

# Kompostlanabilir Biyoplastiğin Buğday Bitkisindeki Tohum Çimlenmesine, Klorofil İçeriğine ve Antioksidatif Enzimlere Etkisi

Z. Görkem Doğaroğlu ve \*Ezgi Bezirhan Arıkan  
Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Mersin Üniversitesi, Mersin, Türkiye

## Özet

Petrol esaslı plastiklerin tüketiminin neden olduğu artan çevresel baskılar ‘biyoplastik’ gibi çevre dostu malzemelerin gelişimini tetiklemiştir. Biyoplastikler, patates ve mısır gibi yenilenebilir kaynaklardan üretilirler ya da kimyasal olarak veya mikroorganizmalardan sentezlenirler. Bugünlerde biyoplastikler çoğu endüstriyel alanda, özellikle ambalaj/paketleme ürünlerinde kullanılmaktadır. Geri dönüşüm teknolojilerine uygun olmaması nedeniyle de çoğu biyoplastik atık deponi arazilerine uzaklaştırılmakta ya da kompostlanmaktadır. Türkiye’de fazla üretim payına sahip olması ve besin maddesi olarak tüketilmesinden dolayı bu çalışmada buğday bitkisi model bitki olarak seçilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada, kompostlanan biyoplastiğin buğday bitkisinin tohum çimlenmesine, kök-gövde boy uzamasına, klorofil içeriğine ve antioksidan ve antioksidatif enzimlerine etkisi araştırılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Antioksidatif enzim, biyoplastik, buğday, klorofil içeriği, tohum çimlenmesi

## The Effect of Composted Bioplastic on Seed Germination, Chlorophyll Content, and Antioxidative Enzyme of Wheat Plant

Z. Görkem Dogaroglu and \*Ezgi Bezirhan Arıkan  
Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Mersin University, Mersin, Turkey

## Abstract

The growing environmental pressure caused by the consumption of petroleum based plastics has spurred into the development of environmentally friend materials like ‘bioplastic’. Bioplastics are made from renewable resources such as potato and corn or they are synthesized chemically or by microorganisms. Nowadays, bioplasticshasused many industrial areas, especially as packaging products. Due to lack of compatible with recycling technologies, many bioplastic wastes are disposed in the landfill or composted to land. Because of the widespread cultivation and consumption as food in Turkey, wheat plant was chosen as a model plant. Therefore, in this study effect of composted bioplastic on seed germination, root-stem length, chlorophyll content and antioxidant and antioxidative enzyme of wheat plant was investigated.

**Key words:** Antioxidative enzyme, bioplastic, chlorophyll content, seed germination, wheat

## 1. Giriş

Plastikler, ucuz, hafif ve dayanıklı olmaları, kolay şekil almaları nedeni ile üreticiler ve tüketiciler tarafından demir, çelik, ahşap ve cam gibi diğer malzemelere oranla daha çok tercih edilmektedirler [1]. Bu nedenle de plastik malzemeler inşaat, tekstil, gıda, otomotiv ve tarım sektörü gibi birçok alanda geniş bir kullanım alanı bulmaktadır[2]. Dünyada üretiminin 300 milyon tonu geçtiği tahmin edilen plastiğin [3] dünyanın her yerinde büyük miktarlarda plastik atık oluşturduğu kaçınılmaz bir gerçektir [4].

Son zamanlarda, plastiklerin neden olduğu çevresel kirlilik, artan yasal baskılar, petrokimyasal hammaddelere olan bağımlılığın azaltılması amacı ile yenilenebilir biyokütleden üretilen çevre dostu malzemeler geliştirilmektedir [5]. Geliştirilen en yenilikçi çevre dostu malzemelerden biri de biyoplastiklerdir.

Genellikle ‘biyoplastikler’, şeker, mısır ve patates gibi [4, 6]protein, lipit ve polisakkaritleri içeren yenilenebilir kaynaklardan[7, 8] ya da bazı mikroorganizmalardan sentezlenerek üretilmektedirler [9].Biyoplastikler, biyolojik olarak parçalanabilen biyoplastikler[1], kompostlanabilen biyoplastikler[4], foto-parçalanabilir biyoplastikler[1] ve biyolojik-esaslı biyoplastikler [10] olmak üzere dört çeşittir. Ancak son zamanlarda geliştirilen biyolojik olarak parçalanabilir biyoplastikler aynı zamanda kompostlanabilir olarak da tasarlanmaktadır[11]. Kompostlanabilir biyoplastikler, diğer kompostlanabilen malzemelerde benzer oranda ve toksik kalıntı bırakmadan kompostlanabilen biyoplastiklerdir [4]. Dünyadaki birçok firma, teknolojileri ile biyoplastik üretimini buluşturmuş durumdadır ve 2011 yılında 750.000 ton biyoplastiğin tüketildiğinin [12] tahmin edilmesi ile birlikte biyoplastik sektörünün her yıl %20 büyümeye kaydedeceği öngörülmektedir.

Ancak ileride üretiminin ve dolayısı ile tüketimin artacağı tahmin edilen biyoplastikler ile ilgili yeterli araştırma yapılmamış durumdadır. Özellikle gelecek vaat ettiği düşünülen kompostlanabilir biyoplastikler, tüketicinin kendinin kompostlama yapabileceği birçok firma tarafından iddia edilmekte ancak çoğu henüz araştırmalarla desteklenmemiş durumdadır. Ayrıca yapılan literatür araştırmalarında, kompostlanabilir bir biyolojik parçalanabilir ya da biyolojik-esaslı biyoplastik türünün kompostlama yapılan topraktaki herhangi bir bitki türünün enzim sistemini, tohum çimlenmesi, klorofil içeriği gibi bitki büyümesini etkileyecek koşulların araştırılmadığı tespit edilmiştir.

Bu amaçla, bu çalışmada kompostlanan biyoplastiğin etkisini araştırmak için, Türkiye’de hububat üretiminin yaklaşık 70’ini oluşturan [13] ve 2013 yılında 22,1 milyon ton üretilen [14] buğday bitkisi model bitki olarak seçilmiştir. Bu nedenle de, kompostlanabilir biyoplastiğin buğday bitkisinin tohum çimlenmesine, kök-gövde boy uzamasına, klorofil içeriğine ve antioksidan ve antioksidatif enzimlerine etkisi araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada kompostlanabilir biyoplastiğin buğday bitkisinin çimlenmesine, kök-gövde boy uzamasına, klorofil içeriğine ve Süperoksit dizmutaz (SOD), -SH Grupları (Glutasyon) ve Lipit peroksidasyonu (MDA) üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada sertifikalı buğday tohumu kullanılmıştır.

### 2.1. Biyoplastik numunesinin hazırlanması

Çalışmanın gerçekleştirilmesi amacıyla, öncelikle Mersin Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında, laboratuvar koşullarında üretilen kompostlanabilir ve biyolojik olarak parçalanabilir tipte biyoplastikler üretilmiştir. Üretilen biyoplastikler bir süre kullanılıp atık haline geldikten sonra, yaklaşık eşit boyutlarda granül hale getirilmiştir. Granül biyoplastiklerin hassas terazide tartımı yapılarak, 1, 2, 4, 8 ve 10 g biyoplastik/L çeşme suyu konsantrasyonları hazırlanmıştır. Daha sonra biyoplastiklerin çeşme suyunda çözünmesi amacı ile belirli konsantrasyonlardaki biyoplastik süspansiyonları 24 saat boyunca 80°C'de su banyosunda bekletilmiştir. 24 saatin sonunda laboratuvar koşullarında üretilen granül biyoplastikler çeşme suyunda çözülmüş ve süspansiyon haline getirilmiştir. Çalışmanın kalan kısmında bu konsantrasyonlardaki biyoplastik süspansiyonları kullanılmıştır.

### 2.2. Çimlenme sayısının, kök ve gövde uzunluklarının belirlenmesi

Öncelikle çalışmada kullanılacak olan petri kaplarına uygun boyutlarda filtre kağıtları kesilmiş ve çift kat olarak petri kaplarına yerleştirilmiştir. Aynı boyutlarda filtre kağıtlarının üzerine 10'ar adet buğday tohumu yerleştirilmiştir. Her bir petri kabına 5'er mL farklı konsantrasyonlarda (1, 2, 4, 8 ve 10 g/L) hazırlanmış biyoplastik süspansiyonlarından eklenmiştir. Kontrol grubuna ise 5 mL musluk suyu ilave edilmiştir. Örnekler, petri kaplarının kapağı kapatılarak 7 gün boyunca karanlık ortamda 25°C sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun sonunda her bir petri kabı içerisindeki çimlenen tohum sayısı belirlenerek çimlenme oranı tespit edilmiştir.

Çimlenme sayılarının belirlenmesinin ardından her bir petri kabından seçilen ortalama büyüklükteki 5 çimlenen tohum, kök ve gövde uzunluklarının belirlenmesi amacıyla seçilmiştir. Seçilen bu çimlenmiş tohumların ayrı ayrı kök ve gövde uzunlukları milimetrik kağıtyardımları ile belirlenmiş ve ortalamaları alınmıştır. Bütün deneyler üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

### 2.3. SOD (Süperoksitdizmutaz), lipit peroksidasyonu ve glutatyon analizleri

Kök ve gövde uzunluklarının belirlenmesi amacıyla seçilen çimlenmiş tohumlar (5'er adet) torf içine 3 paralel olarak ekilmiştir (Şekil 1). Bitkinin torfa ekimin yapılmasının ardından her bir vialde 1, 2, 4, 8 ve 10 g/L konsantrasyonlarında biyoplastik süspansiyonlarından 10'er mL ilave edilmiş ve buğday bitkileri bir hafta süre ile yetiştirilmiştir. SOD, lipit peroksidasyonu (MDA) ve glutatyon analizleri buğday bitkisinde, biyoplastik süspansiyonunun stres oluşturup oluşturmadığının tespiti amacıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Torfa ekilen çimlenmiş buğday tohumları

SOD analizi Çakmak ve Marschner (1992) [15], Lipit peroksidasyonu analizi Lutts ve ark. (1996) [16] ve Glutasyon analizleri ise Çakmak ve Marschner (1992) [15] tarafından belirlenen yöntemler izlenerek gerçekleştirilmiştir.

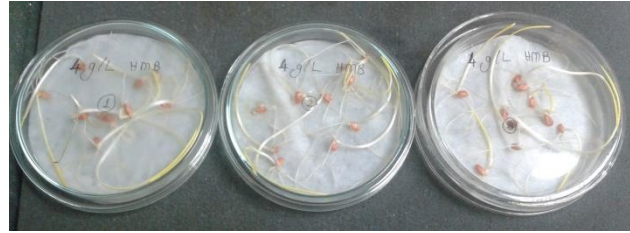
#### 2.4. Klorofil içeriği

Klorofil analizi ise biyoplastik süspansiyonun bitkide strese neden olup olmadığının belirlenmesi için yapılan diğer analizlerden biridir. Buğday bitkilerinde klorofil içeriği Konica-Minolta SPAD-500 klorofil metre kullanılarak belirlenmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Çimlenme sayıları, kök ve gövde uzunlukları

On adet buğday tohumlarının, sırası ile 1, 2, 4, 8 ve 10 g/L konsantrasyonlarında biyoplastik süspansiyonu içeren petri kaplarında, 1 hafta boyunca karanlık ortamda 25°C'de inkübe edilmesinin ardından, çimlenen buğday tohumları gözlenmiş ve çimlenen tohumlar sayılarak ortalamaları alınmıştır. Çimlenen tohumların fotoğrafları Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Çimlenen buğday tohumları

Tablo 1'de ise 7. günde 10 adet buğday tohumunun biyoplastik süspansiyonu konsantrasyonuna bağlı ortalama çimlenme sayısı verilmektedir.

Tablo 1. 7. Günde 10 adet buğday tohumunun biyoplastik süspansiyonuna bağlı ortalama çimlenme sayısı

Biyoplastik Uygulaması (g/L)	Ortalama Çimlenen Tohum Sayısı
0 (KONTROL)	6
1	8
2	7
4	9
8	7
10	7

Farklı biyoplastik süspansiyonu içeriğine göre, çimlenmiş tohumların ortalama kök, gövde uzunlukları ve ortalama kök sayıları ise Tablo 2’de gösterilmektedir.

**Tablo 2.** Biyoplastik süspansiyonunun buğday bitkisinin kök, gövde boy uzunlukları ve kök sayısına etkisi

Biyoplastik Uygulaması (g/L)	Ortalama Kök Uzunluğu (cm)	Ortalama Gövde Uzunluğu (cm)	Ortalama Kök Sayısı
0 (Kontrol)	10,54	10,6	4
1	11,56	9,2	3
2	8,04	6,64	3
4	7,32	6,1	4
8	6,68	7,46	4
10	6,12	7,14	4

### 3.2. SOD (Süperoksitdizmutaz), lipid peroksidasyonu ve glutatyon analizi sonuçları

Bir hafta süre ile yetiştirilen buğdayın büyüme gösterdiği gözlenmiştir. 1 hafta sonunda büyüyen buğday bitkilerinin fotoğrafı Şekil 3’de gösterilmektedir.



**Şekil 3.** 1 hafta sonunda büyüyen buğday bitkileri

Yedinci gününde sonunda gerçekleştirilen SOD, MDA ve glutatyon analizi sonuçları Tablo 3’de verilmektedir.

**Tablo 3.** Biyoplastik konsantrasyonuna bağlı SOD aktivasyonu, MDA ve glutatyon analizi sonuçları

Biyoplastik Uygulaması (g/L)	SOD aktivasyonu (%)	MDA Derişimi (mg/L)	Glutatyon (mg/L)
0 (Kontrol)	80	$0,545 \times 10^{-5}$	140,93
1	75	$0,79 \times 10^{-5}$	161,86
2	65	$1,63 \times 10^{-5}$	146,91
4	70	$0,11 \times 10^{-5}$	133,75
8	70	$1,03 \times 10^{-5}$	118,05
10	60	$1,25 \times 10^{-5}$	43,73

### 3.3. Klorofil içeriği analizi sonuçları

Belirli konsantrasyonlarda biyoplastik süspansiyonu içeren bitkilerin toprağa ekilmesinden 1 hafta sonra klorofil içeriği analizleri, en yaşlı ve bitkinin en dışındaki yapraklarda gerçekleştirilmiştir. Biyoplastik süspansiyonu içeriğine bağlı ortalama klorofil içeriği sonuçları Tablo 3’de gösterilmektedir.

**Tablo 3.** Biyoplastik süspansiyonu içeriğine bağlı ortalama klorofil içeriği analizi sonuçları

Biyoplastik Uygulaması (g/L)	Ortalama klorofil içeriği
0 (KONTROL)	25,23
1	17,26
2	21,8
4	29,8
8	22,3
10	28,2

#### 4. Tartışma

Tohum çimlenme ve kök uzaması testi, hızlı sonuç veren, birçok avantajı bulunan (duyarlı, uygulanabilir, düşük maliyetli, stabil olmayan bir kimyasal ve örnekler için uygun olması gibi) ve yaygın olarak kullanılan bir akut fitotoksiste testidir. Belirli konsantrasyonlarda biyoplastik süspansiyonu içeren buğday tohumlarının 7 günde çimlenme gösterdiği gözlenmiştir. 10 adet buğday tohumu ile yapılan ortalama çimlenen tohum sayımı analizi sonuçlarına göre biyoplastik süspansiyonlarının çimlenme sayısını arttırdığı, dolayısı ile buğday bitkisinin çimlenmesinde pozitif etki gösterdiği, herhangi bir toksiste belirtisine rastlanmadığı belirlenmiştir.

Ayrıca çimlenen tohumların kök-gövde boy uzunlukları ve kök sayısı analizi sonuçlarına göre kök ve gövde uzunluklarında bir azalış olduğu belirlenmiştir. Buğday tohumu çimlenmesinde gözlenen olumlu etkiye rağmen kök gövde uzunluklarında olumsuz etkiler gözlenmiştir. Bitkilerin tohum çimlenmesinde önemli bir faktör olan tohum kabuğu, seçici-geçirgen bir yapıya sahiptir. Bu nedenle kirleticilerin etki göstermeleri tohum içerisine girmeleri ile gerçekleşebilmektedir. Diğer taraftan, kirleticiler tohum kabuğundan içeri giremedikleri durumlarda çimlenmenin ardından gelen büyüme evrelerinde, kök ve gövdede boy artışına veya inhibisyonuna sebep olabilmektedirler. Bu çalışmada kullanılan biyoplastikler organik yapıdadır. Dolayısı ile tohumun biyoplastikleri bünyesine alarak çimlenmeyi arttırdığı fakat çimlenme evresinin ardından gelen süreçlerde inhibisyona sebep olduğu düşünülmektedir.

Çimlenen tohumların belirli konsantrasyonlarda biyoplastik süspansiyonu içeren (0,1, 2, 4, 8 ve 10 g/L) torfa ekiminin ardından buğday bitkisinin büyüdüğü gözlenmiştir. Klorofil içeriklerinin kontrole kıyasla azaldığı Tablo 3’te görülmektedir.

SOD aktivitesi, nitro blue tetrazolyum kloridin (NBT) indirgenme oranının % 50’sinin engellenebilmesi için gereken enzim miktarıdır. Dolayısı ile kontrol grubunda en yüksek değerin çıkması beklenmektedir. Elde edilen veriler de bu beklentiye doğrulamaktadır. Ancak diğer konsantrasyonlara bakıldığında kontrole kıyasla çok büyük farklılıkların olmadığı görülmektedir. Bitkide strese kaynaklı savunma mekanizmasında rol alan en önemli

antioksidatif enzimlerden bir tanesi süperoksit dismutaz (SOD) enzimi, antioksidanlardan bir tanesi de –Sh grupları (glutasyon)'dır. Deneyler sonucunda elde edilen SOD ve Glutasyon verilerine bakıldığında kullanılan biyoplastiklerin bitki büyümesi sürecinde bir stres kaynağı oluşturmadığı görülmüştür.

Stres durumunda oluşan hasar belirtisi olan lipid peroksidasyonu sonuçlarında konsantrasyon arttıkça MDA konsantrasyonunun da arttığı görülmektedir. Ancak bu artış çok küçük olduğundan bitkinin strese girmediği söylenebilir.

## Sonuç

Şuanda büyük bir çeşitlilikte ve miktarda birçok biyoplastik malzeme kullanılmaktadır ve çevre dostu olarak atfedilen biyoplastiklerin toksisite, kompostlanabilme, biyolojik parçalanabilme gibi testleri ile ilgili standartları bulunmamaktadır. Biyoplastikler ile ilgili standartlar ya da yönetmelikler gibi yasal düzenlemelerin eksikliği, üreticinin tüketicide algıda yanlışlığa neden olması olası bir sonuçtur. Bu da çevre dostu olarak kompostlanabilir ya da biyolojik parçalanabilir olarak atfedilen bir malzemenin çevreye zarar vermesine sebep olabilir. Bu nedenle biyoplastiklerin her çeşidi belirli bir standartta üretilmeli ve üretiminden tüketimine kadar olan yaşam döngüsü dikkatle değerlendirilmelidir.

## Kaynaklar

- [1]El-Kadi S. Bioplastic production from inexpensive sources bacterial biosynthesis, cultivation system, production and biodegradability. USA:VDM Publishing House; 2010.
- [2] Kıralp S, Çamurlu P, Özkoç G Erdoğan S, Doğan M, Baydemir T. Modern Çağın Malzemesi Plastikler. Ankara:ODTU yayıncılık; 2006.
- [3]Halden RU. Plastics and health risks. *Annu Rev. Public Health* 2010;31:179-94.
- [4] Sarasa J, Gracia JM, Javierre C. Study of the biodegradation of a bioplastic material waste. *Bioresource Technology* 2008;100:3764-3768.
- [5] Gonzalez-Gutierrez J, Partal P, Garcia-Morales M, Gallegos C. Development of highly-transparent protein/starch-based bioplastics. *BioresourceTechnology* 2010;101:2007-2013.
- [6] Karana E. Characterization of natural and high-quality materials to improve perception of bioplastics. *Journal of Cleaner Production* 2012;37:316-325.
- [7] Averous L. Biodegradable multiphase systems based on plasticized starch: a review. *J. Macromol. Sci. C Polym. Rev.* 2004;44:231–274.
- [8] Siracusa V, Rocculi P, Romani S, Dalla Rosa M. Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Trends Food Science Technology* 2008;19:634–643.
- [9] Luengo JM, Garcia B, Sandoval A, Naharro G, Olivera ER. Bioplastics from microorganisms. *Current Opinion in Microbiology* 2003;6:251–260.
- [10] Alvarez-Chavez CR, Edwards S, Moure-Eraso RI, Geiser K. Sustainability of bio-based plastics: general comparative analysis and recommendations for improvement. *Journal of Cleaner Production* 2011;23(1):46-47.
- [11] Gomez EF, Michel Jr FC. Biodegradability of conventional and bio-based plastics and natural fiber composites during composting, anaerobic digestion and long-term soil incubation. *Polymer Degradation and Stability* 2013; 98(12):2583-2591.

- [12] Lagaron JM, Lopez-Rubio A. Nanotechnology for bioplastics: opportunities, challenges and strategies. Trends in Food Science & Technology 2011;22(11):611-617.
- [13] <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-99.pdf> 08.09.2014.
- [14] <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=13656> 08.09.2014
- [15] Cakmak I, Marschner H. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. Plant Physiol. 1992;98:1222-1226.
- [16] Lutts S, Kinet JM, Bouharmont J. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Annals of Botany 1996;78:389-398.