



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BEYAZ ŞAPKALI KÜLTÜR MANTARI (*Agaricus bisporus*) ÜRETİMİNİN
EKO-VERİMLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Handan KAYAR

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
Şubat 2021



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BEYAZ ŞAPKALI KÜLTÜR MANTARI (*Agaricus bisporus*) ÜRETİMİNİN
EKO-VERİMLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Handan KAYAR
ORCID: 0000-0002-3745-989X

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ömer EREN
ORCID: 0000-0003-4578-3187

HATAY
Şubat 2021

18/02/2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İMZA

Handan KAYAR

ÖZET

BEYAZ ŞAPKALI KÜLTÜR MANTARI (*Agaricus bisporus*) ÜRETİMİNİN EKO-VERİMLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, beyaz şapkali (*Agaricus bisporus*) kültür mantarı üretiminde kullanılan tarımsal girdilerin enerjilerini ve sera gazı emisyonlarını belirleyerek üretimin eko-verimliliğinin saptanması amaçlanmıştır. Beyaz şapkali kültür mantarı üretimindeki enerji girdi ve çıktılarına bağlı olarak üretimin enerji verimliliği ve sera gazı emisyonu belirlenmiştir. Üretimdeki birincil enerji kaynaklarının kullanımına bağlı olarak da eko-verimlilik saptanmıştır.

Beyaz şapkali kültür mantarı üretiminde, 31,25 kg/m² mantar verimi için tarımsal enerji girdisi 720,81 MJ/m² ve tarımsal enerji çıktısı 50,94 MJ/m² olarak hesaplanmıştır. Enerji oranı 0,07, özgül enerji 23,07 MJ/kg, enerji üretkenliği 0,04 kg/MJ ve net enerji verimi -669,87 MJ/m² olarak saptanmıştır. Üretimdeki toplam sera gazı emisyonu 65,09 kgCO_{2-eq}/m² olarak hesaplanmıştır. Ayrıyeten beyaz şapkali kültür mantarı üretimdeki sera gazı oranı değeri 2,08 kgCO_{2-eq}/kg ve çevresel fiyatlandırma da 32,95 ₺/m² olarak saptanmıştır.

2021, 35 sayfa

Anahtar Kelimler: Beyaz Şapkali Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus*) Üretimi, Eko-Verimlilik, Enerji Verimliliği, Sera Gazı Salımı, Çekilen Su Yoğunluğu

ABSTRACT

DETERMINATION OF ECO-EFFICIENCY OF BUTTON MUSHROOM (*Agaricus bisporus*) PRODUCTION

In this study; it was aimed to determine the eco-efficiency of production by determining greenhouse gas emissions and energies of agricultural inputs used in cultivated button mushroom (*Agaricus bisporus*). Energy efficiency and greenhouse gases emission of production were determined in regard to energy inputs and outputs of button mushroom production. Eco-efficiency was determined in regard to used primal energy sources of production.

The results showed that the average yield in button mushroom was 31,25 kg/m². Agricultural energy inputs and outputs were calculated 720,81 MJ/m² and 50,94 MJ/m², respectively. The energy output/input ratio, specific energy, energy productivity and net energy were determined as 0,07, 23,07 MJ/kg, 0,04 kg/MJ and -669,87 MJ/m², respectively. Total GHG emission was calculated as 65,09 kgCO_{2-eq} /m² for button mushroom production. Additionally, GHG ratio value and environmental prices was calculated as 2,08 kgCO_{2-eq}/kg and 32,95 ₺/m², respectively in button mushroom production.

2021, 35 pages

Keywords: Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) Production, Eco-Efficiency, Energy Efficiency, GHG Emissions, Water Withdrawn

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ömer EREN'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yapıldığı kültür mantarı işletmesinin belirlenmesi ve teze sağladığı katkılarından dolayı değerli hocam Prof. Dr. Tamer SERMENLİ'ye çok teşekkür ederim. Çalışmanın yürütülmesi için işletmesini kullanmamıza izin veren ve her türlü kolaylığı sağlayan YANAZ MANTAR işletme sahibi sayın Erdoğan YANAZ'a çalışmalarımda yardımcı olan sayın Hayal YANAZ'a teşekkürü borç bilirim.

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanlığına, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne ve jüri üyesi olarak tezime katkıda bulunan Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN hocama da teşekkür ederim

Tez çalışmam sırasında beni maddi ve manevi olarak her aşamada destekleyen sevgili aileme de şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	7
3.1. Materyal.....	7
3.1.1. Üretim Tesisleri.....	7
3.1.2. Beyaz Şapkalı Kültür Mantarı (<i>Agaricus bisporus</i>) Üretimi.....	8
3.1.3. Kompost.....	13
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Üretim Sisteminin Sistem Sınırı ve Fonksiyonel Birim	14
3.2.2. Enerji Kullanım Etkinliğinin Saptanması	14
3.2.3. Sera Gazı Emisyonunun Hesaplanması	16
3.2.4. Eko-Verimlilik Değerlendirmesi	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	19
4.1. Enerji Kullanım Etkinliği	19
4.2. Sera Gazı Emisyonu	24
4.3. Eko-Verimlilik.....	27
4.4. Atık Mantar Kompostu.....	28
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	30
KAYNAKLAR	32
ÖZGEÇMİŞ	35

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kültür mantarı üretim miktarının yıllara göre değişimi (TÜİK, 2019)	2
Şekil 1.2. Türkiye’de kültür mantarı üretiminin türlere göre dağılımı	3
Şekil 3.1. Beyaz şapkalı kültür mantarı	7
Şekil 3.2. Yanaz Mantar beyaz şapkalı kültür mantarı üretim tesisinin yeri	7
Şekil 3.3. Üretim tesisi	8
Şekil 3.4. Kompost	9
Şekil 3.5. Serilmiş olan örtü toprağı	10
Şekil 3.6. Tırmıklama dönemi	11
Şekil 3.7. Hasata hazır olan mantarlar	12
Şekil 3.8. Kültür mantarı üretiminin sistem sınırı	14
Şekil 4.1. Kültür mantarı üretiminde tarımsal enerji girdilerinin yüzdelik dağılımı	20
Şekil 4.2. Kültür mantarı üretiminde doğrudan - dolaylı enerji girdileri	21
Şekil 4.3. Kültür mantarı üretiminde yenilenebilir - yenilenemeyen enerji girdileri	22
Şekil 4.4. Kültür mantarı üretiminde girdilerin sera gazı emisyonlarının yüzdelik dağılımı	26
Şekil 4.5. Atık mantar kompostu	29

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Kültür Mantarı Üretiminin Girdi ve Çıktılarının Enerji Eşdeğerleri	15
Çizelge 3.2. Kültür Mantarı Üretimindeki Enerji Göstergeleri (Öztürk, 2010).....	16
Çizelge 3.3. Kültür Mantarı Üretimi Girdilerinin Sera Gazı Emisyon Katsayıları.....	16
Çizelge 4.1. Kültür Mantarı Üretiminin Tarımsal Enerji Girdileri ve Çıktıları.....	19
Çizelge 4.2. Enerji Kullanım Etkinliği Gösterge Değerleri	23
Çizelge 4.3. Kültür Mantarı Üretimi Sera Gazı Emisyon Değerleri.....	24
Çizelge 4.4. Kültür Mantarı Üretimi SGE Diğer Gösterge Değerleri.....	26



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

TEG	: Tarımsal enerji girdisi (MJ/m^2)
TEÇ	: Tarımsal enerji çıktısı (MJ/m^2)
SGE	: Sera gazı emisyonu ($\text{kg CO}_2\text{-eş/m}^2$)
SGE_m	: Birim kütle başına SGE miktarı ($\text{kg CO}_2\text{-eş/kg}$)
ÇF	: Çevresel fiyatlandırma (₺/m^2)
EY	: Enerji yoğunluğu (MJ/kg)
SGEY	: Sera gazı emisyon yoğunluğu ($\text{kg CO}_2\text{-eş/kg}$)
ÇSY	: Çekilen su yoğunluğu (m^3/kg)
i	: Girdiler (insan işgücü, elektrik, su, kimyasal, kağıt, kompost)
$R(i)$	: i girdilerinin uygulama miktarı ($\text{birim}_{\text{girdi}}/\text{m}^2$)
$Y(i)$	: i çıktısının (hasat edilen kültür mantarı) verimi (kg/m^2)
$E_{\text{eş}}(i)$	: i girdilerinin/çıktılarının enerji eşdeğeri ($\text{MJ/birim}_{\text{girdi/çıktı}}$)
$EF(i)$	: i girdilerinin sera gazı emisyon katsayıları ($\text{kgCO}_2\text{-eş/birim}$)
ÇFK	: Çevresel fiyatlandırma katsayısı ($0,057 \text{ €/kg CO}_2\text{-eş}$)
DK	: Döviz kuru ($8,88 \text{ ₺/€}$ olarak alınmıştır)
TEG_{elk}	: Elektrik tüketimiyle oluşan tarımsal enerji girdisi (MJ/m^2)
SGE_{elk}	: Elektrik tüketimiyle oluşan sera gazı emisyonu ($\text{kg CO}_2\text{-eş/m}^2$)
V	: i girdisi kullanımı sırasında tüketilen su miktarı (m^3/m^2)

1. GİRİŞ

Tarımsal üretim sistemlerinde enerji kullanımı, sistemin karlılığı ve çevresel sorunlarla doğrudan ilgili olduğu için sürdürülebilir üretim sistemlerinde önemli bir meseledir (Kehagias ve ark., 2015). Tarımsal üretim sisteminin yönetimi, girdi-çıkıtı enerji analizi gibi bitkinin enerji dengesini belirleyen kapsamlı bir planla sağlanır. Tarımsal sektörlerde insan işgücü, elektrik, tohum, gübre, dizel yakıt, su kullanımı vb. gibi çeşitli enerji girdileri tüketilmektedir ve literatür (Khoshnevisan ve ark., 2015; Nassiri ve Singh, 2009; Özkan ve ark., 2004) çalışmalarında enerji girdilerinin oldukça verimsiz kullanıldığı da rapor edilmiştir.

Tarımsal üretim sistemlerinde çevresel etkileri azaltmak, su ve enerji tasarrufu sağlamak amacıyla tarımsal girdilerin kullanımını optimize etmek önemli bir gerekliliktir. Tarımsal üretim sistemlerinde eko-verimlilik değerlendirmesiyle bu optimizasyon işlemi gerçekleştirilebilir. Yüksek verime sahip üretim teknoloji ve yöntemlerinin kullanılmasıyla aynı oranda üretimin sağlanması ve doğal kaynakların daha az kullanılmasıyla verimliliğin artırılması anlamına gelen eko-verimlilik tarımsal üretim sistemlerinde üç önemli gösterge ile değerlendirilmektedir. Bu eko-verimlilik göstergeleri (Gonçalves ve ark., 2014); enerji yoğunluğu (EY), sera gazı emisyon yoğunluğu (SGEY) ve çekilen su yoğunluğu (ÇSY)'dur.

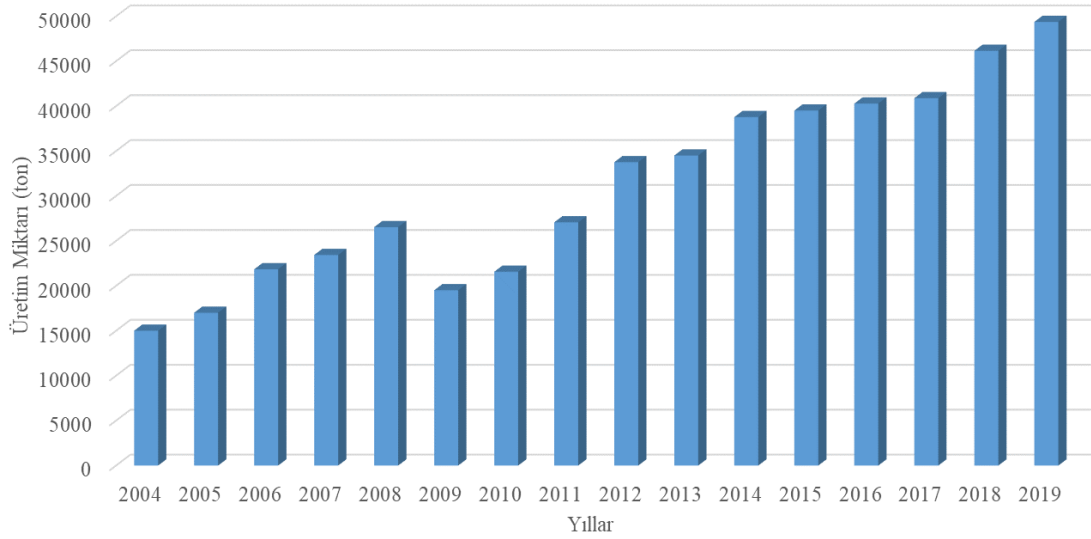
Hızlı sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak çevresel problemlerin artması ile tarım alanlarının verimliliklerinde de bir düşme söz konusu olmaktadır. Nüfusun hızlı bir şekilde artış göstermesiyle birlikte beslenme için kullanılan kaynakların verimli olarak kullanılması da önemli bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu zorunluluklar sebebiyle, verimli tarım arazisi gerektirmeden yıl boyu üretimin yapılabilir olması kültür mantar yetiştiriciliğinin önemini arttırmaktadır.

Mantar yetiştiriciliği; üretimin iç koşullarda yapılması, dış çevresel koşullardan direkt etkilenmemesi, üretim süresinin kısa ve birim alandan elde edilen gelirin yüksek olması, kültür mantarı üretiminde kullanılabilir tarımsal atık materyalin bol olması nedeniyle giderek yaygınlaşan kârlı bir tarımsal üretim faaliyetidir (Eren ve Pekşen, 2019).

Dünya mantar pazarı 2013 yılı verilerine göre yaklaşık 63 milyar dolarlık bir hacme sahiptir. Bu pazarın % 54'ünü kültürü yapılan yenilebilir mantarlar, % 38'ini tıbbi

mantarlar ve % 8'ini doğa mantarları oluşturmaktadır. Küresel ölçekte, 1997-2013 yılları arasında yenilebilir mantarların kişi başına tüketimi 1 kg'dan 4,7 kg'a yükselmiştir. (Grimm ve Wösten, 2018).

Türkiye'de kültür mantarı yetiştiriciliği ilk olarak 1960 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde gerçekleştirilmiştir. 1970 yılında Tarım Bakanlığı'na bağlı Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nde Mantarcılık Bölümü aılımtır (Eren ve Pekşen, 2016). Ülkemizde kültür mantarı yetiştiriciliğinin ticari ölçekli üretime geçişi 1980'li yıllarda gerçekleşmiş, 1990'lı yıllardan itibaren ticari olarak değer kazanmış ve kültür mantarı üretiminde 1990-2000 yılları arasında hızlı bir artış yaşanmıştır (Eren ve Pekşen, 2014). Son 15 yılda kültür mantarı üretiminde yaklaşık olarak % 229'luk bir artış gözlemlenmiştir. Son birkaç yıldır da kültür mantarı üretim miktarında hiç azalma görülmemiş ve küçük miktarlarda artış olduğu da gözlemlenmiştir (şekil 1.1).



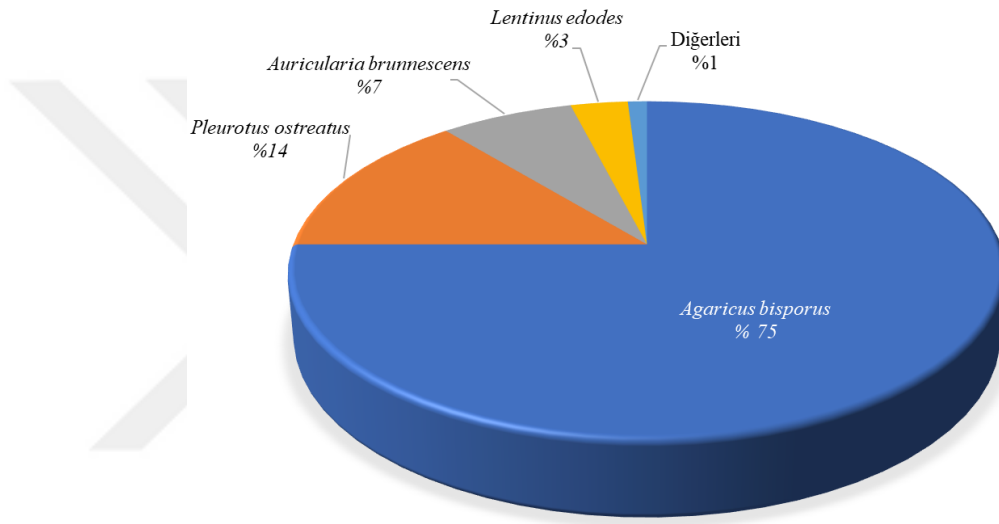
şekil 1.1. Kültür mantarı üretim miktarının yıllara göre değişimi (TÜİK, 2019)

Dünyada kültür mantarı retilimi FAO (2018) verilerine göre, 8 993 280 tondur. Dünya mantar retilimi verileriyle Türkiye'nin verilerini karşılaştırdığımızda Türkiye'de yaklaşık olarak Dünya'nın % 0,51 kültür mantarı retilimi gerçekleştirilmektedir.

Türkiye'de kişi başına yıllık mantar tüketimi 2004 yılında 0,22 kg iken 2019 yılında 0,59 kg civarında saptanmıştır. Bu süre zarfında üretimde % 229'luk bir artış olmasına rağmen tüketimde % 168'lik bir artış olmuştur. Gelişmiş ülkelerdeki tüketim değerlerine

(4,7 kg/kişi) göre kıyasladığında Türkiye’de kültür mantarı tüketimi oldukça az olmaktadır.

Türkiye’de en yaygın olarak yetiştirilen ve satışa sunulan mantar türü beyaz şapkalı kültür mantarı olarak da bilinen *Agaricus bisporus*’tur (% 75). Bunun ardından, *Pleurotus ostreatus* (istiridye mantarı) (% 14), *Auricularia brunnescens* (kulak mantarı) (%7), *Lentinus edodes* (meşe mantarı) (%3) ve diğer kültür mantarı türleri (*Flamulina velutipes* (kış mantarı) ve *Volvariella volvacea* (saman mantarı) gelmektedir (Şekil 1.2) (Eren ve Pekşen, 2019).



Şekil 1.2. Türkiye’de kültür mantarı üretiminin türlere göre dağılımı

Mantar yetiştirme ortamlarına kompost (substrat) adı verilmektedir. Selüloz ve lignince zengin materyale ilave edilen azotun mikroorganizma popülasyonunu aktif hale getirmesi sonucunda ayrışma ve sentezleme olayları ile elde edilen, mantarın beslenmesi için gerekli yetiştirme ortamlarıdır. Mantar yetiştiriciliğinde üretim sonrası açığa çıkan organik madde ve bazı besinlerce zengin kompostta ise “atık mantar kompostu” veya “atık mantar substratı” adı verilmektedir (Çatal, 2017).

Birçok araştırmacı, 1 kg mantar üretimi sonunda 3 kg (Singh ve ark., 2003), 4 kg (Singh ve ark., 2011) veya 5 kg (Paredes ve ark., 2009) atık mantar kompostlarının ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Bu açığa çıkan kompostların işletmelerden uzaklaştırılması önemli bir sorundur. Ülkemizde genellikle ortama bırakılmakta ya da tarımsal üretim yapan diğer çiftçiler tarafından alınarak gübre olarak kullanılmaktadır. Ortama

bırakıldıklarında içerisinde bulunan azot gübresinden dolayı çevreyi kirletmesi söz konusu olabilmektedir. Dolayısıyla bu atık kompostlarının değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Eğer değerlendirilebilirse mantar üreticisi ekonomik olarak kazanç sağlayabilecek ve çevre korunabilecektir.

Atık mantar kompostu, farklı mantar türlerinin üretiminde kompost veya örtü toprağı, organik madde kaynağı, fide üretimi ve topraksız kültürde yetiştirme ortamı, bitki hastalıkları biyokontrol ajanı, hayvan yemi, vermikompost üretimi, biyoremediasyon, enzim ve yakıt üretimi olmak üzere birçok farklı alanda kullanılarak ekonomiye kazandırılabilir (Çatal, 2017)

Bu çalışmada, ülkemizde en çok üretimi yapılan beyaz şapkalı kültür mantarının (*Agaricus bisporus*) üretimi sırasında enerji kullanımının, çevreye olan etkisinin ve çekilen su miktarının belirlenmesi amacıyla eko-verimlilik değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Robinson ve ark. (2019), Amerika’da beyaz şapkalı kültür mantarı üretimi sırasında olan çevresel etkileri belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, yaşam döngüsü değerlendirmesi yönteminden faydalanmışlardır. Beyaz şapkalı kültür mantarı üretiminin sera gazı emisyonunu, 2,13 kg CO₂-eş/kg ve 2,85 kg CO₂-eş/kg olarak saptamışlardır. Toplam birincil enerji tüketimini ise 29,1 MJ/kg olarak hesaplamışlardır.

Leiva ve ark. (2017), İspanya’da beyaz şapkalı kültür mantarı üretimi sırasında olan çevresel etkilerin farklı senaryolarla azaltılması amacıyla yaptıkları çalışmalarında, yaşam döngüsü değerlendirmesi yönteminden faydalanmışlardır. Uyguladıkları senaryolar sonunda tüm etki kategorilerinde çevresel etkileri % 16,25 ile % 194,63 azalttıklarını ifade etmişlerdir. Özellikle toplam sera gazı emisyonunun % 16,25 oranında azalttıklarını da belirtmişlerdir.

Leiva ve ark. (2016), miselyumlu kültür mantarı kompostunun üretimi sırasında olan çevresel etkileri belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, yaşam döngüsü değerlendirmesi yönteminden faydalanmışlardır. Kompost hazırlamanın karıştırma sürecinde yüksek bir çevresel etkinin olduğunu ifade etmişlerdir. Kompost üretimi sırasındaki sera gazı emisyonunu, 7,46 kg CO₂-eş/19 kg olarak hesaplamışlardır.

Ebrahimi ve Salehi (2015), İran’da İsfahan şehrinde beyaz şapkalı kültür mantarı üretimi sırasında oluşan enerji verimliliğinin ve sera gazı emisyonunun belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, kültür mantarı üretiminde toplam enerji girdisini 900,82 MJ/m², optimum enerji girdisini ise 812,75 MJ/m² ve toplam sera gazı emisyonunu optimum koşullar için 23,84 kg CO₂-eş/m², optimum olmayan koşullar için ise 32,86 kg CO₂-eş/m² olarak hesaplamışlardır.

Leiva ve ark. (2015a), İspanya’da beyaz şapkalı kültür mantarı üretimi sırasında olan çevresel etkileri belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, yaşam döngüsü değerlendirmesi yönteminden faydalanmışlardır. Beyaz şapkalı kültür mantarı üretiminin sera gazı emisyonunu, 4,42 kg CO₂-eş/kg olarak hesaplamışlardır.

Leiva ve ark. (2015b), İspanya’da beyaz şapkalı kültür mantarı miselyumunun üretimi sırasında olan çevresel etkileri belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, yaşam döngüsü değerlendirmesi yönteminden faydalanmışlardır. Beyaz şapkalı kültür

mantarı miselyumunun üretimini toplam sera gazı emisyonunu, 0,31 kg CO₂-eş/kg olarak belirlemişlerdir.

Salehi ve ark. (2014), İran'da İsfahan şehrinde beyaz şapkalı kültür mantarı üretimi sırasında oluşan enerji verimliliğinin ve maliyetlerinin belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, kültür mantarı üretiminde toplam enerji girdisini 901 MJ/m² ve enerji çıktısını 25,4 MJ/m² olarak hesaplamışlardır. Enerji oranını 0,03, özgül enerjiyi 59,5 MJ/kg ve net enerji verimini -875 MJ/m² olarak saptamışlardır. Ayrıca, toplam maliyeti de 24,9 \$/m² olarak belirlemişlerdir. Fayda-maliyet oranını 1,15 olarak saptamışlardır.

Farashah ve ark. (2013), İran'ın Alburz şehrinde beyaz şapkalı kültür mantarı üretimi sırasında oluşan enerji tüketiminin belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, 208,46 kg/ton_{kompost} mantar verimi için toplam enerji girdisini 133,25 MJ/ton ve optimum yoğunluğunu ise 120,15 MJ/ton olarak hesaplamışlardır.

Qasemi-Kordkheili ve ark. (2013), İran'ın Mazandaran şehrinde beyaz şapkalı kültür mantarı üretimi sırasında oluşan enerji tüketiminin belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, toplam enerji girdisini 34051,22 MJ/ha ve optimum enerji girdisini ise 26589,80 MJ/ha olarak hesaplamışlardır.

Schiau ve Rus (2013), Romanya'nın Brasov şehrinde beyaz şapkalı kültür mantarı üretimini enerji verimliliğinin belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, toplam enerji girdisini 4624,06 MJ/ton olarak hesaplamışlardır.

Gunady ve ark. (2012), Batı Avustralya'da beyaz şapkalı kültür mantarı yetiştiriciliğinin çevresel etkilerini belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmalarında, yaşam döngüsü değerlendirmesinden faydalanmışlardır. Mantar üretiminde toplam sera gazı emisyonunu 2,75 kg CO₂-eş/kg olarak hesaplamışlardır. Bu emisyonun yaklaşık % 52'sinin kompost ve misel üretimi sırasında gerçekleştiğini, yetiştiricilik sırasında ise % 25'inin olduğunu saptamışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

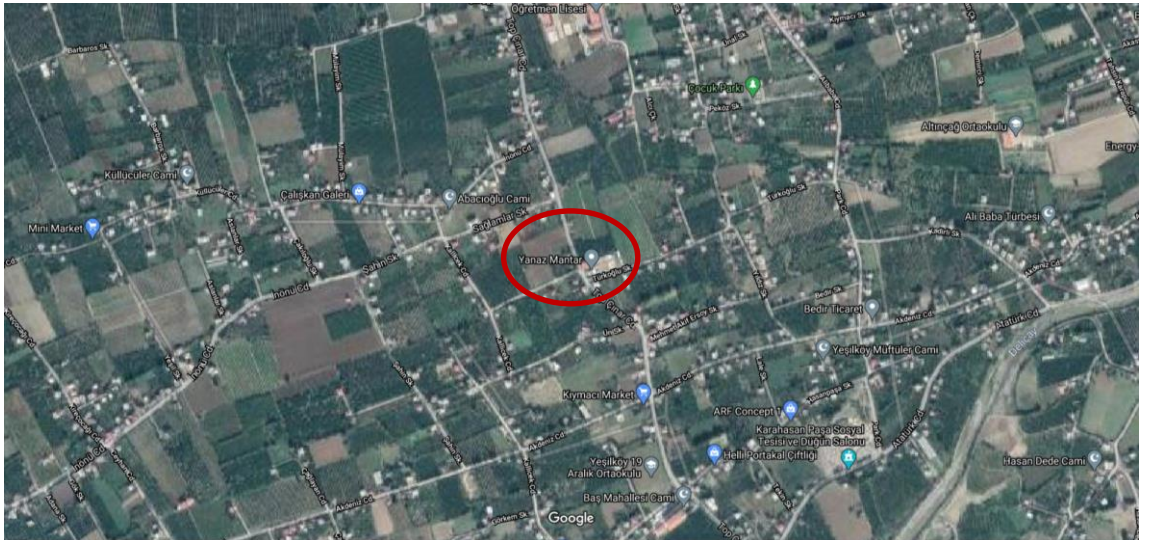
Çalışmanın ana materyalini beyaz şapkalı kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) oluşturmuştur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Beyaz şapkalı kültür mantarı

3.1.1. Üretim Tesis

Denemeler, Hatay ilinin Dörtyol İlçesinde bulunan “Yanaz Mantar” beyaz şapkalı kültür mantarı üretim tesisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Yanaz Mantar beyaz şapkalı kültür mantarı üretim tesisinin yeri

Üretim tesisinde, her biri 120 m² taban alana sahip 16 adet kültür mantarı yetiştirme odası, 1 adet ambalajlama/paketleme odası (Şekil 3.3a) ve 1 adet yönetim binası (Şekil 3.3b) bulunmaktadır. Üretimin sürdürülebilirliği için tüm odalarda birbirini takip eden bir şekilde üretim yıl boyunca gerçekleştirilmektedir. Tesisin bulunduğu arazide 20 adet ağaçta bulunmaktadır.



a) Yetiştirme ve paketleme odaları



b) Yönetim binası

Şekil 3.3. Üretim tesisi

3.1.2. Beyaz Şapkalı Kültür Mantarı (*Agaricus bisporus*) Üretimi

Bir yetiştirme dönemi 60 gün süren beyaz şapkalı kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) üretimindeki kültürel uygulamalar ve bakım işlemleri aşağıdaki gibi yapılmaktadır.

3.1.2.1 Kompostların Yerleştirilmesi

İçerisinde tavuk gübresi, saman ve misel bulunan kompostlar, beyaz şapkalı kültür mantarı üretim tesisine kütlesi 15 kg olan kapalı dikdörtgen plastik torbalar ile getirilmekte (Şekil 3.4.a) ve kompost torbalarının üst kısımları kesildikten (Şekil 3.4.b) sonra 5 erkek işçi tarafından ranzalara (5 katlı) yerleştirilmektedir. İşlemin sonunda, 100 m² yetiştirme alanına sahip bir odaya toplam 12500 kg kompost yerleştirilmiş olmaktadır. Torbalarda misel barındıran kompostlar, bir hafta boyunca tiftikleme işlemi ile havalandırılarak bekletilmektedir.



a) Torba



b) Üst kısmı kesilmiş

Şekil 3.4. Kompost

Kompostun üst yüzeyi düzeltilmekte ve hafifçe bastırılmaktadır. Yastık düzeyinin düzgün olmaması durumunda, kompost yüzeyindeki çukurlarda bölgesel olarak aşırı CO₂ birikimi ortaya çıkabilmekte ve bu sorun mantar çıkışında düzensizliklere neden olabilmektedir. Uygun bir şekilde bastırılmadığında da, kompost içinde istenen sıcaklığa ulaşamamaktadır. Ayrıca çok gevşek bırakılan yastıklarda kurumalar nedeniyle, misel gelişmesi yavaş olabilmektedir. Aşırı sıkıştırılmış yastıklarda ise misel gelişimi sırasında ortaya çıkan gazlar, ortamdan uzaklaştırılamamaktadır.

Kompost yüzeyinin kurumasını önlemek, dışarıdan gelebilecek hastalık ya da zararlılara karşı kompostu korumak ve kompost içinde / yüzeyinde iyi bir misel gelişmesi sağlamak amacıyla, yastıkların üzeri gazeteler ile kapatılmakta ve bu sırada toplam 50 kg gazete kâğıdı kullanılmaktadır. Gazetelerin, yastıkların dışına sarkacak ve ortasında üst üste bindirilecek şekilde serilmesi gerekmektedir. Ayrıca, kullanılacak olan gazeteler delik ve yırtık olmamalıdır. Sisleme yöntemiyle serilmiş olan gazetelerin üzeri ıslatılmakta ve bu işlem sırasında yaklaşık olarak 0.1 m³ su tüketilmektedir.

Misel ön gelişme (kuluçka) dönemi 15 gün sürmekte ve bu dönemde iç ortam sıcaklığı 25 °C ve nem miktarı % 75 olması gerekmektedir. Bu dönemde, 5 erkek ve 12 kadın işçi çalışmaktadır.

3.1.2.2 Örtü Toprağı Serme

Misel ön gelişme süresini tamamladıktan sonra kompostların üzerine 4 cm kalınlıkta örtü toprağı serilmektedir (Şekil 3.5). Örtü toprağının temiz olması çok önemli

olduğu için serilmeden önce, kapalı alanda formaldehit ile dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Örtü toprağı mantar misellerinin vejetatif fazdan generatif faza (şapka oluşumuna) geçmesini sağlayan bir ortamdır.



Şekil 3.5. Serilmiş olan örtü toprağı

Örtü toprağı, organik maddece zengin, su tutma kapasitesi yüksek, hava geçirgenliği iyi, 7.3-7.6 pH değerinde, toplam organik azot içeriğı % 0.7-0.8 ve karbon azot oranı 21:1 olmalıdır. Sulama yapıldıktan sonra kaymak tabakası oluşturmamalıdır. Ayrıca, besin elementleri ve tuzlar düşük düzeyde, hastalık ve zararlılardan arındırılmış olmalıdır.

Yetiştirme odasında, her 2,5 kompost torbasına 1 adet torf torbası olacak şekilde, örtü toprağı olarak toplam 6000 kg torf kullanılmaktadır. Toprak serildikten sonra yaklaşık 3 m³ su ile sulama yapılmakta ve misel örtü toprağını sardığı zaman tırmıklama işlemine geçilmektedir.

Bu dönem 10 gün sürmekte ve bu dönemde iç ortam sıcaklığı 25 °C ve nem miktarı % 75 olması gerekmektedir. Bu dönemde, 5 erkek işçi çalıştırılmaktadır.

3.1.2.3 Tırmıklama

Mantar miselleri, toprağın üçte ikisini sardığında (8-9. günlerde) tırmıklama işlemi yapılmaktadır. Tırmıklama ile yastıklar üzerindeki mantarlar daha düzenli / homojen dağılım göstermekte ve ilk flaşta daha yüksek verim alınması sağlanabilmektedir.

Miseller örtü toprağının içinde ve üstünde beyaz renk oluştururlar (Şekil 3.6), böylelikle misellerin toprağı sardığı gözlemlenmektedir. Tırmıklama işleminde iki hususa dikkat etmek gerekmektedir. Bunlar;

- i. Toprakta mantar oluşumundan önce yapılmalı ve
- ii. Yastıkların üzerinde hastalık ve zararlılar bulunmamalıdır.



Şekil 3.6. Tırmıklama dönemi

Tırmıklama işleminden bir gün önce yastıkların sulanması gerekmektedir. Sulandıktan sonraki gün, örtü toprağı kompost tabakasına kadar karıştırılmalı ve tekrar düzgün bir şekilde yayılmalıdır. Eğer mantarların iri olması istenirse, tırmıklama çok derin yapılmamalıdır. Çok erken veya çok geç yapılan tırmıklama, ilk flaşın başlangıcını büyük ölçüde etkilemektedir. Tırmıklamada geç kalınması flaşı geciktirirken çok erken yapılması mantar taslaklarının derinlerde oluşmasına ve böylece kirlenmesine neden olabilmektedir.

Tırmıklama işleminde miseller biraz zarar görebilir ancak örtü toprağı içine iyice karışmış olmaktadır. Bu işlem ile birbirinden kopan mantar miselleri iki gün içinde tekrar birleşebilir ve örtü toprağının içinde kuvvetli bir misel birleşmesi görülebilir. Tırmıklamanın üzerinden en az 24 saat geçtikten sonra sulama yapılmalıdır. Tırmıklama işleminden 9 gün sonra mantar taslakları olmaktadır ve bu andan itibaren mantarlar nohut büyüklüğüne gelene dek sulama yapılması gerekmektedir. Toplamda 6 m³ su kullanılmaktadır. Mantar taslaklarının oluşmasından 5-6 gün sonra ilk flaş hasat edilmeye hazır hale gelir.

Bu dönemde iç ortam sıcaklığı 15 °C ve nem miktarı % 90 olması gerekmektedir. Bu dönemde, 5 erkek işçi çalıştırılmaktadır.

3.1.2.4 Hasat

Nohut büyüklüğündeki mantarlar 4-6 gün içinde hasat büyüklüğüne gelmektedir (Şekil 3.7). Hasat büyüklüğüne (2.5-5 cm şapka çapı) ulaşmış mantarlar toplanmayıp bırakıldıklarında da gelişmelerini sürdürebilmektedirler.



Şekil 3.7. Hasata hazır olan mantarlar

Tesiste üç flaşlık ürün hasat edilmekte ve toplam 16 gün sürmektedir. İki flaş arası 8 gündür. Genellikle ilk üç flaş çok verimlidir.

İyi koşullarda ilk flaşta ton kompost başına yaklaşık 50-70 kg ürün alınabilmektedir. Verim büyük ölçüde kompostun kalitesine, toprağın yapısına, üretilen mantar çeşidine, oda içindeki iklimlendirmeye ve kültürel işlemlere bağlıdır.

Bu işlem sırasında 12 kadın işçi çalışmaktadır.

Hasattan sonra, 4 erkek işçi ile yetiştirme odasındaki atık kompostlar odanın dışına çıkarılır ve oda yıkanarak dezenfekte edilir. Bu sırada 25 m³ su kullanılır.

3.1.3. Kompost

Türkiye’de kompost üretimi gerçekleştiren ve tesisinden temin ettiği kompostu kullanan büyük firmalarla görüşülmüş, hepsinin de beyaz şapkalı kültür mantarı kompostu için tek tip kompost ürettiği belirlenmiştir. Ürettikleri kompostlar da buğday samanı, tavuk gübresi, alçı ve üre (%46) bulunduğunu ama miktarlarını paylaşamayacaklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca, üretilen kompostlar da kullanılan samanın kalitesinin mantar üretimi verimini etkileyebileceğini de belirtmişlerdir.

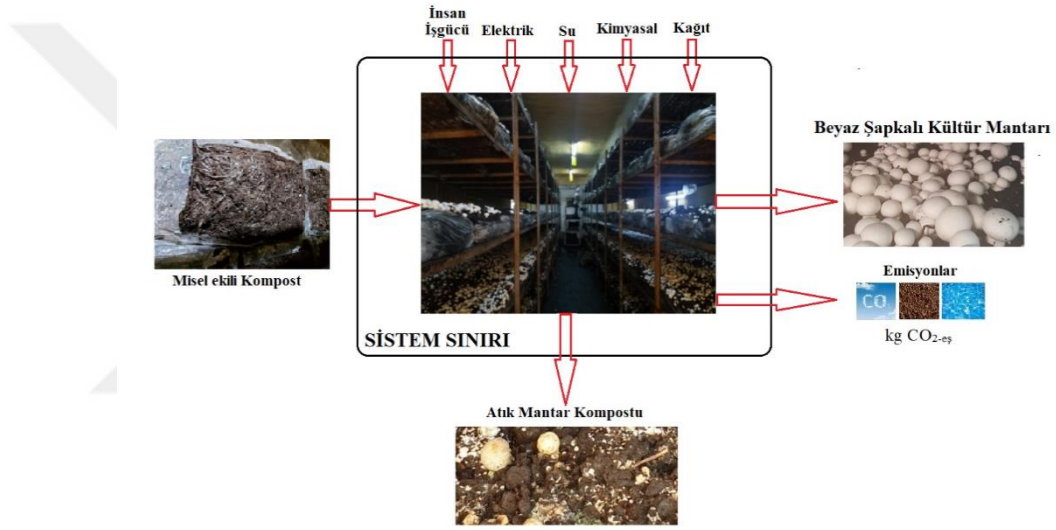
Bu sebeptendir çalışmada, firmanın en son tercih ettiği kompost için sonuçlar değerlendirilmiştir.



3.2. Yöntem

3.2.1. Üretim Sisteminin Sistem Sınırı ve Fonksiyonel Birim

Tesise misel içeren kompostlar hazır bir şekilde getirildiği için beyaz şapkalı kültür mantarı üretim sisteminde, sistem sınırı Şekil 3.8’de ki gibi belirlenmiştir. Sistem sınırına göre; mantar üretiminde girdiler olarak, misel ekili kompost, insan işgücü, elektrik, su tüketimi, kimyasal kullanımı ve kağıt kullanımı, çıktı olarak ise beyaz şapkalı kültür mantarı verimi alınmıştır.



Şekil 3.8. Kültür mantarı üretiminin sistem sınırı

100 m²'lik kültür mantarı üretimi yetiştirme alanı, fonksiyonel birim olarak kabul edilmiştir.

3.2.2. Enerji Kullanım Etkinliğinin Saptanması

Tarımsal Enerji Girdileri (TEG)

Kültür mantarı üretimindeki tarımsal enerji girdileri; insan işgücü, elektrik, su, kimyasal, kağıt ve kompost enerjilerinden oluşmaktadır. Kültür mantarı üretiminde tarımsal enerji girdisinin belirlenmesinde Farrel ve ark. (2006)'dan uyarlanan aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır.

$$TEG = \sum_{i=1}^n R(i) \times E_{eş}(i) \quad (3.1)$$

Burada;

TEG : Tarımsal enerji girdisi (MJ/m²)

i : Girdiler (insan işgücü, elektrik, su, kimyasal, kağıt, kompost)

R(i) : i girdilerinin uygulama miktarı (birim_{girdi}/m²),

E_{eş}(i) : i girdilerinin enerji eşdeğeri (MJ/birim_{girdi}) (Çizelge 3.1)

Tarımsal Enerji Çıktıları (TEÇ)

Kültür mantarı üretiminin tarımsal enerji çıktısı da hesaplanmıştır. Tarımsal enerji çıktısı, birim alandan elde edilen kültür mantarı veriminden oluşmaktadır. Kültür mantarı üretiminde tarımsal enerji çıktısının belirlenmesinde de Farrel ve ark. (2006)'dan uyarlanan aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır.

$$TEÇ = Y(i) * E_{eş}(i) \quad (3.2)$$

Burada;

TEÇ : Tarımsal enerji çıktısı (MJ/m²)

Y(i) : i çıktısının verimi (kg/m²),

E_{eş}(i) : i çıktısının enerji eşdeğeri (MJ/birim_{çıktı}) (Çizelge 3.1) dir.

Çizelge 3.1. Kültür mantarı üretiminin girdi ve çıktılarının enerji eşdeğerleri

Girdiler	Birim	E _{eş} (MJ/Birim)	Referans
<u>İnsan İşgücü</u>			
Erkek İşgücü	h	1,96	De ve ark., 2001
Kadın İşgücü	h	1,57	De ve ark., 2001
Elektrik	kWh	11,93	De ve ark., 2001
Su	m ³	4,20	Mrini ve ark., 2001
Kimyasal	kg	120	Salehi ve ark., 2014
Kağıt	kg	44,00	Laurijssen, 2013
Kompost	kg	5,08	Salehi ve ark., 2014
<u>Çıktılar</u>			
Beyaz şapkallı mantar	kg	1,63	Qasemi-Kordkheili ve ark., 2013

Kültür mantarı üretiminin *enerji kullanım etkinliğinin* belirlenmesinde, Çizelge 3.2’de verilen göstergelerden faydalanılmıştır.

Çizelge 3.2. Kültür Mantarı Üretimindeki Enerji Göstergeleri (Öztürk, 2010)

Gösterge	Tanımı	Birimi
Enerji Oranı	TEÇ/TEG	ondalık
Özgül Enerji	TEG/Y	MJ/kg
Enerji Üretkenliği	Y/TEG	kg/MJ
Net Enerji Verimi	TEÇ-TEG	MJ/ha

3.2.3. Sera Gazı Emisyonunun Hesaplanması

Kültür mantarı üretiminde SGE hesaplanmasında, Hughes ve ark. (2011)’dan uyarlanmış olan aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır.

$$SGE = \sum_{i=1}^n R(i) \times EF(i) \quad (3.3)$$

Burada;

- SGE : Sera gazı emisyonu (kg CO₂-eş/m²)
i : Girdiler (insan işgücü, elektrik, su, kimyasal, kağıt, kompost)
R(i) : i girdilerinin uygulama miktarı (birim_{girdi}/m²),
EF(i) : i girdilerinin sera gazı emisyon katsayıları (kgCO₂-eş/birim) dır (Çizelge 3.3)

Çizelge 3.3. Kültür Mantarı Üretimi Girdilerinin Sera Gazı Emisyon Katsayıları

Girdiler	Birim	EF (kgCO ₂ -eş/birim)	Referans
İnsan İşgücü	h	0,700	Nguyen ve Hermansen, 2012
Elektrik	kWh	1.190	Clark ve ark., 2016
Su	m ³	0,170	Lal, 2004
Kimyasal	kg	3,900	Lal, 2004
Kağıt	kg	0,300	Laurijssen, 2013
Kompost	kg	0,393	Leiva ve ark., 2016

Ayrıca, kültür mantarı üretiminin, birim kütle başına SGE miktarı ve çevresel fiyatlandırması da hesaplanmıştır. Birim kütle başına hesaplamasında, Houshyar ve ark.

(2015) ve Khoshnevisan ve ark. (2014)'dan uyarlanmış olan aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$SGE_m = \frac{SGE}{Y} \quad (3.4)$$

Burada;

SGE_m : Birim kütle başına SGE miktarı (kg CO₂-eş/kg)

Y : Hasat edilen kültür mantarının verimi (kg/m²) dir.

Çevresel fiyatlandırmanın (ÇF) hesaplanmasında, Bruyn ve ark. (2018)'dan uyarlanmış olan aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\text{ÇF} = \text{SGE} \times \text{ÇFK} \times \text{DK} \quad (3.5)$$

Burada;

ÇF : Çevresel fiyatlandırma (₺/m²)

ÇFK : Çevresel fiyatlandırma katsayısı (0,057 €/kg CO₂-eş)

DK : Döviz kuru (8,88 ₺/€ olarak alınmıştır) dur.

3.2.4. Eko-Verimlilik Değerlendirmesi

Kültür mantarı üretiminin eko-verimlilik değerlendirilmesi 3 önemli göstergeye göre yapılmıştır. Bunlar;

Enerji Yoğunluğu (EY)

Kültür mantarı üretiminde enerji yoğunluğunun belirlenmesinde birincil enerji kaynaklarından olan elektrik enerjisi tüketimi dikkate alınmış ve Maxime ve ark. (2006)'dan uyarlanan aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır.

$$EY = \frac{TEG_{elk}}{Y} \quad (3.6)$$

Burada;

EY : Enerji yoğunluğu (MJ/kg)

TEG_{elk} : Elektrik tüketimiyle oluşan tarımsal enerji girdisi (MJ/m²)

Sera Gazı Emisyon Yoğunluğu (SGEY)

Kültür mantarı üretiminde sera gazı emisyon yoğunluğunun belirlenmesinde, birincil enerji kaynaklarından olan elektrik enerjisi tüketimi dikkate alınmış ve Maxime ve ark. (2006)'dan uyarlanan aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır.

$$SGEY = \frac{SGE_{elk}}{Y} \quad (3.7)$$

Burada;

SGEY : Sera gazı emisyon yoğunluğu (kg CO₂-eş/kg)

SGE_{elk} : Elektrik tüketimiyle oluşan sera gazı emisyonu (kg CO₂-eş/m²)

Çekilen Su Yoğunluğu (ÇSY)

Kültür mantarı üretiminde çekilen su yoğunluğunun belirlenmesinde, tüm yapılan işlemler sırasındaki su tüketimi dikkate alınarak, Maxime ve ark. (2006)'dan uyarlanan aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır.

$$\text{ÇSY} = \frac{\sum_{i=1}^n V(i)}{Y} \quad (3.8)$$

Burada;

ÇSY : Çekilen su yoğunluğu (m³/kg)

V : i girdisi kullanımı sırasında tüketilen su miktarı (m³/m²) dir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Enerji Kullanım Etkinliği

Kültür mantarı üretiminde kullanılan girdileri ve çıktıları için hesaplanan tarımsal enerji girdisi ve çıktısı değerleri, Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kültür Mantarı Üretiminin Tarımsal Enerji Girdileri ve Çıktıları

Girdiler	Alan (m ²) Başına Miktar	Toplam Enerji Eşdeğeri (MJ/m ²)	Toplam Enerji Girdisine Oranı (%)
İnsan İşgücü (h)		31,37	4,35
- Erkek	7,16	14,04	-
- Kadın	11,04	17,33	-
Elektrik (kWh)	2,51	29,94	4,15
Su (m ³)	0,31	1,30	0,18
Kimyasal (kg)	0,01	1,20	0,17
Kağıt (kg)	0,50	22,00	3,05
Kompost (kg)	125,00	635,00	88,10
Tarımsal Enerji Girdisi		720,81	100,00
Doğrudan Enerji Girdisi ^a		62,61	8,69
Dolaylı Enerji Girdisi ^b		658,20	91,31
Yenilenebilir Enerji Girdisi ^c		689,67	95,68
Yenilenemeyen Enerji Girdisi ^d		31,14	4,32
Çıktılar			
Kültür Mantarı Verimi (kg)	31,25	50,94	
Tarımsal Enerji Çıktısı		50,94	
ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ GÖSTERGELERİ			
Enerji Oranı (ondalık)			0,07
Özgül Enerji (MJ/kg)			23,07
Enerji Üretkenliği (kg/MJ)			0,04
Net Enerji Üretimi (MJ/ha)			-669,87

a İnsan işgücü, elektrik ve su enerji girdilerini içermektedir (Ebrahimi ve Salehi, 2015).

b Kimyasal, kağıt ve kompost enerji girdilerini içermektedir (Ebrahimi ve Salehi, 2015).

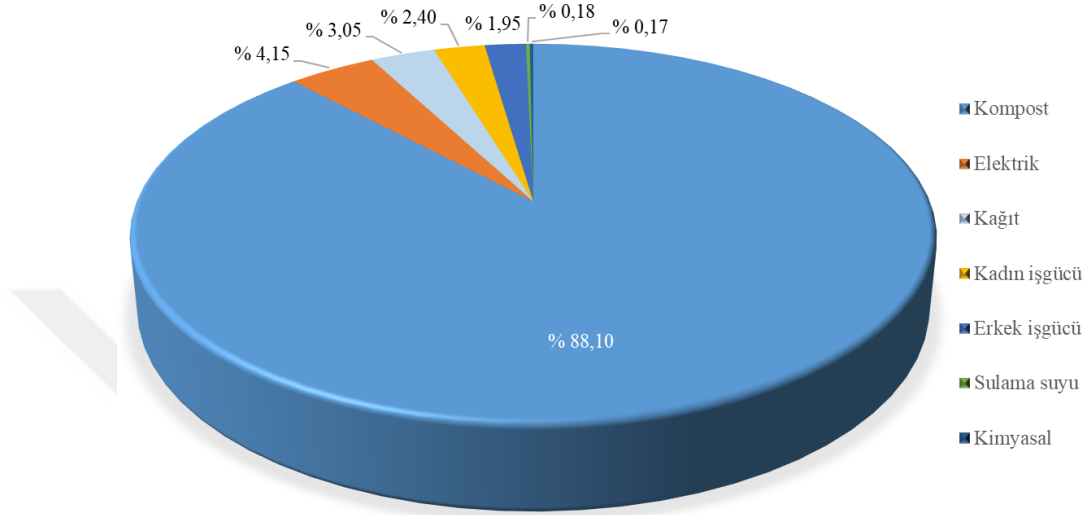
c İnsan işgücü, su, kağıt ve kompost enerji girdilerini içermektedir (Ebrahimi ve Salehi, 2015).

d Elektrik ve kimyasal enerji girdilerini içermektedir (Ebrahimi ve Salehi, 2015).

Tarımsal Enerji Girdisi

Çizelge 4.1 incelendiğinde, kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m²) başına tarımsal enerji girdisi 720,81 MJ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan tarımsal enerji

girdileri arasında en yüksek enerji girdisi kompost kullanımı (% 88,10) olmuştur. Kompost kullanımı enerji girdisini sırasıyla, insan işgücü (% 4,35), elektrik (% 4,15), kağıt kullanımı (% 3,05), su (% 0,18) ve kimyasal (% 0,17) enerji girdileri takip etmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Kültür mantarı üretiminde tarımsal enerji girdilerinin yüzdelik dağılımı

Kompost kullanımı enerji girdisi: Çizelge 4.1'e göre, kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 125 kg kompost kullanılmıştır. Kullanılan bu kompost miktarına karşılık olarak, birim taban alanı (m^2) için toplam 635,00 MJ kompost kullanımı enerji girdisi hesaplanmıştır.

İnsan işgücü enerjisi girdisi: Çizelge 4.1'e göre, kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplamda 11,04 h sürede kadın işgücünden ve 7,16 h sürede erkek işgücünden yararlanılmıştır. Bu sürede, 17,33 MJ/ m^2 kadın işgücü ve 14,04 MJ/ m^2 erkek işgücü enerjisi belirlenmiştir. İnsan işgücü enerjisi girdisi toplamda 31,37 MJ/ m^2 olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.1 incelendiğinde, kültür mantarı üretiminde kullanılan kadın ve erkek işgücü enerji girdilerinin, üretimde kullanılan toplam tarımsal enerji girdisine oranları, sırasıyla, % 2,40 ve % 1,95 olarak saptanmıştır.

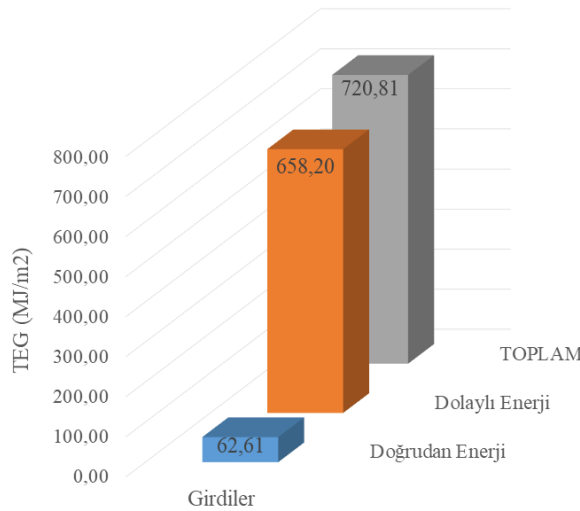
Elektrik enerjisi girdisi: Çizelge 4.1'e göre, kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 2,51 kWh elektrik tüketimi tüketimi gerçekleşmiştir. Tüketilen bu elektrik miktarına karşılık olarak, birim alan (m^2) için toplam 29,94 MJ elektrik enerjisi girdisi hesaplanmıştır.

Kağıt kullanımı enerji girdisi: Çizelge 4.1'e göre, kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 0,50 kg kağıt kullanılmıştır. Kullanılan bu kağıt miktarına karşılık olarak, birim taban alanı (m^2) için toplam 22,00 MJ kağıt kullanımı enerji girdisi hesaplanmıştır.

Su enerjisi girdisi: Çizelge 4.1'e göre, kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 0,31 m^3 su tüketilmiştir. Tüketilen bu su miktarına karşılık olarak, birim taban alanı (m^2) için toplam 1,30 MJ su enerjisi girdisi hesaplanmıştır.

Kimyasal enerji girdisi: Çizelge 4.1'e göre, kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 0,01 kg kimyasal tüketilmiştir. Tüketilen bu kimyasal miktarına karşılık olarak, birim taban alanı (m^2) için toplam 1,20 MJ kimyasal enerji girdisi hesaplanmıştır.

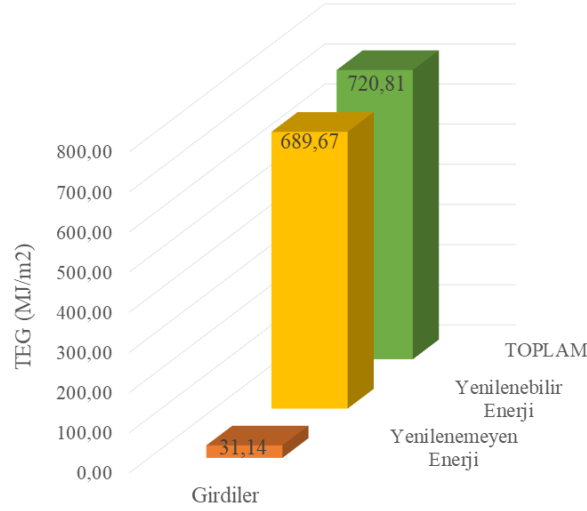
Kültür mantarı üretimi için doğrudan enerji 62,61 MJ/ m^2 ve dolaylı enerji 658,20 MJ/ m^2 olarak tarımsal enerji girdileri hesaplanmıştır. Tarımsal enerji girdilerinin % 8,69'u doğrudan ve % 91,31'i ise dolaylı enerji girdilerinden oluşturmaktadır (Şekil 4.2). Doğrudan enerji girdileri insan işgücü, elektrik ve su enerji girdilerini, dolaylı enerji girdileri ise kimyasal, kağıt ve kompost enerji girdilerini içermektedir.



Şekil 4.2. Kültür mantarı üretiminde doğrudan - dolaylı enerji girdileri

Ayrıca, kültür mantarı üretimi için yenilenebilir enerji 689,67 MJ/ m^2 ve yenilenemeyen enerji 31,14 MJ/ m^2 olarak tarımsal enerji girdileri hesaplanmıştır. Tarımsal enerji girdilerinin % 95,68'i yenilenebilir ve % 4,32'i ise yenilenemeyen enerji girdilerinden oluşturmaktadır (Şekil 4.3). Yenilenebilir enerji girdileri insan işgücü, su,

kağıt ve kompost enerji girdilerini, yenilenemeyen enerji girdileri ise elektrik ve kimyasal enerji girdilerini içermektedir.



Şekil 4.3. Kültür mantarı üretiminde yenilenebilir - yenilenemeyen enerji girdileri

Ebrahimi ve Salehi (2015) ve Qasemi-Kordkheili ve ark. (2013) İran’da yaptıkları çalışmalarında, kültür mantarı üretimindeki tarımsal enerji girdilerini sırasıyla 900.82 MJ/m² ve 3405,13 MJ/m² olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada bulunan tarımsal enerji girdisi değeri (720,81 MJ/m²), İran’da yapılan çalışmaların sonuçlarına kıyasla daha düşük olarak saptanmıştır.

Tarımsal Enerji Çıktısı

Beyaz şapkalı kültür mantarı üretiminde birim taban alanında (m²) 125,00 kg kompost kullanımı sonucunda birim taban alanından (m²) 31,25 kg mantar verimi elde edilmiş ve tarımsal enerji çıktısı 50,94 MJ/m² olarak hesaplanmıştır.

Ebrahimi ve Salehi (2015) yaptıkları çalışmalarında İran’da kültür mantarı üretiminde 87,5 kg/m² kompost kullanarak 15,70 kg/m² verim elde etmişlerdir. Elde ettikleri verim karşılığında tarımsal enerji çıktısını 25,45 MJ/m² olarak hesaplamışlardır. Qasemi-Kordkheili ve ark. (2013)’da yaptıkları çalışmalarında İran’da kültür mantarı üretiminde 238,12 kg/m² kompost kullanarak 42,70 kg/m² verim elde etmişlerdir. Elde ettikleri verim karşılığında tarımsal enerji çıktısını 69,18 MJ/m² olarak hesaplamışlardır.

Bu çalışmada bulunan değerler ($125,00 \text{ kg/m}^2$ kompost kullanımı ve $31,25 \text{ kg/m}^2$ verim) İran'da yapılan çalışmaların arasında bir değer olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan, kültür mantarı üretiminde kullanılan kompost miktarının artmasıyla verimin ve dolayısıyla tarımsal enerji çıktısının artabileceği sonucuna varılmıştır.

Enerji Kullanım Etkinliği Göstergeleri

Kültür mantarı üretiminde enerji kullanım etkinliği göstergeleri, Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Enerji Kullanım Etkinliği Gösterge Değerleri

Gösterge	Birim	Değer
Verim	kg/m^2	31,25
Enerji Oranı	(ondalık)	0,07
Özgül Enerji	MJ/kg	23,07
Enerji Üretkenliği	kg/MJ	0,04
Net Enerji Üretimi	MJ/m^2	-669,87

Çizelge 4.2 değerlendirildiğinde;

Enerji Oranı: Üretim sonunda $31,25 \text{ kg/m}^2$ mantar verimi için enerji oranı 0,07 olarak hesaplanmıştır. Ebrahimi ve Salehi (2015) ve Qasemi-Kordkheili ve ark. (2013) İran'da yaptıkları çalışmalarında, sırasıyla, 0,03 ve 0,02 olarak hesaplamışlardır. Enerji oranı değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji kullanım etkinliğinin yüksek olması anlamına geldiği için bu çalışma literatür çalışmaları ile kıyaslandığında sonucun iyi olduğu saptanmasına rağmen enerji oranı değerinin 1'den oldukça düşük olarak hesaplanmasından dolayı çalışmada enerji kullanım etkinliği açısından iyi bir sonuç elde edilememiştir.

Özgül Enerji: Üretim sonunda $31,25 \text{ kg/m}^2$ mantar verimi için enerji oranı 23,07 MJ/kg olarak hesaplanmıştır. Diğer bir ifadeyle, 1 kg mantar üretimi için 23,07 MJ enerji tüketildiği saptanmıştır. Ebrahimi ve Salehi (2015) ve Qasemi-Kordkheili ve ark. (2013) İran'da yaptıkları çalışmalarında, sırasıyla, 59,54 MJ/kg ve 79,74 MJ/kg olarak hesaplamışlardır. Özgül enerji değerinin düşük olması, üretimdeki enerji kullanım etkinliğinin yüksek olması anlamına geldiği için bu çalışma literatür çalışmaları ile kıyaslandığında sonucun iyi olduğu saptanmasına rağmen özgül enerji değerinin 1'den

oldukça yüksek olarak hesaplanmasından dolayı çalışmada enerji kullanım etkinliği açısından iyi bir sonuç elde edilememiştir.

Enerji Üretkenliği: Üretim sonunda 31,25 kg/m² mantar verimi için enerji üretkenliği 0,04 kg/MJ olarak hesaplanmıştır. Diğer bir ifadeyle, 1 MJ enerji tüketimi sonucunda 0,04 kg mantar üretildiği saptanmıştır. Ebrahimi ve Salehi (2015) ve Qasemi-Kordkheili ve ark. (2013) İran’da yaptıkları çalışmalarında, sırasıyla, 0,018 kg/MJ ve 0,013 kg/MJ olarak hesaplamışlardır. Enerji üretkenliği değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji kullanım etkinliğinin yüksek olması anlamına geldiği için bu çalışma literatür çalışmaları ile kıyaslandığında sonucun iyi olduğu saptanmasına rağmen enerji üretkenliği değerinin 1’den oldukça düşük olarak hesaplanmasından dolayı çalışmada enerji kullanım etkinliği açısından iyi bir sonuç elde edilememiştir.

Net Enerji Üretimi: Üretim sonunda 31,25 kg/m² mantar verimi için net enerji verimi -669,87 MJ/m² olarak hesaplanmıştır. Ebrahimi ve Salehi (2015) ve Qasemi-Kordkheili ve ark. (2013) İran’da yaptıkları çalışmalarında, sırasıyla, -875,36 MJ/m² ve -3335,95 MJ/m² olarak hesaplamışlardır. Net enerji üretimi değeri hem bu çalışma hem de literatür çalışmalarında negatif olarak saptanmıştır. Bu nedenle kültür mantarı üretiminde enerji kullanım etkinliği açısından iyi bir sonuç elde edilememiştir.

4.2. Sera Gazı Emisyonu

Çizelge 4.3. Kültür Mantarı Üretimi Sera Gazı Emisyon Değerleri

Girdiler	Alan (m ²) Başına Miktar	SGE (kg CO ₂ -eş/m ²)	Toplam SGE’na Oranı (%)
İnsan İşgücü (h)	18,20	12,74	19,57
Elektrik (kWh)	2,51	2,99	4,59
Su (m ³)	0,31	0,05	0,08
Kimyasal (kg)	0,01	0,04	0,06
Kağıt (kg)	0,50	0,15	0,23
Kompost (kg)	125,00	49,13	75,47
TOPLAM		65,09	100,00

Kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m²) başına toplam sera gazı emisyonu 65,09 kgCO₂-eş olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 değerlendirildiğinde;

Kompost kullanımının sera gazı emisyonu: Kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 125 kg kompost kullanılmıştır. Kullanılan bu kompost miktarına karşılık olarak, birim taban alanı (m^2) için sera gazı emisyonu 49,13 $kgCO_2$ -eş olarak hesaplanmıştır.

İnsan işgücünün sera gazı emisyonu: Kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 18,20 h insan işgücüne ihtiyaç duyulmuştur. İhtiyaç duyulan bu insan işgücü miktarına karşılık olarak, birim taban alanı (m^2) için sera gazı emisyonu 12,74 $kgCO_2$ -eş olarak hesaplanmıştır.

Elektrik tüketiminin sera gazı emisyonu: Kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 2,51 kWh elektrik tüketimi gerçekleştirilmiştir. Tüketilen bu elektrik miktarına karşılık olarak, birim taban alanı (m^2) için sera gazı emisyonu 2,99 $kgCO_2$ -eş olarak hesaplanmıştır.

Kağıt kullanımının sera gazı emisyonu: Kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 0,50 kg kağıt kullanılmıştır. Kullanılan bu kağıt miktarına karşılık olarak, birim taban alanı (m^2) için sera gazı emisyonu 0,15 $kgCO_2$ -eş olarak hesaplanmıştır.

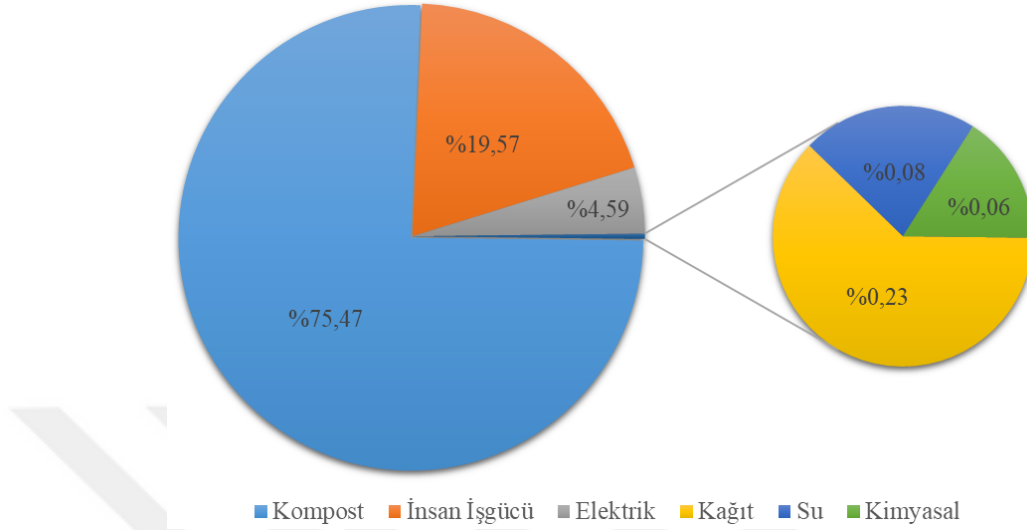
Su tüketiminin sera gazı emisyonu: Kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 0,31 m^3 su tüketilmiştir. Tüketilen bu su miktarına karşılık olarak, birim taban alanı (m^2) için sera gazı emisyonu 0,05 $kgCO_2$ -eş olarak hesaplanmıştır.

Kimyasal kullanımının sera gazı emisyonu: Kültür mantarı üretiminde birim taban alanı (m^2) başına toplam 0,01 kg kimyasal kullanılmıştır. Kullanılan bu kimyasal miktarına karşılık olarak, birim taban alanı (m^2) için sera gazı emisyonu 0,04 $kgCO_2$ -eş olarak hesaplanmıştır.

Ebrahimi ve Salehi (2015) İran'da yaptıkları çalışmalarında, kültür mantarı üretimindeki toplam sera gazı emisyonunu 23,84 $kgCO_2$ -eş/ m^2 ve 32,86 $kgCO_2$ -eş/ m^2 olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada bulunan sera gazı emisyon değeri (65,09 $kgCO_2$ -eş/ m^2), İran'da yapılan çalışmaların sonuçlarına kıyasla oldukça yüksek çıkmıştır. Bu çalışmada sera gazı emisyon emisyonunda en yüksek payı oluşturan (49,13 $kgCO_2$ -eş/ m^2) kompostu, Ebrahimi ve Salehi (2015) dikkate almamışlardır. Kompostu dikkate almadıkları için sera gazı emisyon değerini düşük hesaplamışlardır.

Hesaplanan sera gazı emisyonları arasında en yüksek sera gazı emisyonuna, kompost kullanımı (% 75,47) sebep olmuştur. Kompost kullanımını sırasıyla, insan

işgücü (% 19,57), elektrik tüketimi (% 4,59), kağıt kullanımı (% 0,23), su tüketimi (% 0,08) ve kimyasal kullanımı (% 0,06) takip etmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Kültür mantarı üretiminde girdilerin sera gazı emisyonlarının yüzdelik dağılımı

Kültür mantarı üretiminde hesaplanan sera gazı emisyonunun diğerk gösterge değerleri, Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kültür Mantarı Üretimi SGE Diğerk Gösterge Değerleri

Göstergeler	Birim	Değerler
SGE _m	kg CO ₂ -eş/kg	2,08
ÇF	₺/m ²	32,95

Çizelge 4.4 incelendiğinde, kültür mantarı üretiminde birim kütle (kg) başına toplam sera gazı emisyon miktarı 2,08 kgCO₂-eş olarak hesaplanmıştır. Üretimin çevresel fiyatlandırması da birim taban alanı (m²) başına 32,95 ₺ olarak belirlenmiştir.

Robinson ve ark. (2019) Amerika’da yaptıkları çalışmalarında, kültür mantarı üretimindeki birim kütle başına toplam sera gazı emisyonunu 2,13 kgCO₂-eş ve 2,95 kgCO₂-eş olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada bulunan toplam sera gazı emisyon değeri (2,08 kgCO₂-eş/kg), Amerika’da yapılan çalışmaların sonuçlarına yakın bir değerde bulunmuştur.

Leiva ve ark. (2015a) İspanya’da bu değeri 4,42 kgCO₂-eş/kg olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada bulunan değerin sonucu daha iyi çıkmıştır. Gunady ve ark. (2012) ise Batı

Avustralya’da bu değeri 2,75 kgCO₂-eş/kg olarak hesaplamışlardır. Bu çalışmada bulunan değere yakın bir değer çıkmıştır.

4.3. Eko-Verimlilik

Kültür mantarı üretiminde üç önemli göstergeye eko-verimlilik değerlendirilmesi yapılmıştır.

Enerji Yoğunluğu

Enerji yoğunluğunun belirlenmesinde üretim sırasında birincil enerji kaynaklarının kullanımı dikkate alınmaktadır. Kültür mantarı üretiminde birincil enerji kaynağı olarak elektrik tüketimi dikkate alınmıştır.

Kültür mantarı üretiminde 2,51 kWh/m² elektrik tüketimi ve 31,25 kg/m² mantar verimi için enerji yoğunluğunu, 0,96 MJ/kg olarak hesaplanmıştır. 1 kg mantar üretimi için, 0,96 MJ elektrik enerjisi kullanıldığı saptanmıştır.

Gonçalves ve ark. (2014) Portekiz’de elma yetiştiriciliği ile ilgili yaptıkları çalışmada enerji yoğunluğu değerini, 0,41 MJ/kg ve 0,58 MJ/kg olarak hesaplamışlardır. Canals ve ark. (2007)’da Avrupa Birliği ülkelerindeki farklı ürünler için enerji yoğunluğu değerini 0,40 MJ/kg ve 3,80 MJ/kg arasında saptamışlardır.

Bu çalışmada bulunan değer (0,96 MJ/kg), Gonçalves ve ark. (2014)’nın yaptığı çalışmadan yüksek çıkmıştır. Literatür çalışmasına göre, bu çalışmada yoğun bir enerji kullanımının söz konusu olduğu ifade edilebilir. Ayrıca, Canals ve ark. (2007)’nin bulmuş olduğu değerler arasında da bulunmuştur. Bu literatür çalışmasına göre de, yapılan çalışmada orta seviyede bir enerji kullanımının söz konusu olduğu da belirtilebilir.

Ürün yetiştiriciliğinde aslında enerji yoğunluğu değerinin düşük çıkması önemlidir. Diğer bir ifadeyle, yoğun bir enerji kullanımı istenmez.

Sera Gazı Emisyon Yoğunluğu

Sera gazı emisyon yoğunluğunun belirlenmesinde, üretim sırasında birincil enerji kaynaklarının kullanımı da dikkate alınmaktadır. Kültür mantarı üretiminde birincil enerji kaynağı olarak elektrik tüketimi dikkate alınmıştır.

Kültür mantarı üretiminde $2,51 \text{ kWh/m}^2$ elektrik tüketimi ve $31,25 \text{ kg/m}^2$ mantar verimi için sera gazı emisyon yoğunluğu, $0,10 \text{ kgCO}_2\text{-eş/kg}$ olarak hesaplanmıştır. 1 kg mantar üretimi için, elektrik tüketimi nedeniyle $0,10 \text{ kgCO}_2\text{-eş}$ sera gazı emisyonu ortaya çıkmıştır.

Gonçalves ve ark. (2014) Portekiz’de elma yetiştiriciliği ile ilgili yaptıkları çalışmada sera gazı emisyon yoğunluğunu, $0,03 \text{ kgCO}_2\text{-eş/kg}$ olarak hesaplamışlardır.

Bu çalışmada bulunan değer ($0,10 \text{ kgCO}_2\text{-eş/kg}$), Gonçalves ve ark. (2014)’nın yaptığı çalışmadan yüksek çıkmıştır. Literatür çalışmasına göre, bu çalışmada yüksek bir sera gazı emisyonunun olduğu ifade edilebilir.

Ürün yetiştiriciliğinde aslında sera gazı emisyon yoğunluğu değerinin düşük çıkması önemlidir. Diğer bir ifadeyle, yüksek bir sera gazı emisyonu istenmez.

Çekilen Su Yoğunluğu

Çekilen su yoğunluğunun belirlenmesinde, üretim sırasında kullanılan su miktarı dikkate alınmaktadır.

Kültür mantarı üretiminde $0,31 \text{ m}^3/\text{m}^2$ su tüketimi ve $31,25 \text{ kg/m}^2$ mantar verimi için çekilen su yoğunluğu, $0,01 \text{ m}^3/\text{kg}$ olarak hesaplanmıştır. 1 kg mantar üretimi için, yeraltından/yüzeyden $0,01 \text{ m}^3$ su çekildiği ortaya çıkmıştır.

Gonçalves ve ark. (2014) Portekiz’de elma yetiştiriciliği ile ilgili yaptıkları çalışmada çekilen su yoğunluğunu, $0,07 \text{ m}^3/\text{kg}$ olarak hesaplamışlardır.

Bu çalışmada bulunan değer ($0,01 \text{ m}^3/\text{kg}$), Gonçalves ve ark. (2014)’nın yaptığı çalışmadan oldukça düşük çıkmıştır. Literatür çalışmasına göre, bu çalışmada daha düşük miktarda çekilen su olduğu ifade edilebilir.

4.4. Atık Mantar Kompostu

Üretim sonunda, $31,25 \text{ kg/m}^2$ mantar verimi için yaklaşık $156,25 \text{ kg/m}^2$ atık mantar kompostu ortaya çıkmıştır (Şekil 4.5). Atık mantar kompostunun bileşiminde kompost, örtü toprağı ve hasat edilmemiş beyaz şapkalı kültür mantarları bulunmaktadır. İşletme, bu atık mantar kompostlarını gübre olarak kullanmaları amacıyla çiftçilere bedavaya vermektedir.



Şekil 4.5. Atık mantar kompostu

Najafi ve ark. (2019) atık mantar kompostlarının biyogaz hammaddesi olarak değerlendirilmesiyle ilgili yaptıkları çalışmalarında, atık mantar kompostlarından biyogaz üretimi için çevrim katsayısını $314,11 \text{ L/kg}_{\text{uçucu katı}}$ hesaplamışlar ve uçucu katı madde miktarının atık mantar kompostu miktarının % 17,70'sini oluşturduğunu da saptamışlardır. Bu verilen değerlerden yola çıkıldığında ortaya çıkan $156,25 \text{ kg/m}^2$ atık mantar kompostu için birim alandan (m^2) $8687,11 \text{ L}$ biyogaz elde edebileceği de hesaplanmıştır.

Sreng (2016) yaptığı çalışmada, bir ağacın yılda karbon tutma kapasitesinin $22 \text{ kg CO}_2\text{-eş}$ olduğunu saptamıştır. Çalışmanın yürütüldüğü beyaz şapkalı kültür mantarı üretim tesisinin etrafında 20 adet ağaç bulunmaktadır. Yapılan hesaplama sonucunda bu tesisin etrafında bulunan ağaçların yılda $440 \text{ kg CO}_2\text{-eş}$ karbon tuttuğu da belirlenmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Enerji kullanımı ile ilgili değerlendirmeler;

- ✓ Tarımsal enerji girdisi 720,81 MJ/m² olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Tarımsal enerji girdisi içerisinde en büyük girdiyi (% 88,10), kompost kullanımından dolayı oluşan enerji girdisi oluşturmaktadır.
- ✓ Kompost kullanımı enerji girdisi 635,00 MJ/m² olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Kompost kullanımı enerji girdisini, sırasıyla, insan işgücü (% 4,35), elektrik tüketimi (% 4,15), kağıt kullanımı (% 3,05), su (% 0,18) ve kimyasal (% 0,17) enerji girdileri takip etmektedir.
- ✓ İnsan işgücü enerjilerinden kadın işgücü enerjisi 17,33 MJ/m² ve erkek işgücü enerjileri 14,04 MJ/m² olarak belirlenmiştir.
- ✓ Üretimin doğrudan enerji girdisi 62,61 MJ/m² (% 8,69) ve dolaylı enerji girdisi 658,20 MJ/m² (% 91,31) olarak saptanmıştır.
- ✓ Üretimin yenilenebilir enerji girdisi 689,67 MJ/m² (% 95,68) ve yenilenemeyen enerji girdisi 31,14 MJ/m² (% 19,58) olarak saptanmıştır.
- ✓ Kültür mantarı verimi 31,25 kg/m² olarak belirlenmiştir. Bu verim karşılığında tarımsal enerji çıktısı 50,94 MJ/m² olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Üretimin enerji kullanım etkinliği hesaplamalarına göre; enerji oranı 0,07, özgül enerji 23,07 MJ/kg, enerji verimliliği 0,04 kg/MJ ve net enerji üretimi -669,88 MJ/m² olarak saptanmıştır.

Sera gazı emisyonları ile ilgili değerlendirmeler;

- ✓ Kültür mantarı üretiminin toplam sera gazı emisyonu 65,09 kg CO₂-eş/m² olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Toplam sera gazı emisyonu içerisinde en büyük emisyonu (% 75,47), kompost kullanımından dolayı oluşan emisyon sebep olmaktadır. Kompost kullanımından dolayı oluşan sera gazı emisyonu 49,13 kg CO₂-eş/m² olarak hesaplanmıştır.
- ✓ Kompost kullanımından dolayı oluşan sera gazı emisyonunu, sırasıyla, insan işgücü (% 19,57), elektrik tüketimi (% 4,59), kağıt kullanımı (% 0,23), su kullanımı (% 0,08) ve kimyasal kullanımı (% 0,06) sera gazı emisyonları takip etmektedir.

✓ Kültür mantarı üretiminin toplam sera gazı emisyonunu, birim kütle (kg) başına 2,08 kg CO₂-eş olarak saptanmıştır.

✓ çevresel göstergelerden biri olan kültür mantarı üretiminin çevresel fiyatlandırması 32,95 /m² olarak belirlenmiştir.

Ekolojik verimlilik ile ilgili değerlendirmeler;

✓ Kültür mantarı üretiminde birincil enerji kaynağı olarak sadece elektrik kullanılmıştır.

✓ Birincil enerji kaynağı kullanımına göre, üretimin enerji yoğunluğu 0,96 MJ/kg olarak hesaplanmıştır.

✓ Birincil enerji kaynağı kullanımına göre, üretimin sera gazı yoğunluğu 0,10 kg CO₂-eş/kg olarak saptanmıştır.

✓ üretim sırasında tüketilen su miktarına göre, çekme su yoğunluğu 0,01 m³/kg olarak hesaplanmıştır.

✓ üretim sonunda atık mantar kompostu miktarı 156,25 kg/m² olarak belirlenmiştir.

✓ Ayrıca, tesisin etrafında dikili olan ağaçlar sayesinde yılda 440 kg CO₂-eş karbon tutulduğu da saptanmıştır.

neriler:

Beyaz şapkalı kültür mantarı üretiminde olumsuz etkilerin başında kompost kullanımı gelmektedir. Kompost kullanımıyla hem enerji girdisi hem de sera gazı emisyonu artmaktadır. Atık mantar kompostları da üreticiler için bir sorun oluşturmaktadır. İçerisinde bulunan azot nedeniyle çevreyi kirletmekte ve yer kaplamaktadır. Atık mantar kompostlarının değerlendirilmesi özellikle biyogaz hammaddesi kullanımıyla ilgili araştırmalar yapılmalıdır. Böylece atık kompostlar üreticiler tarafından değerlendirebilir ve bu kompostların olumsuz etkileri azaltılmış olur.

Üretim yapan tesislerin etrafının ağalandırılmalarının da teşvik edilmelidir. Böylece sera gazı emisyonlarını azaltıcı yönde destekte bulunulmuş olunur.

KAYNAKLAR

- Bruyn, S.T., Ahdour, S., Bijleveld, M., de Graaff, L., Schep, E., Schroten, A. and Vergeer, R., 2018. **Environmental Prices Handbook 2017** (Methods and numbers for valuation of environmental impacts), CE Delft, Publication code: 18.7N54.057
- Canals, M.L., Cowell, S.J., Sim, S., Basson, L., 2007. Comparing domestic versus imported apples: a focus on energy use. **Environmental Science and Pollution Research International**, 14: 338-344.
- Çatal, S., 2017. Farklı mantar türlerine ait atık mantar kompost/substratlarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri. Doktora Tezi, **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**. Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun.
- Clark, S., Khoshnevisan, B. and Sefeedpari, P., 2016. Energy efficiency and greenhouse gas emissions during transition to organic and reduced-input practices: Student farm case study. **Ecological Engineering**, 88: 186-194.
- De D., Singh, R.S., Chandra, H., 2001. Technological impact on energy consumption in rainfed soybean cultivation in Madhya Pradesh. **Applied Energy**, 70 (3), 193-213
- Ebrahimi R., Salehi M., 2015. Investigation of CO₂ emission reduction and improving energy use efficiency of button mushroom production using data envelopment analysis. **Journal of Cleaner Production**, 103: 112-119.
- Eren E., Pekşen A., 2014. Türkiye’de kültür mantarı üretimi, sorunları ve çözüm yolları. **1. Ulusal Mikoloji Günleri (1-4 Eylül 2014) Özet Kitabı**, 29, Erzurum.
- Eren E., Pekşen A., 2016. Türkiye’de kültür mantarı sektörünün durumu ve geleceğine bakış. **Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 4(3): 189-196.
- Eren E., Pekşen A., 2019. Türkiye’de kültür mantarı üretimi ve teknolojik gelişmeler. **Mantar Dergisi**, Aralık: 225-233.
- FAO, 2018. Food and Agriculture Organization Statistics. <http://data.un.org/Data.aspx?d=FAO&f=itemCode%3A449> (Erişim Tarihi: 01.02.2021)
- Farashah H.R., Tabatabaeifar S.A., Rajabipour A., Sefeedpari P., 2013. Energy efficiency analysis of white button mushroom producers in Alburz province of Iran: A data envelopment analysis approach. **Open Journal of Energy Efficiency**, 2: 65-74.
- Farrell, A.E., Plevin, R.J., Turner, B.T., Jones, A.D., O’hare, M., Kammen, D.M., 2006. Ethanol can contribute to energy and environmental goals. **Science**, 311: 506–508.
- Gonçalves A., Cunha, M., Maia F., Feliciano M., 2014. Eco-efficiency assessment in apple production and storage in The Northeast of Portugal. **The European Conference on Sustainability, Energy and the Environment 2014: Official Conference Proceedings**. pp. 123-138, Brighton, United Kingdom, ISSN: 2188-1146.
- Grimm, D., Wösten, H.A.B., 2018. Mushroom cultivation in the circular economy. **Applied Microbiology and Biotechnology**, 102: 7795-7803.
- Gunady, M.A., Biswas, W., Solah, V.A., James, A.P., 2012. Evaluating the global warming potential of the fresh produce supply chain for strawberries, romaine/cos lettuces (*Lactuca sativa*), and button mushrooms (*Agaricus bisporus*) in Western Australia using life cycle assessment (LCA). **Journal of Cleaner Production**, 28; 81-87.

- Houshyar, E., Dalgaard, T., Tarazgar, M.H., Jorgensen, U., 2015. Energy input for tomato production what economy says, and what is good for the environment. **Journal of Cleaner Production**, 89; 99-109.
- Hughes, D.J., West, J.S., Atkins, S.D., Gladders, P., Jeger, M.J., Fitt, B.D., 2011. Effects of disease control by fungicides on greenhouse gas emissions by U.K. arable crop production. **Pest Manag Sci**, 67; 1082-1092.
- Kehagias M.C., Michos M.C., Menexes G.C., Mamolos A.P., Tsatsarelis C.A., Anagnostopoulos C.D., Kalburtji K.L., 2015. Energy equilibrium and CO₂, CH₄, and N₂O-Emissions in organic, integrated and conventional apple orchards related to natura 2000 site. **Journal of Cleaner Production**, 91; 89-95.
- Khoshnevisan, B., Shariati, H. M., Rafiee, S., Mousazadeh, H., 2014. Comparison of energy consumption and GHG emissions of open field and greenhouse strawberry production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 29; 316—324.
- Khoshnevisan B., Bolandnazar E., Barak S., Shamshirband S., Maghsoudlou H., Altameem T.A., Gani A., 2015. A clustering model based on an evolutionary algorithm for better energy use in crop production. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, 29; 1921–1935
- Lal, R. (2004). Carbon emission from farm operations. *Environment International*, 30: 981-990.
- Laurijssen, J., 2013. Energy use in the paper industry: An assessment of improvement potentials at different levels. **Doktora Tezi**, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.,
- Leiva, F.J, García, J., Martínez, E., Jiménez, E., Blanco, J., 2017. Scenarios for the reduction of environmental impact in *Agaricus bisporus* production. **Journal of Cleaner Production**, 143, 200-211.
- Leiva, F.J, Saenz- Díez, J.C., Martínez, E., Jiménez, E., Blanco, J., 2016. Environmental impact of mushroom compost production. **J. Sci. Food Agric.**, 96: 3983-3990.
- Leiva, F.J, Saenz- Díez, J.C., Martínez, E., Jiménez, E., Blanco, J., 2015a. Environmental impact of *Agaricus bisporus* cultivation process. **European Journal of Agronomy**, 71: 141-148.
- Leiva, F.J, Saenz- Díez, J.C., Martínez, E., Jiménez, E., Blanco, J., 2015b. Environmental impact of *Agaricus bisporus* mycelium production. **Agricultural Systems**, 138: 38-45.
- Maxime, D., Marcotte, M., Arcand, Y., 2006. Development of eco-efficiency indicators for the Canadian food and beverage industry. **Journal of Cleaner Production**, 14, 636-648.
- Mrini, M., Senhaji, F., Pimentel, D., 2001. Energy analysis of sugarcane production in Morocco. **Environment, Development and Sustainability**, 3, 109-126.
- Najafi, B., Ardabili, S.F., Shamshirband, S., Chau, K., 2019. Spent mushroom compost (SMC) as a source for biogas production in Iran, **Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics**, 13:1, 967-982.
- Nassiri, S.M., Singh S., 2009. Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique. **Applied Energy**, 86: 1320-1325.
- Nguyen, T.L.T. and Hermansen, J.E., 2012. System expansion for handling co-products in LCA of sugar cane bio-energy systems: GHG consequences of using molasses for ethanol production. **Applied Energy**, 89: 254-261.
- Özkan, B., Akcaöz H., Fert C., 2004. Energy input output analysis in Turkish agriculture. **Renewable Energy**, 29: 39-51.

- Öztürk, H.H., 2010. Tarımsal üretimde enerji yönetimi. **Hasad Yayinevi**, Ankara, ISBN 975-8377-78-7.
- Paredes, C., Medina, E., Moral, R., Perez-Murcia, M.D., Moreno-Caselles, J., Bustamante, M.A., Cecilia, J.A., 2009. Characterization of the different organic matter fractions of spent mushroom substrate. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 40(1-6): 150-161.
- Robinson, B., Winans, K., Kendall, A., Dlott, J., Dlott, F., 2019. A life cycle assessment of *Agaricus bisporus* mushroom production in the USA. **Int J Life Cycle Assess**, 24, 456–467.
- Salehi, M., Ebrahimi R., Maleki, A., Mobtaker, H.G., 2014. An assessment of energy modeling and input costs for greenhouse button mushroom production in Iran. **Journal of Cleaner Production**, 64: 377-383.
- Schiau, H.Gh., Rus, Fl., 2013. Energy efficiency analysis of *Agaricus bisporus* mushroom produce in Feldioara-Brasov. **5th International Conference Proceeding "Computational Mechanics and Virtual Engineering "** COMEC 2013, 24 - 25 October 2013, Brasov, Romania.
- Singh, A.D., Abdullah, N., Vikineswary, S., 2003. Optimization of extraction of bulk enzymes from spent mushroom compost. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, 78(7): 743-752.
- Singh, A.D., Vikineswary, S., Abdullah, N., Sekaran, M., 2011. Enzymes from spent mushroom substrate of *Pleurotus sajor-caju* for the decolourisation and detoxification of textile dyes. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, 27(3): 535-545.
- Sreng, R., 2016. Otomotiv endüstrisinde karbon ayakizi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, **Yüksek Lisans Tezi**, Sakarya.
- Qasemi-Kordkheili P., Asoodar M.A., Taki M., Keramati-E-Asl, M.S., 2013. Energy consumption pattern and optimization of energy inputs usage for button mushroom production. **International Journal of Agriculture: Research and Review**, 3 (2): 361-373.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim Tarihi: 01.02.2021)