



Evsel Sebze ve Gıda Atıklarından, Bokashi Kompostlama Yöntemi ile Pratik Kompost Üretimi

Hasan Uğur ÖNCEL^{1*}, Okan OĞUL¹, Nazlı AKDEMİR¹, Zeynep AKTAÇ¹

¹İstanbul Gedik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): ugur.ancel@gedik.edu.tr

Özet

Ülkemizde yılda yaklaşık 35 milyon adet gıda atığı oluşmaktadır. Bokashi kompostlama tekniği, evsel gıda atıklarının verimli bir şekilde azaltılmasında yardımcı olan bir yöntemdir. Bu yöntemle değerlendirilecek evsel gıda atıkları ve yemek artıkları çevre sağlığı için atık konumundan, toprağı organik materyel olarak zenginleştirecek bir etken haline dönüştürülmesi, bir yandan üzerinde yetiştirilecek meyva, sebze fidanlarının hızlı ve sağlıklı daha yararlı ürünler verecek şekilde gelişmesini sağlarken, diğer yanda çevre sağlığını korumak adına atılmış çok önemli bir adımı oluşturacaktır. Bu konuda yayınlanmış farklı yöntemler mevcuttur. Biz Bokashi serumu hazırlama yöntemini, herkesin evinde kolaylıkla yapabileceği bir uygulamaya dönüştürmek ve gıda artıklarından, bitkilerin organik madde ihtiyaçlarını sağlayacak besin öğeleri yaratılmasına yardımcı olmak istedik. Çalışmamızın mikrobiyolojik analizlerini de yaparak, en verimli üretimi bulmaya çalıştık. Amacımıza uygun olarak bokashi kompostlama yöntemi ile zenginleştirdiğimiz topraklarda, ürettiğimiz sebzelerin gelişimlerinin bu yöntemler uygulanmadan üretilen sebzelerle arasındaki farkı incelemek ve verimi geliştirici çalışmalar ile daha sağlıklı bir çevre yaratılmasına katkı vermek istiyoruz.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :14.03.2023
Kabul Tarihi :18.04.2023

Anahtar Kelimeler

Bokashi
kompost
organik madde
sebzeler

Practical Compost Production from Domestic Vegetable and Food Wastes with Bokashi Composting Method

Abstract

Our country generates approximately 35 million pieces of food waste annually. The bokashi composting technique is a method that helps in the efficient reduction of household food waste. Converting the domestic food wastes and leftovers to be evaluated by this method from a waste position to an agent that will enrich the soil as organic material for environmental health, on the one hand, enables the fruit and vegetable seedlings to be grown on it to increase and to produce more beneficial products, on the other hand, to protect environmental health. It will constitute a crucial step taken. There are different methods published on this subject. We wanted to turn the process of preparing Bokashi serum into an application that anyone can easily do at home and to help create nutrients that will meet the organic needs of plants from food residues. We tried to find the most efficient production by making microbiological analyzes of our study. By our purpose, we want to examine the difference between the development of the vegetables we produce in the soils we enrich with the bokashi composting method and the vegetables grown without using these methods, and we want to contribute to the creation of a healthier environment with efficiency-enhancing studies.

Research Article

Article History

Received :14.03.2023
Accepted :18.04.2023

Keywords

Bokashi
compost
organic matter
vegetables

1.Giriş

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla beraber tarım alanlarına ilgi artmıştır. Toprak verimliliği, tarımsal üretimde verim üzerine etki eden en önemli faktördür (Köksal, 2017). Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin topraktaki besin maddeleri ile ilişkisinin bilinmesi yapılacak olan gübreleme uygulamasından en yüksek verimin sağlanması için önemli olacaktır (Tümsavaş, 2008). Tarımın uygulanmaya başlanması ile birlikte toprağın verimliliği ve organik madde içeriği azalmakta; fiziksel ve kimyasal yapısı bozulmaya başlamaktadır. Bu aşamada toprak verimliliğinin sürdürülebilmesi için kullanılacak olan gübrenin toprağa uygun, dengeli ve ekonomik olması büyük önem taşımaktadır (Parlak ve ark., 2008). Ne yazık ki, üreticilerin. daha kısa zamanda daha fazla ürün elde etme çabalarından dolayı, kimyasal olarak üretilmiş gübre kullanımı öncelik kazanmaktadır. Yapılan çalışmalar bu anlayışın; gerek gübrelerin gerekse tarımsal ilaçların bilinçsizce kullanımının bitki üretimi sırasında miktar artışının yanında kalitesiz ve insan sağlığını tehdit edecek ürünlerin ortaya çıktığını göstermektedir (Polat, 2019). Toprağın bu şekilde, kimya maddesi deposu haline getirilmesi, uzun vadede verimin düşmesi ve bu maddelerin yağmur suları ile yeraltı kaynak sularına karışması ile de çevresinde toksik etki yaratması ile son bulmaktadır.

Sanayileşmeden dolayı ortaya çıkan çevre kirliliği de soframıza gelen tarımsal ürünlerin doğallığını ve güvenilirliğini yok etmeye devam etmektedir. Bu nedenle sebze üretiminde yeni yaklaşımlar önem kazanmaya başlamıştır. Kimyasal hammaddelerin yoğunlukla kullanıldığı tarım yöntemlerinde; kimyasalların çevre sorunlarına neden olması ve toprakların özellikleri dikkate alınmadan bilinçsizce yapılan tarım, yanlış toprak yönetimi gibi olumsuz koşulların beslenme kaynaklı sorunlar yaşatması bu gelişmeyi

hızlandırmıştır (Tümsavaş ve ark., 2008).

Dünyada ve ülkemizde organik tarımsal ürünlere olan talep artışı nedeniyle, tarımsal üretimde organik gübre kullanımı kimyasal gübre kullanılmasına tercih edilmeye başlanmıştır. Mutfak atıklarından elde edilen kompostların tarımda toprak düzenleyici ve gübre olarak kullanılabilmesi atıkların kompostlaştırılmasını ve kullanımını arttırmıştır (Köksal ve ark., 2017). Kompost üretimi, oksijenli (aerobik) ve oksijensiz (anaerobik) ortamlarda, farklı mikroorganizmaların gerçekleştirdikleri tepkimelerle, belirli nem oranlarında ve belirli sıcaklıklarda bitki ve hayvan kaynaklı organik bileşenlerin ayrıştırılması ve bunların atıklardan daha değerli bir toprak katkı maddesi oluşturması işlemidir.

Evlerden, yerleşim alanları, sokaklar veya parklar gibi kamusal alanlarda sürekli kentsel katı atıklar oluşmaktadır. Kompostlama tekniği ile bu katı atıkların israf edilmeden azaltılması ve atıkların besin değerlerini kaybetmeden daha verimli şekilde kullanılması sağlanır (Nikitin, 2019). Bokashi Japonca bir terimdir, ‘fermente edilmiş’ anlamına gelmektedir. Ev kompostlama yöntemlerinden biridir. 1982 yılında, Prof. Teruo Higa tarafından etkili mikroorganizmalar (EM) kullanılarak geliştirilmiştir (Norzaidi, 2016; Ghannem, 2017; Lew ve ark., 2021).

Fermantasyon tekniği çok eski yıllardan günümüze kadar gelmiş olan bir gıda işleme yöntemidir. Eski Mısırdaki, hatta Sümerlerde bu teknik ile nişastalı ürünlerden alkol üretimi yapıldığını gösteren yazıtlar bulunmuştur. Fermantasyon yöntemi zamanla gelişerek, günümüzde sadece alkol elde etmek için değil, birçok faydalı ürünün sanayide üretmek amacıyla kullanılır hale gelmiştir. Mayalar, Küfler ve Bakteriler optimum koşullarda içerdikleri enzimler sayesinde gıda artıklarını oluşturan organik karmaşık bileşiklerden, toprağın ihtiyacı olan basit bileşiklere dönüşümü

gerçekleştirmektedirler. EM toprakta ve suda yaşayan yerel ve yerli mikroorganizmaları harekete geçirir ve bu hareketlilik sayesinde mikroorganizmalar doğal güçlerini maksimuma çıkarır. Topraktaki mikroorganizmaların dengesi bozulduğunda toprak fakirleşecek ve mahsuller istenilen düzeyde olmayacaktır. Ancak, mikroorganizmalar aktive edilirse toprak koşulları iyileşir. Toprak mikrobiyolojisi dengede olduğunda bitkiler sağlıklı olacak, böylece olumsuz faktörlerinin neden olduğu hasara karşı daha dayanıklı olacaktır (Okumoto ve ark, 2019).

EM' de bulunan laktik asit bakterileri, maya ve fototrofik bakteriler, organik maddeleri fermente etme özelliğine sahiptir. EM tarafından fermente edilen ve ayrıştırılan kompost toprakta parçalanır ve bitkiler tarafından emilir. Ayrıca EM, içerdiği birçok faydalı bileşenlerden ötürü bitki büyümesini de teşvik etmektedir. EM'de bulunan mikroorganizmaların çeşitliliği ve ürettikleri metabolitler topraktaki mikroorganizmaların sayısını ve çeşitliliğini artıracaktır. Mikroorganizmalar aktive edildiğinde, toprakta mevcut protozoanlar ve solucanlar gibi daha büyük organizmaların sayısı ve aktivitesi artacak böylece daha sağlıklı bir ekosistem ortaya çıkacaktır. EM, proteinlerin parçalanması sırasında amonyak üretimini engellerler, proteinleri amino asitlerin ayrışacağı şekilde metabolize ederler (Higa, 2018).

Laktobasiller, gram (+) boyanan, spor oluşturmeyen, katalaz ile reaksiyon vermeyen, oksijensiz ortamlarda da kolaylıkla üreyebilen mikroorganizmalardır. Laktik asit bakterileri olarak adlandırılan bu mikroorganizmaların en çok bilinen türleri: Aerococcus, Enterococcus, Carnobacterium, Lactobacillus, Lactococcus, Oenococcus, Pediococcus, Leuconostoc, Streptococcus, Tetragenococcus, Vagococcus ve

Bifidobacteriumdur. Aynı aileye mensup olmalarına rağmen türdeki bu farklı mikroorganizmaların herbirinin üremeleri ve çoğalmaları için farklı ortam sıcaklıkları ve farklı ortam pH (asitlik) değerleri vardır. Laktobasillerin çoğu 70° C'lik ısıl işlemlerde ölmektedirler. Karbon kaynağı olarak bu mikroorganizmalar karbonhidratları tercih ederler. Türleri göre ürettikleri son ürünlerinde oranında değişiklik görülür. Laktobasiller çoğalmak için organik azot (N) kaynağına da ihtiyaç duyarlar. Bu ihtiyaçlarını içerdikleri proteaz enzimlerinin proteinleri parçalamaları ile sağlarlar. Enzim içerikleride türleri göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bu basiller oksijeni kullanmadıklarından ve oksijenin varlığından zarar görmedikleri için, aerotoleran olarak değerlendirilirler. Karbonhidratlardan hareketle, laktik asit, asetik asit, CO₂ ve etanol oluştururlar. Bu ürettikleri ürünler ile kokuşmaya (pütrefaksiyon) ve patojen hale gelmeye müsait olan birçok farklı mikroorganizmanın da üremesini engellerler. Laktobasiller veya Laktik Asit Bakterileri, bitkilerde, sütte ve ayrıca insan ve hayvanların mukozal yüzeylerinde (oral, vajinal ve gastrointestinal) ve sebzelerde, etlerde, mayalı ekmeklerde, fermente gıdalarda, şarap ve süt ürünlerinde bulunmaktadır. Laktik asit çok kuvvetli bir sterilizasyon etkenidir. Laktobasiller toprağın havalandırmasını iyileştirmede çok etkilidir. Ayrıca meyve ağaçlarının ve yaprağı yenen sebzelerinin büyümesini teşvik etmede de oldukça etkilidirler (Nair, 2010). Laktobasiller, toprak partiküllerine yapışmış ve kolayca çözünemeyen mineralleri ayrıştırırlar veya üzerlerine bağlayarak bu elementlerin bitkiler tarafından emilmesini sağlarlar. Bitkilerin sulama suyuna eklendiklerinde, besin alımı kolaylaştırırlar, bu da büyüme hızını artırıcı etkiye neden olur. Yapraklara sprey şeklinde ve toprağa sulama olarak uygulandığında bitkilerin büyümesini hızlandırırlar (Suehiro, 2018). Laktobasiller

veya laktik asit bakterileri EM gibi piyasada bulunan bazı organik veya doğal tarım ürünlerinin ana bileşenidir. Laktobasiller, pirinç, klorsuz su, doğal pekmez ve kesilmiş süt suyunun belirli oran dahilinde uygun koşullarda bekletilmesi ile elde edilebilir. Pirinç yıkama suyunun kullanılma sebebi, besleyici özelliği olan bu suyun güçlü bir bakterileri kolonize edebilme özelliğine sahip olmasıdır. Böylece laktik asit bakterilerinin hasat edilmesi sağlanmaktadır (Okumoto, 2019).

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Kompost kovası yapımı

- 15-20 litrelik plastik veya saç kova
- Musluk akışını kapatmayan süzgeç
- Musluk
- Kapı fitili
- Anaerobik örtü

15-20 Litrelik bir kova içine musluk akışını bozmayacak şekilde yerleşen bir süzgeç konur. Kovanın altından 5 cm yukarı sızıntı yapmayacak şekilde izole edilmiş bir musluk yerleştirilir. Kovanın kapağı hava geçirmeyecek için şekilde kapatılmalıdır. Bu amaç için kapağın üstüne kapı fitili ile anaerobik ortam yaratılması gerekebilir.

2.2. Laktobasil üretimi

Bu çalışmada üç farklı yöntem kullanarak, laktobasil üretimini gerçekleştirdik. Burada amacımız, farklı uygulamalar ile en fazla laktobasili üretmek ve bu şekilde hazırlayacağımız bokashi serumunun verimi ölçmektir. Bu konuda taradığımız bilimsel makalelerde özellikle sodyum asetat'ın bu uygulamada diğer zararlı bakterilerin üremesini engellediği ve laktobasillerin bu maddeden etkilenmediğini okumamız üzerine, örneklerimizi sodyum asetat katmadan ve aynı şartlarda sodyum asetat katarak hazırladık. Üç farklı yöntemle serumu hazırladık:

2.2.1. Beyaz pirinçten laktobasil üretimi

66.6 gram beyaz pirinç 133.2 ml su ile nişastası çıkana kadar iyice çalkalanır, üstte kalan nişastalı bulanık sıvı süzülerek ayrı bir kaba alınır. Pirinç yıkama suyu steril edilmiş bir şişeye konup ağzı çift kat tülbent ile bağlanır. Oda sıcaklığına güneş almayan bir yerde 5-6 gün bekletilir. Arada bir kokusuna bakılıp ekşi kokunun olup olmadığı kontrol edilir. Ekşi koku varlığı uygulamanın hatalı olduğunun göstergesidir. Bu durumda çalışmaya tekrar başlanır. Eğer kötü bir koku mevcut değil ise üzerine 1 litre çiğ süt ilave edilip aynı şekilde ağzı bağlanarak güneş almayan serin bir yerde 5-6 gün bekletilir. Bir hafta sonra şişenin alt tarafında laktobasiller bir serum şeklinde birikmiş olacaktır. Serum temiz cam şişelere alınıp +4 °C buzdolabına ağzı kapalı şekilde kaldırılır (Heo ve ark., 2008).

2.2.2. Beyaz pirinçten sodyum asetat katkılı laktobasil üretimi

Beyaz pirinçten Sodyum Asetatlı Laktobasil Serum eldesinde izlenecek adımlar şunlardır:

66.6 gram beyaz pirinç 133.2 ml su ile nişastası çıkana kadar iyice çalkalanır, üstte kalan nişastalı bulanık sıvı süzülerek ayrı bir kaba alınır. Pirinç yıkama suyu steril edilmiş bir şişeye konup ağzı çift kat tülbent ile bağlanır. Oda sıcaklığına güneş almayan bir yerde 5-6 gün bekletilir. Arada bir kokusuna bakılıp ekşi kokunun olup olmadığı kontrol edilir. Ekşi koku varlığı uygulamanın hatalı olduğunun göstergesidir. Bu durumda çalışmaya tekrar başlanır. Eğer kötü bir koku mevcut değil ise üzerine 15 gram Sodyum Asetatlı 1 litre çiğ süt ilave edilip aynı şekilde ağzı bağlanarak güneş almayan serin bir yerde 5-6 gün bekletilir. Bir hafta sonra şişenin alt tarafında laktobasiller bir serum şeklinde birikmiş olacaktır. Serum temiz cam şişelere alınıp +4 °C buzdolabına ağzı kapalı şekilde kaldırılır (Heo ve ark., 2008).

2.2.3. Esmer pirinçten laktobasil üretimi

66.6 gram siyah pirinç 133.2 ml su ile nişastası çıkana kadar iyice çalkalanır, üstte kalan nişastalı bulanık sıvı süzülerek ayrı bir kaba alınır. Pirinç yıkama suyu steril edilmiş bir şişeye konup ağzı çift kat tülbent ile bağlanır. Oda sıcaklığına güneş almayan bir yerde 5-6 gün bekletilir. Arada bir kokusuna bakılıp ekşi kokunun olup olmadığı kontrol edilir. Ekşi koku varlığı uygulamanın hatalı olduğunun göstergesidir. Bu durumda çalışmaya tekrar başlanır. Eğer kötü bir koku mevcut değil ise üzerine 1 litre çiğ süt ilave edilip aynı şekilde ağzı bağlanarak güneş almayan serin bir yerde 5-6 gün bekletilir. Bir hafta sonra şişenin alt tarafında laktobaciller bir serum şeklinde birikmiş olacaktır. Serum temiz cam şişelere alınıp +4 °C buzdolabına ağzı kapalı şekilde kaldırılır (Heo ve ark., 2008).

2.2.4. Esmer pirinçten sodyum asetat katkılı laktobasil üretimi

66.6 gram siyah pirinç 133.2 ml su ile nişastası çıkana kadar iyice çalkalanır, üstte kalan nişastalı bulanık sıvı süzülerek ayrı bir kaba alınır. Pirinç yıkama suyu steril edilmiş bir şişeye konup ağzı çift kat tülbent ile bağlanır. Oda sıcaklığına güneş almayan bir yerde 5-6 gün bekletilir. Arada bir kokusuna bakılıp ekşi kokunun olup olmadığı kontrol edilir. Ekşi koku varlığı uygulamanın hatalı olduğunun göstergesidir. Bu durumda çalışmaya tekrar başlanır. Eğer kötü bir koku mevcut değil ise üzerine 15 gram Sodyum Asetatlı 1 litre çiğ süt ilave edilip aynı şekilde ağzı bağlanarak güneş almayan serin bir yerde 5-6 gün bekletilir. Bir hafta sonra şişenin alt tarafında laktobaciller bir serum şeklinde birikmiş olacaktır. Serum temiz cam şişelere alınıp +4 °C buzdolabına ağzı kapalı şekilde kaldırılır (Heo ve ark., 2008).

2.2.5. Mısır nişastasından laktobasil üretimi

66.6 gram mısır nişastası 133.2 ml su ile nişastası çıkana kadar iyice çalkalanır, üstte kalan nişastalı bulanık sıvı süzülerek ayrı bir kaba alınır. Pirinç yıkama suyu steril edilmiş bir şişeye konup ağzı çift kat tülbent ile bağlanır. Oda sıcaklığına güneş almayan bir yerde 5-6 gün bekletilir. Arada bir kokusuna bakılıp ekşi kokunun olup olmadığı kontrol edilir. Ekşi koku varlığı uygulamanın hatalı olduğunun göstergesidir. Bu durumda çalışmaya tekrar başlanır. Eğer kötü bir koku mevcut değil ise üzerine 1 litre çiğ süt ilave edilip aynı şekilde ağzı bağlanarak güneş almayan serin bir yerde 5-6 gün bekletilir. Bir hafta sonra şişenin alt tarafında laktobaciller bir serum şeklinde birikmiş olacaktır. Serum temiz cam şişelere alınıp + 4 °C buzdolabına ağzı kapalı şekilde kaldırılır (Heo ve ark., 2008).

Mısır nişastasından Sodyum Asetatlı Laktobacil Serum eldesinde izlenecek adımlar şunlardır:

66.6 gram mısır nişastası 133 ml su ile nişastası çıkana kadar iyice çalkalanır, üstte kalan nişastalı bulanık sıvı süzülerek ayrı bir kaba alınır. Pirinç yıkama suyu steril edilmiş bir şişeye konup ağzı çift kat tülbent ile bağlanır. Oda sıcaklığına güneş almayan bir yerde 5-6 gün bekletilir. Arada bir kokusuna bakılıp ekşi kokunun olup olmadığı kontrol edilir. Ekşi koku varlığı uygulamanın hatalı olduğunun göstergesidir. Bu durumda çalışmaya tekrar başlanır. Eğer kötü bir koku mevcut değil ise üzerine 15 gram Sodyum Asetatlı 1 litre çiğ süt ilave edilip aynı şekilde ağzı bağlanarak güneş almayan serin bir yerde 5-6 gün bekletilir. Bir hafta sonra şişenin alt tarafında laktobasiller bir serum şeklinde birikmiş olacaktır. Serum temiz cam şişelere alınıp +4 °C buzdolabına ağzı kapalı şekilde kaldırılır (Heo ve ark., 2008).



Şekil 1. Pirinç ve mısır nişastası örnekleri

2.3. Mikrobiyolojik analizler

2.3.1. Numunelerin pH ölçümleri

Beyaz pirinç, siyah pirinç ve mısır nişastası kullanılarak 6 adet numune hazırlandı. Bu numunelerin pH'ları pHmetre ile ölçüldü.

Çıkan Sonuçlar:

Beyaz pirinç ve çiğ sütlü kültürün pH'sı: 4.9

Beyaz pirinç ve sodyum asetatlı çiğ sütlü kültürün pH'sı: 5.07

Siyah pirinç ve çiğ sütlü kültürün pH'sı: 4.33

Siyah pirinç ve sodyum asetatlı çiğ sütlü kültürün pH'sı: 4.18

Mısır nişastası ve çiğ sütlü kültürün pH'sı: 4.52

Mısır nişastası ve sodyum asetatlı çiğ sütlü kültürün pH'sı: 4.94

2.3.2. Numunelerin besiyerlerine ekimi

10 ml'lik tüplere bir pipet yardımıyla 4,5 ml'lik serum fizyolojik konularak otoklavlandı. Bu tüplerden 30 adet hazırlandı. Aseptik ortam yakınlarına, önceden alınmış olan petri ler neminin gitmesi amacıyla ters bir şekilde konuldu ve isimlendirildi. Hazırlanan numunelerden bir pipet yardımıyla alınan örnekten 0,5 ml'si, 4,5 ml serum fizyolojik ile otoklavlanan birinci tüpe kondu. Daha sonra bu tüp karıştırıldı. Bu tüpten alınan örneğin 0,5 ml'si birinci besiyerine kondu ve yayıldı. Diğer 0,5 ml'si de ikinci tüpe kondu. Böylelikle 10^{-1} dilüsyonu elde edilmiş oldu. Seyreltilmiş olan ikinci tüpten alınan örneğin 0,5 ml'si ikinci besiyerine kondu ve yayıldı. Diğer 0,5 ml'si de üçüncü tüpe

kondu ve karıştırıldı. İkinci besiyerine ekilen örnek ile 10^{-2} dilüsyonu elde edilmiş oldu. Numuneler bu şekilde seyreltilerek 10^{-5} dilüsyonu elde edilene kadar besiyerlerine ekildi. Elimizde bulunan 6 numuneden elde edilen örnekler 30 adet MRS besiyerine yayılarak ekim yapıldı. Ekim yapıldıktan sonra 3 saat inkübatörde kaldı. 3 saat sonra CO_2 etüve kondu

2.4. EM sıvıları ile bokashi tanesi hazırlanması

Melas içeriği 500 ml klorsuz su ile sulandırıldı. EM çözeltilerinden 50 ml alındı ve 450 ml klorsuz su katılarak sulandırıldı. 3 litrelik bir cam behere 500 gram buğday kepeği hassas terazide tartılarak hazırlandı. Laminar flow kabini içinde eldiven yardımıyla 500 ml'lik EM, Melas çözeltisi yavaş yavaş karıştırılarak ve her seferinde buğday kepeği yoğrularak döküldü ve nemli kıvama getirildi. EM çözeltisi ile ıslatılmış buğday kepekleri plastik buzdolabı poşetine konulduktan sonra havası alınarak ağzı sıkıca kapatıldı ve başka bir plastik poşet içine yerleştirilerek ayrıldı. Tüm örnekler için bu işlem tamamlandıktan sonra vakumlu saklama poşetine yerleştirildi ve poşetin havası bir elektrik süpürgesi yardımıyla alınarak kısmen vakumlu anaerobik ortam yaratıldı. Vakumlu torbada örnekler oda sıcaklığında rutubetsiz ve ışık almayan bir bölmede bekletildi. İki haftalık süre sonunda bu numunelerin kullanılan kısımları ile kompost çalışması başlatılabilecektir. Artan bokashi taneleri ise bir karton üzerinde, açık ortamda kurutulmaya bırakılarak daha sonra ki kullanımlar için ayrıldı.

2.5. Kompostların hazırlanması

2.5.1. Bir numaralı bokashi kovanının hazırlanması

Atıklar konulurken aralarına 7.000.000 koloni/ml efektif mikroorganizma içeren sıvı ile hazırlanan 4 numaralı bokashi numunelerinin bir kısmı kompost kovanının yükseltilmiş zeminine serpiştirildi ve üstüne mutfak atıkları kondu. Mutfak atıkları konulurken 4 numaralı bokashi serumu kepekleri aralarına serpildi. En sonunda, bokashi kepekleri kovanın üstünü tam olarak örtecek şekilde üstüne atılarak, hava almaması için plastik bir torba ile örtülüp sıkıştırıldı. Kovanın yükseltilmiş zeminindeki musluktan elde edilen sıvı çıkışları tablo 2’de verilmektedir.

2.5.2. İki numaralı bokashi kovanının hazırlanması

Kovanın yükseltilmiş zeminine, 4 numaralı EM içeren kepek ve melas ile hazırlanmış bokashi numuneleri serpiştirildi. Daha sonra üstüne sebze ve meyve yemek atıkları konulmaya başlandı. Atıklar konulurken, aralarına 2.560.000 koloni/ml yoğunluğunda efektif mikroorganizma içeren sıvı ile hazırlanan 3

numaralı bokashi serumu tanelerinin serpiştirildi. En sonunda kovanın en üstüne tam bir ölçüyü tamamlayacak şekilde tüm bokashi serumu taneleri kondu ve bastırılarak üstüne bir naylon örtü ile kaplandı ve kapağı kapatılarak anaerobik şartlar sağlanmış oldu.

3. Bulgular ve Tartışma:

3.1. MRS besiyerinde üreyen laktobasillerin hesaplanması

3.1.1. Mısır nişastası ve çiğ sütlü örneği koloni sayısı: $31 \text{ koloni} \times 10^{-2}$ (dilüsyon faktörü)

$31 \times 10^2 = 3100 = 3.1 \times 10^3$ kob (0,5 ml’deki bakteri kolonisi sayısı)

(kob= koloni oluşturan birim (ing. CPU))

Bu örneğin 1 ml’inde 6200 koloni vardır.

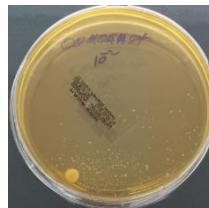
3.1.2. Mısır nişastası + sodyum asetatlı çiğ sütlü örneği koloni sayısı

$49 \text{ koloni} \times 10^{-2}$ (dilüsyon faktörü)

$49 \times 10^2 = 4900 = 4.9 \times 10^3$ kob

0,5 ml’deki bakteri kolonisi sayısı (kob= koloni oluşturan birim (ing. CPU))

Bu örneğin 1 ml’inde 9800 koloni vardır.



Şekil 2. Mısır nişastası + sodyum asetatlı çiğ sütlü örneği MRS besiyeri

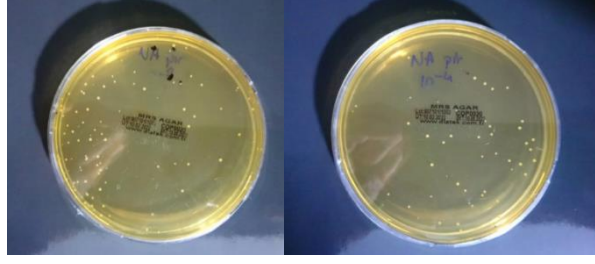
3.1.3. Beyaz pirinç ve çiğ sütlü örneği koloni sayısı

$48 \text{ koloni} \times 10^{-4}$ (dilüsyon faktörü) ve $105 \text{ koloni} \times 10^{-3}$

$(48 \times 10^4 + 105 \times 10^3) / 2 = 5,32 \times 10^5$

kob (0,5 ml’deki bakteri kolonisi sayısı)

Bu örneğin 1 ml’inde 1.065.000 koloni vardır.



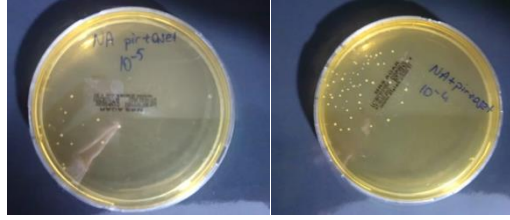
Şekil 3. Beyaz pirinç ve çiğ sütü örneği MRS besiyeri

3.1.4. Beyaz pirinç + sodyum asetatlı çiğ sütü örneği koloni sayısı

101 koloni $\times 10^{-4}$ (dilüsyon faktörü) ve 18 koloni $\times 10^{-5}$

$(101 \times 10^4 + 18 \times 10^5)/2 = 5,95 \times 10^6$ kob (0,5 ml'deki bakteri kolonisi sayısı)

Bu örneğin 1 ml'sinde 1.190.000 koloni vardır.



Şekil 4. Beyaz pirinç + sodyum asetatlı çiğ sütü örneği MRS besiyeri

3.1.5. Siyah pirinç ve çiğ sütü örneği koloni sayısı

128 koloni $\times 10^{-4}$ (dilüsyon faktörü)

$128 \times 10^4 = 1280000 = 1.28 \times 10^6$ kob (0,5 ml'deki bakteri kolonisi sayısı)

Bu örneğin 1 ml'sinde 2.560.000 koloni vardır.

3.1.6. Siyah pirinç + sodyum asetatlı çiğ süt örneği koloni sayısı

35 koloni $\times 10^{-5}$ (dilüsyon faktörü)

$35 \times 10^5 = 3500000 = 3.5 \times 10^6$ kob (0,5 ml'deki bakteri kolonisi sayısı)

Bu örneğin 1 ml'sinde 7.000.000 koloni vardır.

Tablo 1. Numunelerden elde edilen EM (Efektif mikroorganizma) çözeltileri

No	İçeriği	Bakteri koloni sayısı
1	Beyaz Pirinç	580.000 koloni/ml
2	Beyaz Pirinç Asetatlı	1.190.000 koloni/ml
3	Beyaz Pirinç	2.560.000 koloni/ml
4	Siyah Pirinç Asetatlı	7.000.000 koloni/ml
5	Mısır Nişastası Asetatlı	9.800.000 koloni/ml

3.2. Hazırlanan kompost kovalarından zamana bağlı olarak elde edilen atık sıvılar

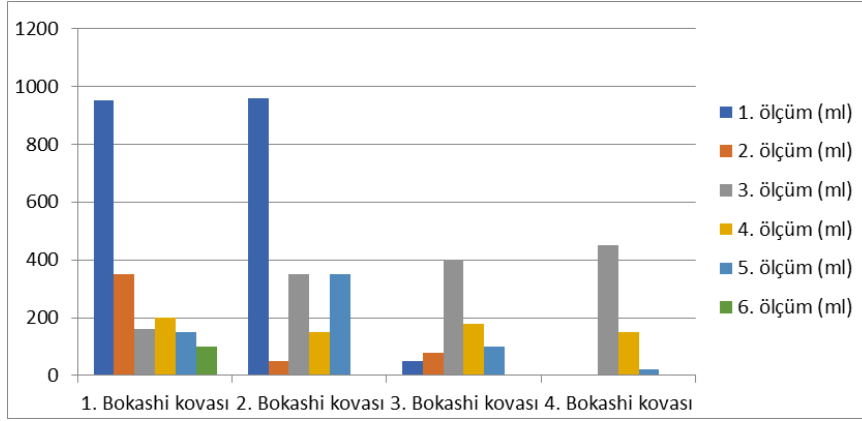
Diğer kompost kovalarına daha az koloni yoğunluğuna sahip bokashi serumu kepekleri konuldu.

Tablo 2. 1. Kompost kovaşından çıkan su miktarları

(5. Gün): 960 ml
(7. Gün): 50 ml
(14. Gün): 350 ml
(24. Gün): 150 ml
(28. Gün): 350 ml

Tablo 3. 2. numaralı kompost kovaşından çıkan su miktarları

(5. Gün): 50 ml
(7. Gün): 80 ml
(14. Gün): 400 ml
(24. Gün): 180 ml
(28. Gün): 100 ml



Şekil 5. Bokashi kovalarından çıkan sıvı miktarları

Bokashi serumunun özelliği içerdiği Laktobasiller olduğundan, yukarıda açıkladığımız örnek hazırlama yöntemlerinden en fazla verim gösterecek olanların koloni sayıları en yüksek olanlar olduğunu biliyoruz. Kompostun oluşumu sırasında sebze ve meyve gıda artıklarının zamana bağlı olarak bıraktıkları atık sıvıların hacimleri de bu yöntemleri kullanmak isteyenlere verim açısından yol gösterici olabilir. Toprağın beslenmesi açısından en fazla organik madde ayrışmasını sağlayacak olanlar en yüksek laktobasil yoğunluğuna sahip olanlardır, bunların aktivite ölçümlerinin bir göstergesi de açığa çıkardıkları atık sıvı miktarı olmaktadır. Laktobasil miktarı fazla olan serumlar ile hazırlanan bokashi kepekleri kullanılarak hazırlanan kovalardan çıkan su

miktarları daha fazla olduğu görüldü. Laktobasil miktarı en az olan serum ile hazırlanan bokashi kepeğini kullanılarak hazırlanan bokashi kovaşından ilk iki ölçümde sıvı çıkışı olmamıştır. Bu sıvılar lavabo açıcı olarak veya 100 de 1 hacimle sulandırılarak bahçede çiçeklerin beslenme suyu olarak kullanılabilirler. Yapılan ölçümler sonucunda sodyum asetat ile hazırlanan örneklerde daha fazla koloni olduğu görülmüştür. Siyah pirinç, beyaz pirince göre vitamin, mineral, lif, protein gibi besin değerleri ile zengindir. Siyah pirinç ile hazırlanan örneklerde koloni sayılarının daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun nedeni siyah pirincin, diğer ürünlere göre besin değerlerinin daha fazla olmasıdır (Coşan ve ark., 2021).

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, herkesin evinde bile yapabileceği bir yöntemi verimi açısından irdeleyerek ortaya koymaya çalıştık. Evlerimizde yemek hazırlarken ortaya çıkan sebze ve meyve atıklarını çöpe atmayıp, kokuşmalarını ve işe yaramaz hale gelmelerini engelleyerek, bitkilerimizin sağlıklı bir beslenme ortamına sahip olmaları için onları kaynak olarak kullanabiliriz. Birçok ülkede bu çalışmalar sayesinde, şehirlerin verimsiz topraklarını, belediye imkanları ile en sağlıklı ürünler yetiştiren verimli tarım arazilerine çevirmiştir. Bizler verimli topraklara sahip, su ihtiyacını karşılayabileceğimiz bir ülkede yaşıyoruz. Ancak tarımda yapılan yanlış uygulamalar sonucunda damla sulamaya tam olarak geçememiş olmamız, yeraltı su kaynaklarımızın her gün daha azalmasına neden olmaktadır. Beslenemeyen topraklara uygulanan kimyasal katkılar ise yiyeceklerimizin yapılarına her gün daha fazla ağır metal ve toksik maddelerin doluşmasına neden olmaktadır. Ülkemizin geleceği ve insanlarımızın sağlıklı beslenmeye ulaşabilmesi için hepimizin katkı sunması artık kaçınılmaz olmuştur. Burada anlatmaya çalıştığımız basit bir düzenele besleyeceğimiz topraklarınızda, ürün veriminizin ne kadar fazla arttığını görebilirsiniz.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

Bellitürk, K., 2005. Tekirdağ koşullarında buğday yetiştirilen toprakların mikro

besin elementleri ve ağır metal içeriklerinin saptanması. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 5-9 Eylül, Antalya, s.1211-1215.

Bellitürk, K., 2008. Trakya bölgesi topraklarının azotfosfor-potasyum bakımından incelenmesi. *Hasad (Bitkisel Üretim) Aylık Tarım Dergisi*, 24(277): 102-106.

Bellitürk, K., Shrestha, P., Görres, J.H., 2015. The Importance of Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soil Using Vermicompost for Sustainable Agriculture. *Rice Journal* 3(2): 6-e114

Coşan, S., Topal, S., Aslan, Ö., 2021. Growth kinetics and survival of *Lactobacillus acidophilus* in black rice milk. *Gıda*, 46(6): 1440-1449.

Çimrin, K.M., Boysan, S., 2006. Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 16: 105-111.

Eyüpoğlu, F., 1999. Türkiye topraklarının verimlilik durumu. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 220 Teknik Yayın No: T-67, Ankara.

Ghanem, K., Wl-Zabalawy, K., Mustafa, A., Elbanna, B., 2017. Impact of using compost bokashi resulting from recycling kitchen waste on head lettuce (*Lactuca sativa* var. Capitata L.) grown organically at home. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*. 8: 21-27

Heo, S.U., Moon, S.Y., Yoon, K.S., Kim, Y.J., Koo, Y.M., 2008. Enhanced compost maturity by effective microorganisms. *Journal of Biotechnology*, (136): S65.

- Higa, T., 2018. Mikroorganizmalar insanlığın geleceğini açar. 4. Uluslararası Evrensel Köy Konferansı, Boston, ABD.
- Higa, T., Okumoto, S., Shintani, M., 2019. Etkili mikroorganizmaların ve biyokömürün uygulanması, komatsuna'nın sürekli kırılması sırasında radyoaktif sezyumun topraktan bitkiye transferini baskılar. *Uluslararası Bilimsel Konferans "Radyobiyooloji: Güncel Sorunlar*, Belarus.
- İlay, R., Kavdır, Y., Sümer, A., 2013. The effect of olive oil solid waste application on soil properties and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85: 254-259.
- Köksal, S.B., Aksu, G., Altay, H., 2017. Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazu bitkisinde verim üzerine etkisi. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi. Çanakkale.
- Lew, P.S., İbrahim, N.N.L.N., Kamarudin, S., Thamrin, N.M., Misnan, M.F., 2021. Optimiztion of bokashi- composting process using effektive mikroorganisms-1 in smart composting bin.
- Nair, J., Okamitsu, K., 2010. Microbial inoculants for small scale composting of putrescible kitchen wastes. *Waste Management*, 30: 977-82.
- Nikitin, A., Shurankova, O.A., Okumoto, S., Mischenko, E.V., Shintani, M., Leferd, G.A., Higa, T., Cheshyk, I., Sukhareva, D.V., Zhukovskaya, E.V., Arendar, S.A., 2019. İlkbahar buğdayı ve beyaz hardal için topraktan bitkiye ¹³⁷Cs transfer faktörü üzerindeki toprak su içeriği, potasyum ve "EM-Bokashi"nin etkisi. 5. *Uluslararası Çevresel Radyoaktivite Konferansı*, Praha, Çek Cumhuriyeti.
- Nygoc, U.N., Khalid, S.A., Nawawi, W.N.W., Ramli, N., 2016. Producing fertilizer from food waste Recycling unsing Berkeley and bokashi method. Ponte, 73.
- Okumoto, S., Shintani, M., Teruo, H., 2018. Pirinç kabuğundan elde edilen biyokömürün ve Etkili Mikroorganizmaların sürekli Komatsuna (*Brassica rapa* var. perviridis) mahsulü altında topraktan tarımsal ürünlere radyoaktif sezyum transferinin baskılanması üzerindeki etkisi. *Uluslararası Bilimsel Konferans "Radyobiyooloji: Güncel konular"*, Belarus Cumhuriyeti.
- Okumoto, S., Shintani, M., Teruo, H., 2019. Sürekli komatsuna kırma altında tarımsal ürünlere radyoaktif sezyum transferinin baskılanmasında Etkili Mikroorganizmaların etkisi üzerinde pirinç kabuğundan elde edilen biyokömür uygulamasının etkisi. 8. Çevredeki Radyoaktif Kirlenmenin İyileştirilmesi Derneği, Koriyama, Fukushima.
- Parlak, M., Fidan, A., Kızılcık, İ., Koparan, H., 2008. Eceabat İlçesi (Çanakkale) tarım topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(4): 394-400.
- Polat, S., Bellitürk, K., Metinoğlu, M., 2019. Evaluation of agricultural fields in terms of soil productivity and environmental health in the industrial zone. Sanayi bölgesindeki tarım alanlarının toprak verimliliği ve çevre sağlığı açısından değerlendirilmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi.
- Tümsavaş, Z., Aksoy, E., 2008. Bursa yöresi rendzina büyük toprak grubu topraklarını bazı özellikleri ve besin maddesi içerikleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Bursa.

- Thorslund, R., 2020. Ürdün'de bokashi solunumu: birinci döngü, toprak ve çevre departmanı.
- Shrestha, P., Bellitürk, K., Görres, J.H., 2019. Phytoremediation of heavy metal-contaminated soil by switchgrass: a comparative study utilizing different composts and coir fiber on pollution remediation, plant productivity, and nutrient leaching. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(7): 1-16.
- Suehiro, İ., 2018. EM for agriculture. all-russia field day. Tarımsal Sanayi Sergisi/Forumu, Kazan, Rusya.

Atıf Şekli	Öncel, H.U., Oğul, O., Akdemir, N., Aktaç, Z., 2023. Evsel Sebze ve Gıda Atıklarından, Bokashi Kompostlama Yöntemi ile Pratik Kompost Üretimi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 7(3):602-613. DOI: https://doi.org/10.18016/10.5281/zenodo.8325267 .
To Cite	Öncel, H.U., Oğul, O., Akdemir, N., Aktaç, Z., 2023. Practical Compost Production from Domestic Vegetable and Food Wastes with Bokashi Composting Method. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 7(3):602-613. DOI: https://doi.org/10.18016/10.5281/zenodo.8325267
