett., 165, 43- 50.
- HOFRICHTER, M.**, 2002. Review: Lignin Conversion by Manganese Peroxidase (MnP), Enzyme Microb. Technol. 30, 454-466.
- HOSSAIN M. S. K., ANANTHARAMAN, N.**, 2004. *Trametes versicolor* & *Lentinus crinitus*: Studies on Biotechnological Pulping of Wheat Straw, Chemical engineering world, 39, 126-130.
- HOFRICHTER, M.**, 2002. Review: Lignin Conversion by Manganese Peroxidase (MnP). Enzyme Microb. Technol. 30, 454-466.

- HONDA, S., HONDA, Y., WATANABE, T., KUWAHARA, M.,** 2002. Pre-treatment of Oil Palm Empty Fruit Bunch by White-rot Fungi for Enzymatic Saccharification, Wood Research, **89**, 19-21.
- HÖLKER, U., HÖFER, M., LENZ, J.,** 2004. Biotechnological Advantages of Laboratory-scale Solid-state Fermentation with Fungi, Appl. Microbiol. Biotechnol., **64**, 175-186.
- HUANG, H. L., ZENG, G. M., TANG, L., YU, H. Y., XI, X. M., CHEN, Z. M., HUANG, G. H.,** 2008. Effect of Biodelignification of Rice Straw on Humification and Humus Quality by *Phanerochaete chrysosporium* and *Streptomyces badius*, International Biodeterioration & Biodegradation, **61**, 331–336.
- INCE, P. J.,** 1994. Recycling and Long-range Timber Outlook. Gen Tech Rep RM-242. U. S. Department of Agriculture. Forest Service, Rocky Mt. Forest & Range Experiment Station, Fort Collins, CO, p. 34.
- INGOLD, C. T.,** 1961. The Biology of Fungi, The English Language Book Society and Hutchinson of London, Revised and Expanded Edition, London.
- IBRAHIM, M. N. M., PEARCE, G. R.,** 1980. Effects of White rot Fungi on The Composition and in vitro Digestibility of Crop by-products. Agricultural Wastes, **2**, 199-205
- JONATHAN, S. G., FASIDI, I. O., AJAYI, A. O., ADEGEYE, O.,** 2008. Biodegradation of Nigerian Wood Wastes by *Pleurotus tuber-regium* (Fries) Singer, Bioresource Technology, **99**, 807-811.
- JUNG, H. G., VALDEZ, F. R., ABAD, A. R., BLANCHETTE, R. A., HATFIELD, R. D.,** 1992. Effect of White Rot Basidiomycetes on Chemical Composition and in vitro Digestibility of Oat Straw and Alfalfa Stems, J. Anim. Sci., **70**, 1928-1935.

- KAAL, E. E. J., JONG, D. E. E., FIELD, J. A.**, 1993. Stimulation of Lignolytic Peroxidase Activity by Nitrogen Nutrients in the White Rot Fungus *Bjerkandera* sp. strain BOS55. Appl. Environ. Microbiol., *59*, 4031–4036.
- KAHRAMAN, S., YESİLADA, Ö.**, 2001. Industrial and Agricultural Wastes as Substrates for Laccase Production by White Rot Fungi, Folia Microbiologica, *46*, 133-136.
- KAHRAMAN, S. S., YESİLADA, Ö.**, 1999. Effects of Spent Cotton on Colour Removal and Chemical Oxygen Demand Lowering in Olive Mill Wastewater by White Rot Fungi, Folia Microbiologica, *44*, 6, 673-676.
- KAHLON, S. S., DASS, S. K.**, 1987. Biological Conversion of Paddy Straw into Feed, Biological Wastes, *22*, 11-21.
- KANAYAMA, N., SUZUKI T., KAWAI, K.**, 2002. Purification and Characterization of an Alkaline Manganese Peroxidase From *Aspergillus terreus* LD-1. J. Biosci. Bioeng., *93*, 405–410
- KAPICH, A. N., PRIOR, B. A., BOTHA, A., GALKIN, S., LUNDELL, T., HATAKKA, A.**, 2004. Effect of Lignocellulose-containing Substrate on Production of Lignolytic Peroxidases in Submerged Cultures of *Phanerochaete chrysosporium* ME-446, Enzyme Microb Technol. *34*, 187-195.
- KARUNANANDAA, K., VARGA, G. A., AKIN, D. E., RIGSBY, L. L., ROYSE, D. J.**, 1995. Botanical Fractions of Rice Straw Colonized by White-rot Fungi: Changes in Chemical Composition and Structure, Animal Feed Science and Technology, *55*, 179-199.
- KEREM, Z.**, 1997. The Role of Manganese in Enhanced Lignin Degradation by *Pleurotus ostreatus*, Biological Sciences Symposium.

- KEREM, Z., FRIESEM, D., HADAR, Y.,** 1992. Lignocellulose Degradation During Solid-State Fermentation: *Pleurotus ostreatus* versus *Phanerochaete chrysosporium*, Applied and Environmental Microbiology, **58**, 1121-1127.
- KEYSER, P., KIRK, T. K., ZEIKUS, J.G.,** 1978. Ligninolytic Enzymes System of *Phanerochaete chrysosporium*: Synthesized in The Absence of Lignin in Response to Nitrogen Starvation. J. Bacteriol. **135**, 790–797
- KIRK, K., FARRELL R. L.,** 1987. Enzymatic “combustion”: The Microbial Degradation of Lignin. Annu. Rev. Microbiol. **41**, 465–505
- KIRK, T. K., CONNORS, W. J., ZEIKUS J. G.,** 1976. Requirement for The Growth Substrate During Lignin Decomposition by Two Wood-rotting Fungi, Appl. Environ. Microbiol., **32**, 192–194.
- KIRK, T. K., CULLEN, D.,** 1998. Enzymology and Molecular Genetics of Wood Degradation by White-rot Fungi. In: Young R A, Akhtar M. , editors; Young R A, Akhtar M. , editors. Environmentally Friendly Technologies for the Pulp and Paper Industry. New York, N.Y: John Wiley & Sons, Inc., pp. 273–308.
- KIRCI, H., BOSATANCI, Ş., USTA, M.,** 1996. Buğday Saplarından (*Triticum aestivum* L.) Organosolv Pişirme Yöntemiyle Kâğıt Hamuru Üretimi. Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, Cilt :20, Sayı :2, Sayfa:127-132.
- KUHAD, R.C., SINGH, A., ERİKSSON, K. E. L.,** 1997. Microorganisms and Enzymes Involved in the Degradation of Plant Fiber Cell Walls. In K.-E. L. Eriksson (ed.), Advances in Biochemical Engineering Biotechnology, vol. 57. Springer-Verlag, Germany. p. 46-125.
- KUMAR, D., JAIN, V. K., SHANKER, G., SRIVASTAVA, A.,** 2003. Utilisation of Fruits Waste for Citric Acid Production by Solid State Fermentation, Process Biochemistry, **38** 1725-1729.

- LALLEY, J. J., JANBEN, A.,** 1993. Productivity Improvement of Oyster Mushroom Substrate with a Controlled Release of Nutrient, Mushroom News, 41, 6-13.
- LECHNER, B. E., PAPINUTTI, V. L.,** 2006. Production of Lignocellulosic Enzymes During Growth and Fruiting of The Edible Fungus *Lentinus tigrinus* on Wheat Straw, Process Biochemistry, 41, 594-598.
- LI, X., PANG, Y., ZHANG, R.,** 2001. Compositional Changes of Cottonseed Hull Substrate During *P. ostreatus* Growth and The Effects on The Feeding Value of The Spent Substrate, Bioresource Technology, 80, 157-161.
- LI, T. C., WANG, Y. W.,** 1987. Degradation of Corn Stalk by *Pleurotus ostreatus*, Edible Fungi of China 11(2), 8-10.
- LIERS, C., ULLRICH, R., STEFFEN, K. T., HATAKKA, A., HOFRICHTER, M.,** 2006. Mineralization of 14C-labelled Lignin and Extracellular Enzyme Activities of The Wood-Colonizing Ascomycetes *Xylaria hypoxylon* and *Xylaria polymorpha*. Appl. Microbiol. Biotechnol., 69, 573-579
- LINDENFELSER, L. A., DETROY, R. W., RAMSTACK, J. M., AND WORDEN, K. A.,** 1979. Biological Modification of The Lignin and Cellulose Components of Wheat Straw by *Pleurotus ostreatus*, Dev. Ind. Microbiol., 20:541.
- LOPEZ, M. J., DEL CARMEN VARGAS-GARCIA M., SUAREZ-ESTRELLA, F., NICHOLS, N. N., DIEN, B.S., MORENO, J.,** 2007. Lignocellulose-degrading Enzymes Produced by the Ascomycete *Coniochaeta ligniaria* and Related Species: Application for a Lignocellulosic Substrate Treatment. Enzyme Microb. Technol., 40, 794-800
- LOPEZ, M. J., VARGAS-GARCIA, C. M., SUAREZ-ESTRELLA, F., MORENO, J.,** 2006. Biodelignification and Humification of Horticultural Plant Residues by Fungi, International Biodeterioration and Biodegradation, 57, 24-30.

- LYNCH, J. M. HARPER, S. H. T.**, 1985. The Microbial Upgrading of Straw for Agricultural Use, Philosophical Transaction of The Royal Society, B310, 221-225.
- MABEE, W.E., ROY, D. N.**, 1999. The Use of Non-Wood Fibers in the Pulp and Paper Industry. Faculty of Forestry, University of Toronto, Canada
- MACHUCA, A., DURAN, N.**, 1993. Phenol Oxidase Production and Wood Degradation by a Thermophilic Fungus *Thermoascus aurantiacus*, Appl. Biochem. Biotechnol., 43, 37-44.
- MACHUCA, A., AOYAMA, H., DURAN, N.**, 1998. Production and Characterization of Thermostable Phenol Oxidase of Ascomycete *Thermoascus aurantiacus*, Biotechnol. Appl. Biochem., 27, 217-223.
- MALHERBE, S., CLOETE, T.E.**, 2002. Lignocellulose Biodegradation: Fundamentals and Applications. View in Environmental Sci. Bio. Technol., 1, 105-114.
- MANACHÈRE G.**, 1970. Recherches Physiologiques sur la Fructification de *Coprinus Congregatus* Bull. Ex FR.: Action de la Lumiere; Rythme de Production de Carpophores. Ann. Sci. Nat. Bot., 11, 1-196.
- MARIANA, M., TERESA. S., JUANB, F.-L., MARIAA, B.**, 1999. Identification of A Laccase Gene Family in The New LigninDegradation Basidionmycete CECT 20197, Appl. Environ. Microbiol., 63(7), 2637-2646.
- MARTINS, L.O., SOARES, C.M., PEREIRA, M.M., TEIXEIRA, M., COSTA, T., JONES, G.H., HENRIQUES, A.O.**, 2002. Molecular and Biochemical Characterization of a Highly Stable Bacterial Laccase That Occurs as a Structural Component of the *Bacillus subtilis* Endospore Coat, J. Biol. Chem. 277, 18849-18859

- MATTA, G., CORTES, E. G., SALMONES, D.,** 2007. Mycelial Growth of Three *Pleurotus* (Jacq.:Fr.) P. Kumm. Species on Sugarcane Bagasse: Production of Hydrolytic and Oxidative Enzymes, Int. Med. Mushr., **9**, 385-394.
- MATTILA, P., KÖNKÖ, K., EUROLA, M., PIHLAVA, J. M., ASTOLA, J., VAHTERISTO, L., HIETANIEMI, V., KUMPULAINEN, J., VALTONEN, M. PIIRONEN, V.,** 2001. Contents of Vitamins, Mineral Elements, and Some Phenolic Compounds in Cultivated Mushrooms, J. Agric. FoodChem. **49**, 2343-2348.
- MAYER, A. M., STAPLES, R. C.,** 2002. Laccase: New Functions for an Old Enzyme. Phytochemistry **60**, 551-565.
- MENGELOĞLU F., ALMA, M. H.,** 2002. Buğday Saplarının Kompozit Levha Üretiminde Kullanılması. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi. Cilt:5, Sayı:2, Sayfa: 37-48.
- MIKIASHVILI, N., WASSER, S. P., NEVO, E., ELISASHVILI, V.,** 2006. Effects of Carbon and Nitrogen Sources on *Pleurotus ostreatus* Lignolytic Enzyme Activity, World Journal of Microbiology and Biotechnology, **22**, 999-1002.
- MILLER, G. L.,** 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar, Anal. Chem. **31**, 426-428.
- MOROZOVA, O. V., SHUMAKOVICH, G. P., SHLEEV, S. V., YAROLOV, Y. I.,** 2007. Laccase-Mediator Systems and Their Applications: A Review, Applied Biochemistry and Microbiology, **43**(5), 523-535.
- MTUI, G., NAKAMURA, Y.,** 2005. Bioconversion Of Lignocellulosic Waste From Selected Dumping Sites in Dar es Salam, Tanzania, Biodegradation, **16**, 493-499.
- MUKHERJEE, R., NANDI, B.,** 2004. Improvement of in vitro Digestibility Through Biological Treatment of Water Hyacinth Biomass by Two *Pleurotus* Species, International Biodeterioration and Biodegradation, **53**, 7-12.

- MUNOZ, C., GUILLEN, F., MARTINEZ, A. T., MARTINEZ, M. J.,** 1997. Laccase Isoenzymes of *Pleurotus eryngii*: Characterization, Catalytic Properties, and Participation in Cultivation of Molecular Oxygen and Mn²⁺ Oxidation. Appl. Environ. Microbiol. **63**, 2166–2174.
- NILSSON, T., DANIEL, G., KIRK, K. T., OBST, J. R.,** 1989. Chemistry and Microscopy of Wood Decay by Some Higher Ascomycetes. Holzforschung, **43**, 11–18
- OHGA, S., ROYSE, J. R.,** 2001. Transcriptional Regulation of Laccase and Cellulase Genes During Growth and Fruiting of *Lentinula edodes* on Supplemented Sawdust, FEMS Microbiology Letters, **201**, 111-115.
- OGUNDANA, S., OKOGBO, O.,** 1981. The Nutritive Value of Some Nigerian Edible Mushrooms, In, Mushroom Science XI, Proceedings of 11th International Scientific Congress on Cultivation of Edible Fungi, Australia, pp. 123-131.
- OKANO, K., KITAGAWA, M., SASAKI, Y. AND WATANABE, T.,** 2005. Conversion of Japanese Red Cedar (*Cryptomeria japonica*) into a Feed for Ruminant by White-rot Basidiomycetes. Anim Feed Sci Technol., **120**, 235–243.
- OKANO, K., FUKUI, S., KITAO, R., USAGAWA, T.,** 2007. Effects of Culture Length of *Pleurotus eryngii* Grown on Sugarcane Bagasse on in vitro Digestibility and Chemical Composition, Animal Feed Science and Technology, **136**, 240-247.
- OOIJKAAS, L., P., WEBER, F., J., BUITELAAR, R., M., TRAMPER, J., RINZEMA, A.,** 2000. Defined Media and Inert Supports: Their Potential as Solid-state Fermentation Production Systems, Tibtech, **18**, 356-360.
- ORIRAN, T. P., LABOSKY, P., ROYSE, D. J.,** 1989. Lignin Degradation Capabilities of *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes* and *Phanerochaete chrysosporium*, Wood and Fiber Science, **21**, 183-192.

- ORTH, A .B., TIEN, M.,** 1995. Biotechnology of Lignin Degradation, In U. Kück (ed.), *The Mycota*, vol. II. Springer-Verlag, Germany. p. 287-302.
- ÖZÜDOĞRU, T.,** 2002. Pamuk Durum ve Tahmin 2002-2003. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- PALONEN, H., SALOHEIMO, M., VIIKARI, L., KRUUS, K.,** 2003. Purification, Characterization and Sequence Analysis of a Laccase from the Ascomycete *Mauginiella* sp. Enzyme Microb. Technol., **33**, 854–862
- PANDEY, A., SOCCOL, C. R., MITCHELL, D.,** 2000. New Developments in Solid State Fermentation: I-Bioprocesses and Products, Process Biochemistry, **35**, 1153-1169.
- PANDEY A.,** 2003. Solid-state fermentation, Biochem Eng J, **13**, 81–84.
- PANKOBİRLİK,** <http://www.pankobirlik.com.tr/>
- PEIJI, G., YINBO, Q., XİN, Z., MINGTIAN, Z., Y, D.,** 1997. Screening Microbial Strain for Improving the Nutritional Value of Wheat and Corn Straws as Animal Feed, Enzyme and Microbial Technology, **20**, 581-584.
- PEREZ, J., MUNOZ-DORADO, J., LA RUBIA T., MARTINEZ, J.,** 2002. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. Int. Microbiol. **5**, 53–63.
- PEREZ-GUERRA, N., TORNADO-AGRASAR, A., LOPEZ-MACIAS, C., PASTRANA, L.,** 2003. Main Characteristics and Applications of Solid Substrate Fermentation, Electron. J. Environ. Agric. Food Chem., **2**, 243-350.
- PHILIPPOUSSIS, A., ZERVAKIS, G., DIAMANTOPOULOU, P.,** 2001. Bioconversion of Agricultural Lignocellulosic Wastes Through The Cultivation of Edible Mushrooms *Agrocybe aegerita*, *Volvariella volvacea* and *Pleurotus spp.*, World Journal of Microbiology and Biotechnology, **17**, 191-200.

- PLATT, M. W., HADAR, Y.**, 1983. Increased Degradation of Lignocellulose by *Pleurotus*, Journal of Applied Microbiological Biotechnology, 20, 142-150.
- PLATT, M. W., HADAR, Y., CHET, I.**, 1984. Fungal Activities Involved in Lignocellulose Degradation by *Pleurotus*, Appl. Microbiol. Biotechnol., 20, 150-154.
- PURVES, W. K., ORIAN, G. H., AND HELLER, H. C.** 2003. Life: The Science of Biology, 4th Edition. Sinauer Associates, Inc., W. H. Freeman and Company, Sunderland, Mass.
- RAGUNATHAN, R., GURUSAMY, R., PALANISWAMY, M., SWAMINATHAN, K.**, 1996. Cultivation of *Pleurotus spp.* on Various Agro-residues. Food Chemistry, 55, 139-144.
- RAGUNATHAN, R., SWAMINATHAN, K.**, 2004. Bioconversion of Lignocellulosic Agro-wastes by Fungus, *Pleurotus spp.*, Biological Memoirs, 30, 1-6.
- RAIMBAULT, M.**, 1998. General and Microbiological Aspects of Solid Substrate Fermentation. Electronic J Biotechnol, 1, 1-15.
- RAYNER, A. D. M., BODDY, L.**, 1988. Fungal decomposition of wood. John Wiley & Sons, Great Britain.
- REDDY, G. V., BABU, P. R., KOMARAIHAH, P., ROY, K. R. R. M., KOTHARI, I. L.**, 2003. Utilization of Banana Waste for The Production of Lignolytic and Cellulolytic Enzymes by Solid Substrate Fermentation Using Two *Pleurotus* Species (*P. Ostreatus* ve *P. Sajor-caju*), Process Biochemistry, 38, 1457-1462.
- REGALADO, V., PERESTELO, F., RODRIGUEZ, A., CARNICERO, A., SOSA, F. J., DE LA FUENTE, G., FALCON, M. A.**, 1999. Activated Oxygen Species and Two Extracellular Enzymes: Laccase and Aryl-alcohol Oxidase, Novel for the Lignin-degrading Fungus *Fusarium proliferatum*. Appl. Microbiol. Biotechnol., 51, 388-390.

- REHM, J., REED, G., KENNEDY, J.F.**, 1987. *Biotechnology*, 7a, 5-100, Vch, New York.
- REID, D. I.**, 1983. Effects of Nitrogen Supplements on Degradation of Aspen Wood Lignin and Carbohydrate Components by *Phanerochaete chrysosporium*, App. and Environmental Microbiology, 45(3), 830-837.
- REID, D. I., PAICE, G. M.**, 1990. Biological Bleaching of Kraft Pulps by White-rot Fungi and Their Enzymes, FEMS Microbiology Reviews, 13, 369-376.
- REYES, R. G., ABELLA, E. A.**, 1997. Mycelial and Basidiocarp Performances of *Pleurotus sajor-caju* on The Mushroom Spent of *Volvariella volvacea*. Proceedings of The First International Conference on the Development of Agriculture and Its Impact on Agricultural Production in Southeast Asia. NODAI Center for International Program Press, Tokyo, Japan: 491-498.
- REYES, R. G., EGUCHI, F., IJIMA, T., HIGAKI, M.**, 1998. Physiological Considerations for The Efficient Colonization of Fukurotake, *Volvariella volvacea*. Journal of Wood Science. 44, 408-413.
- RODRIGUEZ, A., FALCON, M. A., CARNICERO, A., PERESTELO, F., DE LA FUENTE, G., TROJANOWSKI, J.**, 1996. Laccase Activities of *Penicillium chrysogenum* in Relation to Lignin Degradation. Appl. Microbiol. Biotechnol., 45, 399-403
- RODRIGUEZ, J., FERRAZ, A., NOGUEIRA, R. F. P., FERRER, I., ESPOSITO, E., DURAN, N.**, 1997. Lignin Degradation by the Ascomycete *Chrysonilia sitophila*. Appl. Biochem. Biotechnol., 62, 233-242
- ROLZ, C., LEON, R., ARRIOLA, M. C., CABRERA, S.**, 1986. Biodelignification of Lemon Grass and Citronella Bagasse by White-Rot Fungi, Applied and Environmental Microbiology, 52, 607-611.

- ROSALES, E., COUTO, S. R., SANROMAN, A.**, 2002. New Uses of Food Wastes: Application to Laccase Production by *Trametes hirsuta*, Biotechnol Letters, **24**, 701-704.
- ROSALES, E., COUTO, S. R., SANROMAN, M. A.**, 2007. Increased Laccase Production by *Trametes hirsuta* Grown on Ground Orange Peelings, Enzyme and Microbial Technology, **40**, 1286-1290.
- SALUSSO, M. M.**, 2000. Biodegradation of Subtropical Forest Woods from Northwest Argentina by *Pleurotus laciniatocrenatus*, New Zealand Journal of Botany, **38**, 721-724.
- SAN ANTONIO, J. P., HANNERS, P. K.**, 1984. Using Basidiopores of The Oysters Mushroom to Prepare Grain Spawn for Mushroom Cultivation, Hortscience, **19**(5), 648-686.
- SANCHEZ, C.**, 2004. Modern Aspects of Mushroom Culture Technology. Appl. Microbiol. Biotechnol. **64**, 756-762.
- SANDHYA C., SUMANTHA A., SZAKACS G., PANDEY A.**, 2005. Comparative Evaluation of Neutral Protease Production by *Aspergillus oryzae* in Submerged and Solid-state Fermentation, Process Biochemistry, **40**, 2689–2694.
- SAVOIE, J. M.**, 1998. Changes in Enzyme Activities During Early Growth of Edible Mushroom, *Agaricus bisporus*, in Compost, Mycological Research, **102**, 1113-1118.
- SHAH, A. Z., ASHRAF, M., ISHTIAQ, M.**, 2004. Comparative Study Cultivation and Yield Performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) On Different Substrates (Wheat Straw, Leaves, Saw Dust). Pakistan Journal of Nutrition, **3**, 158-160.

- SHAH, M. P., REDDY, G. V., BANERJEE, R., BABU, P. R., KOTHARI, I. L.,** 2005. Microbial Degradation of Banana Waste Under Solid State Bioprocessing Using Two Lignocellulolytic Fungi (*Phylosticta* spp. MPS-001 and *Aspergillus* spp. MPS-002), Process Biochemistry, **40**, 445-451.
- SHASHIREKHA, M. N., RAJARATHNAM, S., BANO, Z.,** 2002. Enhancement of Bioconversion Efficiency and Chemistry of the Mushroom, *Pleurotus sajor-caju* (Berk and Br.) Sacc. Produced on Spent Rice Straw Substrate, Supplemented with Oil Seed Cakes, Food Chemistry, **76**, 27-31.
- SHI, J., CHINN, M. S., SHARMA-SHIVAPPA, R, R.,** 2008. Microbial Pretreatment of Cotton Stalks by Solid State Cultivation of *Phanerochaete chrysosporium*, Bioresource Technology, **99**, 6556–6564
- SILANIKOVE, N., DANAI, O., LEVANON, D.,** 1988. Composted Cotton Straw Silage as a Substrate for *Pleurotus* sp. Cultivation, Biological Wastes, **25**, 219-226.
- SINGH, K., PUNIA, A. K., SINGH, S.,** 1996. Biotransformation of Crop Residues into Animal Feed by Solid State Fermentation, J Sci Ind Res., **55**, 472-8.
- SİVRİKAYA, H., PEKER, H.,** 1998. “Pirinç Kavuzu Destekli Kayın Talaşı Üzerinde *Pleurotus florida*’nın Kültivasyonu”. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, **4(3)**, 823-829.
- SJÖSTRÖM, E.,** 1993. Wood Chemistry, Fundamentals and Applications, 2nd ed. Academic Press, New York/London
- SONGULASHVILI, G., ELISASHVILI, V., WASSER, S. P., NEVO, E., HADAR, Y.,** 2007. Basidiomycetes Laccase and Manganese Peroxidase Activity in Submerged Fermentation of Food Industry Wastes, Enzyme and Microbial Technology, **41**, 57-61.

- SOYLU, A., TÜRKAY, M.,** 2005. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Geçiş Sürecinin Planlanmasında Doğrusal En İyileme Tekniğinin Kullanılması, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 19-21 Ekim 2005, Mersin.
- STEFFEN, K.T.,** 2003. Degradation of Recalcitrant Biopolymers and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Litter-decomposing Basidiomycetous Fungi. Dissertationes Biocentri Viikki Universitatis Helsingiensis, 23/2003. Ph.D. Thesis, Department of Applied Chemistry and Microbiology, University of Helsinki, Helsinki, 68 p.
- STAJIC, M., PERSKY, L., FRIESEM, D., HADAR, Y., WASSER, S. P., NEVO, E., VUKOJEVIĆ, J.,** 2006. Effect of Different Carbon and Nitrogen Sources on Laccase and Peroxidases Production by Selected *Pleurotus* Species, Enzyme and Microbial Technology, 38, 65-73.
- ŞIK, S., ÜNYAYAR, A.,** 1998. Pamuk Sapı ile *Phanerochaete chrysosporium* ve *Funalia trogii*'nin Yarı-Katı Fermentasyonu Sonucu Olusan Lakkaz, Peroksidaz, Ligninaz ve Selülaz Aktiviteleri, Tr. J. of Biology, 22, 287-298.
- TANIGUCHI, M., SUZUKI, H., WATANABE, D., SAKAI, K., HOSHINO, K., TANAKA, T.,** 2005. Evaluation of Pretreatment with *Pleurotus ostreatus* for Enzymatic Hydrolysis of Rice Straw, Journal of Bioscience and Bioengineering, 100(6), 637-643.
- TAPPI.** 1988. Tappi Test Methods, Method T 222om-88. Tappi Press, Atalanta, GA.
- TARIMSAL ARAŞTIRMALAR GENEL MÜDÜRLÜĞÜ,** <http://www.tagem.gov.tr>
- TAYYAR, Ş., GÜL, M. K.,** 2007. Bazı Soya Fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merr.) Genotiplerinin Ana Ürün Olarak Biga Şartlarındaki Performansları, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 17(2), 55-59.

TELEFONCU, A., 1995. Biyoteknoloji, Ege üniversitesi fen fakültesi yayınları No:152
İzmir

TEMİZ ENERJİ YAYINLARI BİYOKÜTLE ENERJİSİ,

<http://www.habitaticingenclik.org.tr/dl/yayinlar/enerji/BiyoKutle.pdf>

TETSCH, L., BEND, J., JANSSEN, M., HÖLKER, U., 2005. Evidence for Functional Laccases in the Acidophilic Ascomycete *Hortaea acidophila* and Isolation of Laccase-specific Gene Fragments. FEMS Microbiol. Lett., 245, 161–168

THOMAS, G, V., PRABHU, S, R., BOPAIAH, R., BOPAIAH, B, M., 1998. Evaluation of Lignocellulosic Biomass From Coconut Palm as Substrate For Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer, World Journal of Microbiology and Biotechnology, 14, 4-8.

THURSTON, C. F., 1994. The Structure and Function of Fungal Laccases. Microbiology 140,19-26.

TOPAKTAŞ, A., 1990. *Pleurotus sajor-caju*'dan Delignifikasyon İşleminde Kullanılmak Üzere Ligninaz Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

TOPAL, Ş., KIRAT, E., 1992. Samanın Mikrobiyolojik Delignifikasyonunda Farklı İnokulum Teknikleri ve Test Organizmalarının Etkileri, Doğa-Tr. J. of Biology, 17, 133-147.

TRIPATHI, M. K., MISHRA, A. S., MISRA, A. K., VAITHIYANATHAN, S., PRASAD, R., JAKHMOLA, R. C., 2008. Selection of White-rot Basidiomycetes for Bioconversion of Mustard (*Brassica compestris*) Straw Under Solid-state Fermentation into Energy Substrate for Rumen Micro-organism, Letters in Applied Microbiology, 46, 364-370.

- TROJANOWSKI, L., HAIDER K., HÜTTERMANN, A.**, 1984. Decomposition of ¹⁴C-Labeled Lignin, Holocellulose and Lignocellulose by Mycorrhizal Fungi. Arch. Microbiol., *139*, 202–206
- TSANG, L. J., REID, I. D., COXWORTH, E. C.**, 1987. Delignification of Wheat Straw by *Pleurotus* spp. Under Mushroom-Growing Conditions, Applied and Environmental Microbiology, *53*, 1304-1306.
- TSHINYANGU, K. K., HENNEBERT, G. L.**, 1995. Effect of Synthetic Nutrient Carries on The Fruiting of *Pleurotus ostreatus* vr. *Columbinus*, Bioresourche Technology, *54*, 249-254.
- TURAN, Z. M., GÖKSOY, A.T.**, 1998. Yağ Bitkileri. UÜ Zir.Fak. Ders Notl., No:80, 224s, Bursa.
- TYCHANOWICZ, G. K., DE SOUZA D. F., SOUZA, C. G. M., KADOWAKI, M. K., PERALTA, R. M.**, 2006. Copper Improves The Production of Laccase by The White-rot Fungus *Pleurotus pulmonarius* in Solid State Fermentation, Brazilian Archives of Biology and Technology, *49(5)*, 699-704.
- UYAR, T. S.**, 2004. Yenilenebilir enerji, <http://www.bugday.org/article.php?ID=79>
- VAHATALO, A.V., SALONEN, K., SALKINOJA-SALONEN, M., HATAKKA, A.**, 1999. Photochemical Mineralization of Synthetic Lignin in Lake Water Indicates Enhanced Turnover of Aromatic Organic Matter Under Solar Radiation, Biodegradation *10*, 415–420.
- VALMASEDA, N., ALMENDROS, G., MARTÍNEZ, A. T.**, 1991. Chemical Transformation of Wheat Straw Constituents After Solid-state Fermentation with Selected Lignocellulose-degrading Fungi, Biomass and Bioenergy, *1*, 261-266.

VIKINESWARY, S., ABDULLAH, N., RENUVATHANI, M., SEKARAN, M., PANDEY, A., JONES, E.B.G., 2006. Productivity of Laccase in Solid Substrate Fermentation of Selected Agro-residues by *Pycnoporus sanguineus*, Bioresource Technology, *97*, 171-177.

WALDROP, M.P., BALSER, T.C., FIRESTONE, M.K., 2000. Linking Microbial Community Composition to Function in a Tropical soil. Soil Biol. Biochem., *32*, 1837–1846.

WANG, H. X., NG, T. B., 2006. Purification of a Laccase From Fruiting Bodies of The Mushroom *Pleurotus eryngii*, Appl Microbiol Biotechnol, *69*, 521-525.

WASSER, S. P., 2002. Medicinal Mushrooms as a Source of Antitumor and Immunomodulating Polysaccharides. Appl. Microbiol. Biotechnol. *60*, 258-274.

WHEALS, A. A., VASSO, L. C., ALVES, D. M. G., AMORIM, H. V., 1999. Fuel Ethanol After 25 Years, TIBTECH, *17*, 482-487.

WIDSTEN, P., KANDELBAUER, A., 2008. Laccase Applications in The Forest Products Industry: A review, Enzyme and Microbial Technology, *42*, 293–307

XU, F., 1996. Oxidation of Phenols, Anilines, and Benzenethiols by Fungal Laccases: Correlation Between Activity and Redox Potentials as well as Halide Inhibition, Biochemistry, *35*, 7608-7614.

YENİLENEBİLİR ENERJİ, http://www.tr.wikipedia.org/wiki/yenilenebilir_enerji

YENİLENEBİLİR ENERJİER, <http://www.bugday.org/article.php?ID=79>

YILDIZ, A., 1998. Farklı Katkı Maddelerinin Değişik Oranlarının *Pleurotus florida* Fovese'nin Misel Gelişimi, Basidiokarp Oluşumu ve Gelişim Süreleri ile Verim Miktarları Üzeine Etkileri, Turk Journal of Biology, *22*, 127-142.

- YILDIZ, A., DEMİR, R.**, 1998. Bazı Bitkisel Materyallerin *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex. Fr.) Kum. var. *salignus* (Pers. Ex. Fr.) Konr. Et Maubl.'un Gelişmesi ve Ürün Verimi Üzerine Etkileri, Tr. J. Of Biology, *22*, 67-73.
- YILDIZ, A., KARAKAPLAN, M.**, 2003. Evaluation of Some Agricultural Wastes for The Cultivation of Edible Mushroom (*Pleurotus ostreatus* var. *salignus*), J. Food Sci. Technpl., *40*, 290-292.
- YILDIZ, S., YILDIZ, U. C., GEZER, E. D., TEMİZ, A.**, 2002. Some Lignocellulosic Wastes Used as Raw Material in Cultivation of The *Pleurotus ostreatus* Culture Mushroom. Process Biochemistry, *38*, 301-306.
- YESİLADA, Ö., TOPÇUOĞLU, FS., ÜNYAYAR, A., ÜNYAYAR, S., FISKIN, K., BOZCUK, S.**, 1990. Slempe İçeren İnkübasyon Ortamlarında Bazı Çürükçül Funguslarda Absisik Asit Üretimi, X.Ulusal Biyoloji Kongresi, Erzurum.
- ZADRAZIL, F.**, 1978. Cultivation of *Pleurotus*, In The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms, (eds S.T. Chang and W. A. Hayes), Academic Pres, 521-557, New York.
- ZADRAZIL, F.**, 1985. Screening of Fungi for Lignin Decomposition and Conversion of Straw into Feed. Angew Bot *59*, 433-452.
- ZADRAZIL, F., DUBE, H. C.**, 1992. The Oyster Mushroom: Importance and Prospects, Mushroom Research, *1*, 25-32.
- ZADRAZIL, F., KAMRA, D. N., ISIKUEMHEN, O. S., SCHUCHARDT, F.**, 1996. Bioconversion of Lignocellulose into Ruminant Feed with White Rot Fungi, j Appl Anim Res., *10*, 105-24.
- ZHANG, R., LI, X., FADEL, J. G.**, 2002. Oyster Mushroom Cultivation with Rice and Wheat Straw, Bioresource Technology, *82*, 277-284.

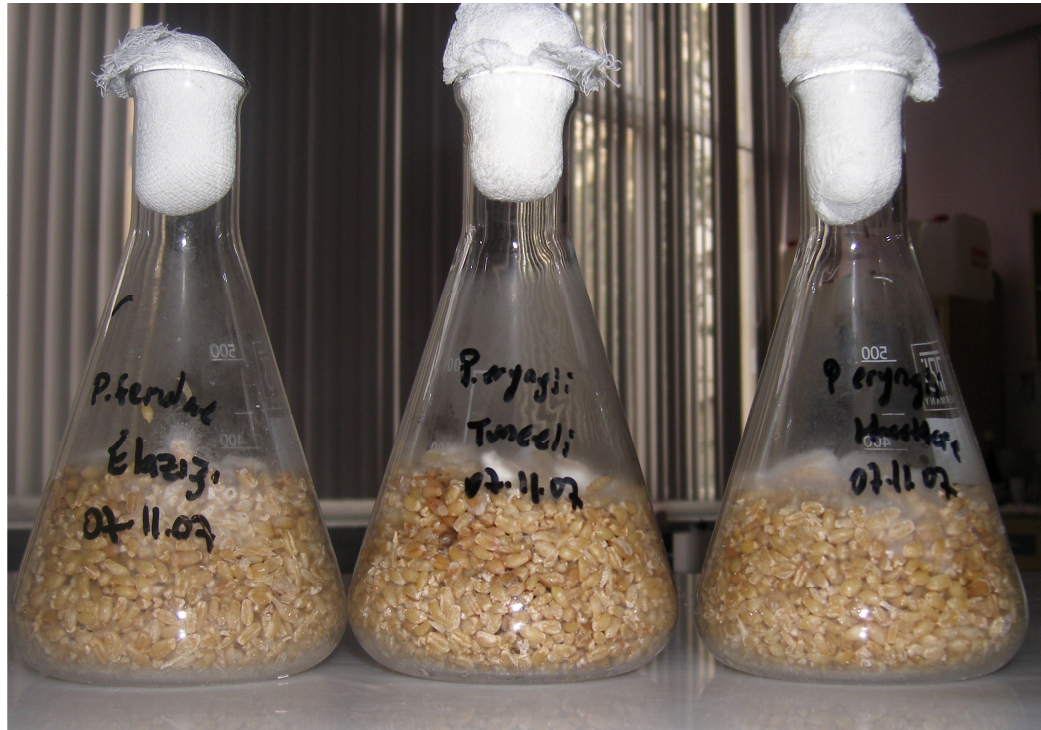
ZHANG, L. H., LI, D., WANG, L. J., WANG, T. P., ZHANG, L., CHEN, X. D., MAO, Z. H., 2008. Effect of Steam Explosion on Biodegradation of Lignin in Wheat Straw, Bioresour Technol., 99(17), 8512-5.

ZHAO, J., KWAN, H. S., 1999. Characterization, Molecular Cloning, and Differential Expression Analysis of Laccase Genes From the Edible Mushroom *Lentinula edodes*, Applied and Environmental Microbiology, 66, 4908-4913.

7. RESİMLER



Resim 7.1. *P. eryngii* (H), *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T)'nin malt ekstrakt agar ortamında misel formları



Resim 7.2. *P. eryngii* (H), *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ve *P. eryngii* (T) ile hazırlanan tohumluk misel (Spawn) kültürleri



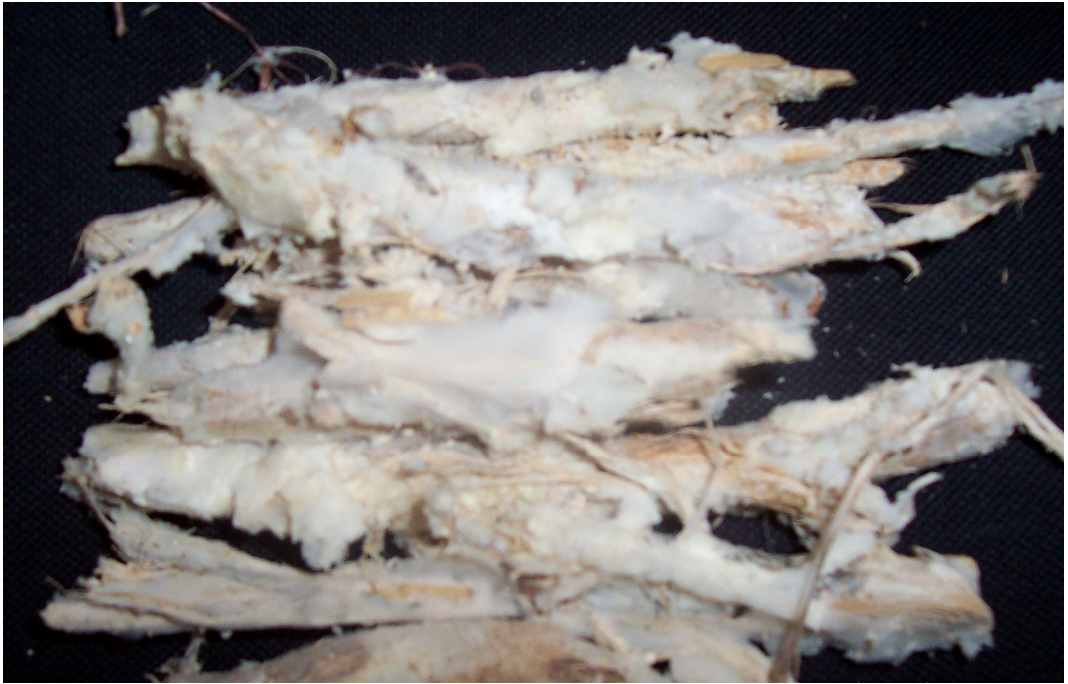
Resim 7.3. Buğday sapında *P. eryngii* (H) ile fermentasyonunun hasat evresine ait örnek



Resim 7.4. Buğday sapında *P. eryngii* (T) ile fermentasyonun 140. gününe ait örnek



Resim 7.5. Buğday sapında *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile fermentasyonun 140. gününe ait örnek



Resim 7.6. Pamuk sapında *P. eryngii* (T) ile fermentasyonun 140. gününe ait örnek



Resim 7.7. Pamuk sapında *P. eryngii* var. *ferulae* (E) ile fermentasyonun 140. gününe ait örnek



Resim 7.8. Pamuk sapında *P. eryngii* (H) ile fermentasyonunun hasat evresine ait örnek

8. TABLOLAR

- Tablo 1.1.** Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli (MTEP) (Acaroğlu ve Ültanır, 2004)
- Tablo 1.2.** Türkiye'nin Dünya pamuk üretimi içindeki yeri (Anonymous, 1999-2003)
- Tablo 1.3.** Türkiye'de pamuk ekim alanı, üretim ve verim durumu (FAO, Statistical Database www.fao.org)
- Tablo 1.4.** Yıllara göre Türkiye buğday ekim alanı, üretimi ve verimi (FAO, Statistical Database, www.fao.org)
- Tablo 1.5.** Türkiye'de soya fasulyesi tarımı (DİE, 2001)
- Tablo 1.6.** Katı substart fermentasyonunun (KSF) avantajları ve dezavantajları (Carrizales ve Jaffe, 1986; Kumar ve ark., 2003; Perez-Guerra ve ark., 2003)
- Tablo 1.7.** Çeşitli lignoselülozik materyallerin kimyasal bileşenleri (Betts ve ark., 1991)
- Tablo 1.8.** Lignin yıkan organizmalar (Buswell ve Odier, 1987; Rayner ve Body, 1988; Erikson ve ark., 1990; Blanchette, 1995)
- Tablo 1.9.** Temel lignolitik enzimler, kofaktörleri, substratları ve gerçekleştirdikleri reaksiyon (Hatakka, 2001)
- Tablo 4.1.** Malt ekstrakt agar katı besiyeri ortamında pirinç kepeğinin misel gelişim üzerine etkisi
- Tablo 4.2.** Pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ile pH değişimleri ve bu parametrelere pirinç kepeğinin etkisi

- Tablo 4.3.** Pamuk sapında gelişim süreleri üzerine %5 ve %10'luk piriñ kepeğinin etkisi
- Tablo 4.4.** Buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ile pH değişimleri ve bu parametrelere piriñ kepeğinin etkisi
- Tablo 4.5.** Buğday sapında gelişim süreleri üzerine piriñ kepeğinin etkisi
- Tablo 4.6.** Soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerindeki redükte şeker miktarları, pH değişimleri ve bu parametrelere piriñ kepeğinin etkisi
- Tablo 4.7.** Pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekteşen toplam lignin giderim oranları, lakkaz enzim aktivite değişimleri ve bu parametrelere piriñ kepeğinin etkisi
- Tablo 4.8.** Saf pamuk sapında herbir gelişim döneminde gerçekteşen lignin giderim oranları
- Tablo 4.9.** Buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekteşen toplam lignin giderim oranları, lakkaz enzim aktivite değişimleri ve bu parametrelere piriñ kepeğinin etkisi
- Tablo 4.10.** Saf buğday sapında herbir gelişim döneminde gerçekteşen lignin giderim oranları
- Tablo 4.11.** Soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekteşen toplam lignin giderim oranları, lakkaz enzim aktivite değişimleri ve bu parametrelere piriñ kepeğinin etkisi
- Tablo 4.12.** Saf soya sapında 0-15, 15-30 ve 30-40. günler arasında gerçekteşen lignin giderim oranları

- Tablo 4.13.** Pamuk sapında *P.eryngii* (H) için hasat dönemi, *P.eryngii* var. *ferulae* ve *P.eryngii* (T) için ise 140. güne ait fermentasyon ortamının C, H, N, S değerleri ve C/N oranları
- Tablo 4.14.** Buğday sapında *P.eryngii* (H) için hasat dönemi, *P.eryngii* var. *ferulae* ve *P.eryngii* (T) için ise 140. güne ait fermentasyon ortamının C, H, N, S değerleri ve C/N oranları
- Tablo 4.15.** Buğday sapında *P.eryngii* (H) için hasat dönemi, *P.eryngii* var. *ferulae* ve *P.eryngii* (T) için ise 40. güne ait fermentasyon ortamının C, H, N, S değerleri ve C/N oranları
- Tablo 4.16.** Pamuk, buğday ve soya sapslarında fermentasyon ortamının ham protein değerleri
- Tablo 5.1.** Araziden toplanan tarımsal artıkların fermentasyon öncesi kompozisyonu
- Tablo 5.2.** Elde edilen en yüksek redükte şeker değerleri
- Tablo 5.3.** Elde edilen en yüksek lignin giderim oranları
- Tablo 5.4.** Elde edilen en düşük C/N oranları
- Tablo 5.5.** Elde edilen en yüksek ham protein değerleri
- Tablo 5.6.** Suşların en iyi sonuç verdiği parametreler

9. ŞEKİLLER

- Şekil 1.1.** Odunun bileşenleri (**Kirk ve Cullen, 1998**)
- Şekil 1.2.** Lignin prekürsörleri ve lignin molekülündeki karbon iskeletin numaralandırılması (**Buswell ve Odier, 1987**)
- Şekil 1.3.** Ligninin yapısal modeli (**Brunow, 2001**)
- Şekil 1.4.** Selülozun yapısı (**Kirk ve Cullen, 1998**)
- Şekil 1.5.** Selüloz molekülleri ve mikrofibrilleri (**Purves ve ark., 2003**)
- Şekil 1.6.** Sert odunun temel hemiselülozu O-asetil-4-O-metilglukuronoksilan (A), koniferlerin temel hemiselülozu O-asetilgalaktoglukomannan (B) (**Kirk ve Cullen, 1998**)
- Şekil 1.7.** Lakkazın katalitik döngüsü (**Baldrian, 2006**)
- Şekil 1.8.** Lakkaz enziminin yapısında domainlerin düzenlenişi (**Xu, 1996**)
- Şekil 1.9.** LMS oksidasyonunun lakkaz tarafından gerçekleştirilmesi (**Widsten ve Kandelbauer, 2008**)
- Őekil 4.1.** Malt ekstrakt agar katı besiyerinde %0,5'lik piriń kepeđinin misel gelişim üzerine etkisi
- Őekil 4.2.** Malt ekstrakt agar katı besiyerinde %1'lik piriń kepeđinin misel gelişim üzerine etkisi
- Őekil 4.3.** Malt ekstrakt agar katı besiyerinde %2'lik piriń kepeđinin misel gelişim üzerine etkisi

- Şekil 4.4.** Saf pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri
- Şekil 4.5.** Pamuk sapı + %5 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri
- Şekil 4.6.** Pamuk sapı + %10 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri
- Şekil 4.7.** Pamuk sapında gelişim süreleri üzerine pirinç kepeğinin etkisi.
- Şekil 4.8.** Saf buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri
- Şekil 4.9.** Buğday sapı + %5 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri
- Şekil 4.10.** Buğday sapı + %10 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak fermentasyon ortamında redükte şeker miktarları ve pH değişimleri
- Şekil 4.11.** Buğday sapında gelişim süreleri ve bu süreler üzerine pirinç kepeğinin etkisi.
- Şekil 4.12.** Saf soya sapında 15., 30. ve 40. günlerde fermentasyon ortamının redükte şeker miktarları ve pH değişimleri
- Şekil 4.13.** Soya sapı + %5 pirinç kepeğinde 15., 30. ve 40. günlerde fermentasyon ortamının redükte şeker miktarları ve pH değişimleri
- Şekil 4.14.** Soya sapı + %10 pirinç kepeğinde 15., 30. ve 40. günlerde fermentasyon ortamının redükte şeker miktarları ve pH değişimleri

- Şekil 4.15.** Saf pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri
- Şekil 4.16.** Pamuk sapı + %5 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri
- Şekil 4.17.** Pamuk sapı + %10 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri
- Şekil 4.18.** Saf pamuk sapında herbir gelişim döneminde gerçekleşen lignin giderim miktarları.
- Şekil 4.19.** Pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak pirinç kepeğinin toplam lignin giderimi üzerine etkisi
- Şekil 4.20.** Pamuk sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak pirinç kepeğinin lakkaz aktivitesi üzerine etkisi
- Şekil 4.21.** Saf buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri
- Şekil 4.22.** Buğday sapı + %5 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri
- Şekil 4.23.** Buğday sapı + %10 pirinç kepeğinde gelişim dönemlerine bağlı olarak gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri
- Şekil 4.24.** Saf buğday sapında herbir gelişim döneminde gerçekleşen lignin giderim miktarları.

- Şekil 4.25.** Buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak pirinç kepeğinin toplam lignin giderimi üzerine etkisi
- Şekil 4.26.** Buğday sapında gelişim dönemlerine bağlı olarak pirinç kepeğinin lakkaz enzim aktivitesi üzerine etkisi
- Şekil 4.27.** Saf soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri
- Şekil 4.28.** Soya sapı + %5 pirinç kepeğinde fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri
- Şekil 4.29.** Soya sapı + %10 pirinç kepeğinde fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde gerçekleşen toplam lignin giderim oranları ve lakkaz enzim aktivite değişimleri
- Şekil 4.30.** Saf soya sapında 0-15, 15-30 ve 30-40. günler arasında gerçekleşen lignin giderim miktarları.
- Şekil 4.31.** Soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde pirinç kepeğinin toplam lignin giderimi üzerine etkisi
- Şekil 4.32.** Soya sapında fermentasyonun 15., 30. ve 40. günlerinde pirinç kepeğinin lakkaz enzim aktivitesi üzerine etkisi
- Şekil 4.33.** Pamuk sapında fermentasyon ortamının C/N oranlarındaki değişimler ve bu değerlere prinç kepeğinin etkisi.
- Şekil 4.34.** Buğday sapında fermentasyon ortamının C/N oranlarındaki değişimler ve bu değerlere prinç kepeğinin etkisi.
- Şekil 4.35.** Soya sapında fermentasyon ortamının C/N oranlarındaki değişimler ve bu değerlere prinç kepeğinin etkisi.

- Şekil 4.36.** Pamuk sapında fermentasyon ortamının ham protein miktarları ve bu miktarlara prinç kepeğinin etkisi.
- Şekil 4.37.** Buğday sapında fermentasyon ortamının ham protein miktarları ve bu miktarlara prinç kepeğinin etkisi.
- Şekil 4.38.** Soya sapında fermentasyon ortamının ham protein miktarları ve bu miktarlara prinç kepeğinin etkisi.

10. ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Malatya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Malatya'da tamamladı. 1998 yılında İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde lisans eğitimine başladı. 2002 yılında lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl başladığı İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü biyoloji anabilimdalındaki yüksek lisans eğitimini 2004 yılında tamamladı. 2004 yılında başladığı doktora eğitimine devam eden Numan YILDIRIM, 2005 yılından beri Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babası olup İngilizce bilmektedir.