



Plastik Kirliliğine Karşı Yeni ve Ön Bir Uyum Çalışması: Plastik Atık ve Toprak Karışımında Biber Bitkisinin Yetiştirilmesi

Hasan Eryılmaz¹, Kazım Onur Demirarslan^{1*}

¹ Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Artvin Çoruh Üniversitesi

E-Posta: h.eryilmaz@artvin.edu.tr, onurdemirarslan@artvin.edu.tr

Gönderim 02.12.2021; Kabul 24.02.2022

Özet: Plastikler, çok yararlı malzemeler olmalarına rağmen, yanlış kullanımdan dolayı, bir türlü engellenemeyen çöpler olarak her yerde birikmekte ve canlılara zarar vermektedir. Günümüzde 370 milyon ton olan yıllık dünya plastik tüketiminin, 2050'de 1 milyar tonu geçmesi beklenmektedir. 1 milyar tonun yaklaşık %40 kadarı olan 400 milyon ton plastik atık, tüm geri dönüşüm çalışmalarına rağmen, toprakları ve denizleri doldurmaya devam edecektir. Bir türlü engellenemeyen bu plastik kirliliğine karşı, kesinlikle uyum çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, plastik atıkların, içine karıştırıldıkları killi gözeneksiz toprakların tekstürünü gevşetip havalandırarak; bitki üretiminde perlit, ağaç kabuğu, vermikülit, kaya yünü, kum gibi kullanılıp/kullanılmayacağı araştırılmıştır. Araştırmada, örnek olarak seçilen Polietilen Tereftalat(PET) ile Üre Formaldehit Reçine(UFR) atıkları, kırmızı acı biber üretiminde olumlu sonuç verirken, Polivinil Klorür(PVC) atıkların olumsuz sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: PET-UFR-PVC atıklar, plastik, toprak-plastik atık karışımı.

A New and Preliminary Adaptation Study Against Plastic Pollution: Growing Pepper Plant in Plastic Waste and Soil Mixture

Received 02.12.2021; Accepted 24.02.2022

Abstract: Although plastics are very useful materials, due to misuse, they accumulate as unavoidable garbage everywhere and harm the living creatures. The annual world plastic consumption, which is 370 million tons today, is expected to exceed 1 billion tons in 2050. About 40% of this 1 billion tones plastic materials will fill the lands and seas, as 400 million tons plastic wastes, despite all the recycling efforts and continue to harm the living creatures there. Therefore, some adaptation-harmonization studies should definitely be carried out against this unavoidable plastic pollution. In this study, it has been investigated whether the plastic wastes can be used as perlite, bark, vermiculite, rock wool, and sand in plant production, by loosening and aerating the texture of the clayey non-porous soils when plastic wastes are mixed into. Polyethylene Terephthalate(PET) and Urea Formaldehyde Resin(UFR) wastes selected as indicative examples in the study, gave positive results in red hot pepper production, while Polyvinyl Chloride (PVC) wastes gave negative results.

Key Words: PET-UFR-PVC wastes, plastics, soil-plastic waste mix.

GİRİŞ

Kökeni Yunanca'da döküm yapmak için uygun anlamına gelen "plastikos" ile dökülmüş anlamın gelen "plastos" olan plastik malzemelere bu isim, üretim esnasında kolayca şekil verilebildiği için verilmiştir [1]. Plastik, sentetik veya yarı sentetik malzemelerden yapılmış çok çeşitli malzemeleri kapsayan genel bir terimdir [2]. Plastikler ilk bulunduğu 1862 yılından beri yaşamın her alanına girmiş ve vazgeçilmez malzemesi haline gelmiştir [3, 4]. İlk endüstriyel ölçekli plastik üretimi ise 1940 yılında başlamıştır [5]. Plastik malzemeler çok yönlü kullanıma sahip, uzun ömürlü, maliyet performansı yüksek, yalıtkan, şekil verilebilir, güvenli ve hafiftirler. Bu nedenle birçok sektördeki üreticiler plastikten üretilmiş malzemelere yönelmişlerdir [6]. 1950 yılında 1,5 milyon ton olan dünya plastik üretiminin 2018 yılında 358 milyon tona çıktığı tahmin edilmektedir [7]. İlk plastik şişelerin 1968'de Fransa'da kullanılmaya başlanmasından beri dünyadaki plastik üretimi 1980'de 60 milyon ton, 2000 yılında ise 187 milyon ton, 2010'da ise 265 milyon tona ulaşmıştır [8]. Plastik malzeme kullanımının bu kadar yaygınlaşmasının nedenleri arasında paslanma ve çürüme gibi bozunmalara uğramaması, her alanda kullanılabilmesi ve birim fiyatının düşük olması sayılabilmektedir. Tüm bunların yanında insanların tüketim alışkanlıklarının değişmesiyle birlikte tek kullanımlık plastiklere yönelmesi de söylenebilir. Ayrıca dünya geneline yaşanan pandemi gibi afetler tek kullanımlık plastiklerin tüketimini

*İlgili E-posta/ Corresponding E-mail: onurdemirarslan@artvin.edu.tr, Orcid: 0000-0002-1023-7584

de hızlandırmıştır. Örneğin Türkiye’de COVID-19 döneminde plastik poşet üretimi %25 oranında arttığı, 2019 yılı Mart-Mayıs dönemi ile 2020 yılı Mart-Mayıs dönemi kıyaslandığında plastik poşetlerin kullanımının da %40-50 arttığı çeşitli araştırmalarda ele alınmıştır [9, 10]. Bunun dışında sadece tek kullanımlık olan ve 4 gramlık polipropilen dokumasız kumaştan imal edilen cerrahi maskelerin Türkiye’de yaklaşık 120 bin ton ekstra plastik atığa sebep olduğu tahmin edilmektedir [11].

Plastiklerin çevre üzerindeki etkileri günümüzde tüm boyutları ile bilinmese de bu maddelerin çevre ve canlılara olan zararların araştırılmasının tarihi 1980’lere kadar gitmektedir [12]. Dünya üzerindeki okyanuslarda ve plajlarda bulunan atıkların %75’ini plastikler oluşturmaktadır [13]. Kullanılmış ve doğaya bırakılmış plastik malzemeler rüzgâr ve akıntılarla uzak mesafelere taşınmaktadır. Tüm bu atıkların yanında mikroplastikler de deniz canlılarının metabolizmalarında birikmektedir [14]. Geleneksel plastik üretiminde petrol ve türevleri kullanıldığından bu süreç oldukça enerji gerektirmektedir. Sonuçta küresel olarak yaklaşık 400 milyon ton seragazi emisyonundan sorumlu olduğu kaynaklarda belirtilmektedir [15]. Plastik malzemeler genellikle kimyasal olarak dirençlidir ve yavaş bozunmaktadırlar, bu nedenle çevrede milyarlarca ton plastik birikmektedir. Doğrudan veya dolaylı olarak canlı metabolizmasına geçen plastikler çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Metabolizmaya giren plastikler hem hayvanlarda hem de insanlarda hormonları işlevsiz hale getiren endokrin bozucular olarak hareket etmektedir [16]. Bazı mikroplastikler kanserojen ve mutajen etkiler gösterebilmektedir ve biyolojik olarak birikim göstermektedir. Bu birikim insan sağlığı üzerinde tehlikelidir, çünkü insanlar gıda yoluyla yılda yaklaşık 39000 ila 52000 adet mikroplastik parçacığı yutmaktadır [17]. Birçok toprak özelliği ise plastik atıkların artmasından etkilenmektedir. Plastik atıklar topraktaki mikrobiyal aktiviteye karışmakta ve besin döngüsüne girmektedir. Topraktaki mikro/nano plastiklerin etkileri ise parçacıkların şekline, boyutuna ve ayrıca toprak tipine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir [18].

Plastiklerin olumsuz etkilerinin yanında, bazı tarımsal uygulamalarda olumlu olarak kullanıldığı da görülüyor. Özellikle polistiren köpük(styromul), çok gözenekli yapısı ve yüksek su tutma kapasitesi ile nötr bir plastik olarak toprağı iyileştirmek için kullanılmaktadır [19]. Ayrıca ağaç kabuğu, saman, kokopeat gibi bitkisel materyallerin kompostlaştırılarak kullanılması yerine kömürleştirilerek (Biyokömür, mangal kömürü = bioçar), tarımda organik karbon kaynağı olarak kullanılmasına da başlanmış ve Çin’de mısır bitkisinin verimini attırdığı belirtilmiştir [20].

Yapılan bu çalışmada da plastik atıkların, killi ve gözeneksiz topraklar için tekstürü gevşeten ve havalandıran perlit, ağaç kabuğu, vermikülit, kaya yünü, kum gibi maddelerin yerine kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çevrede kolay bulunan Polietilen Tereftalat (PET), Üre Formaldehit Reçine (UFR) ile Polivinil Klorür (PVC) atıkları kullanılarak, yine yörede kolay ve bol bulunan acı kırmızıbiber tohumları kullanılarak bitki üretimi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu atıklar ile toprak havalandırması sağlanmış ve değişen katkı oranları ile bitkilerin büyüme oranları gözlemlenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Yapılan bu çalışmada bitki olarak, Artvin-Seyitler köyü çiftçilerince yetiştirilen acı kırmızıbiber kullanılmıştır. Yerel üreticilerden alınmış temiz, sağlıklı bir biberin tohumları çıkarılmış ve tüm denemelerde, bu biberin birbirine yakın büyüklükte olan tohumları seçilerek ekilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan acı kırmızıbiber ve tohumları

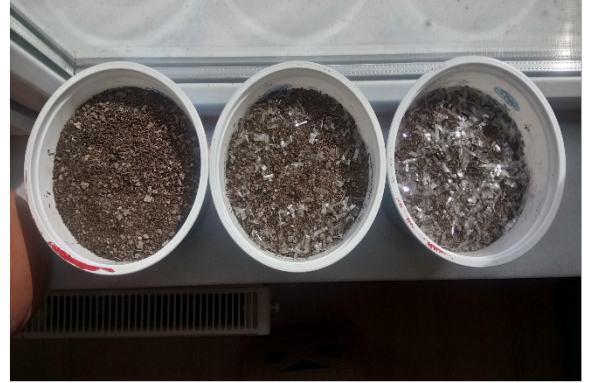
Çalışmada atık plastik olarak PET, UFR ile PVC atıkları kullanılmıştır. PET atığının seçilmesinin nedeni çevrede atık olarak çok sık rastlanmasıdır. UFR atıkları ise halihazırda mevcut olduğundan bu çalışmada kullanılmıştır. PVC atıkları ise yakın çevrede bulunan işletmelerden temin edilmiştir. 500

ml'lik atık su şişelerinden elde edilen PET'ler temizlenmiş ve üstündeki etiketleri çıkarılmış, topraktaki perlit, ağaç kabuğu, kum gibi maddelerin büyüklüğüne uyacak şekilde 2~3 mm genişliğinde ve 1~2 cm uzunluğunda şeritler halinde kesilerek parçalara ayrılmıştır. UFR atıkları ise daha önce yapılan farklı çalışmalar için orman ürünleri imalat işletmesinden istenmiştir. Hali hazırda mevcut olan UFR atıkları büyük parçalar halinde olduğundan havanda dövülerek fotoğrafta görüleceği gibi ince kum tanesi boyutlarında küçültülmüşlerdir. PVC atıkları ise çalışma alanının yakınında kurulu bir PVC pencere-kapı imalatçısının, kaba değil ince talaşlar kısmından, PET parçalara uygun gelecek şekilde seçilerek alınmış olup, ayrıca boyutlandırılmadan olduğu gibi kullanılmışlardır (Şekil 2).

PET, UFR ve PVC denemeleri zorunlu olarak farklı farklı zamanlarda yapılmıştır. Ne sonuç vereceği başlangıçta belli olmadığı için önce PET atığıyla denenmiş; iyi sonuç alınca azotlu gübre etkisi olabileceği düşünülen UFR atığıyla çalışılmış; bu daha iyi sonuç verince, bir defa da yapısı gereği olumsuz sonuç vereceği düşünülen PVC atığıyla denenmiştir. Bu nedenle de denemelerde mevsime bağlı olarak hava durumu ve köy arazisinden alınan toprak türleri de farklı farklı olmuştur. Bu çalışmanın amacı, tüm plastik atıklarının toprağa olan etkisini negatiften pozitif derecelendirerek sıralamak olmadığı, ancak «ön bir çalışma» olarak tek tek özelliklerini olumlu veya olumsuz olarak anlamak olduğu için; ayrı hava ve toprak olması çok sakıncalı görülmedi. Tüm plastiklerin etkisini negatiften pozitif sıralamak için yapılacak yeni bir çalışmada, toprak ve hava kesinlikle aynı olmalı, denemeler aynı zamanda başlatılmalı ve gelişimi takip etmek için çekilecek fotoğraflar da aynı zamanlarda alınmalıdır. Bu yaklaşımla, bu tekil denemelerde, PET'li topraklar, UFR'li topraklar ve PVC'li topraklar birbirlerinden farklı olsa da, üç "PET-Toprak Karışımı" kendi içinde aynı toprak, üç "UFR-Toprak Karışımı" kendi içinde aynı toprak ve üç "PVC-Toprak Karışımı" da kendi içinde aynı toprak olarak kullanılmış ve «ön bir çalışma» olarak tekil örneklerde ayrı ayrı toprak kullanılması bir eksiklik olsa da çok sakıncalı görülmemiştir.



(a) PET Kesik Parçaları



(b) PET-Toprak Karışımları



(c) UFR-Toprak Karışımları



(d) PVC-Toprak Karışımları

Şekil 2. Çalışmada kullanılan deney düzenekleri

PET atık deneyinde ilk saksıya katkısız toprak (şahit), ikinci saksıya içinde hacimce % 25 PET parçacıkları karıştırılmış toprak, üçüncü saksıya da içinde hacimce % 50 PET parçacıkları karıştırılmış

toprak konulmuştur. Çalışmada olabildiğince fazla atık bulunan toprakta üretim yapılması istenildiğinden ve üretime uygun olacağı düşünüldüğünden öncelikle %25'lik karışım denenmiştir. %50'lik oranda ise toprakta azalma olduğu görülünce daha yüksek atık konsantrasyonlarının kullanılmasından vazgeçilmiştir. Her saksının içine, bir karenin dört köşesine ve bir de ortasına denk gelecek şekilde, yaklaşık 1 cm derinlikte, beşer adet tohum ekimi yapılmıştır. Üç saksının her birine eşit miktarda klorsuz köy suyu verilerek çimlenmeye bırakılmıştır. Sulamalara, bütün saksılara daima aynı zamanda ve aynı miktar su verilerek devam edilmiş ve çimlenmesiye kadar saksılar, gölgede oda sıcaklığında tutulmuşlardır.

PVC-toprak karışımları da yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanıp, çimlenmeye bırakılmışlardır.

UFR-toprak karışımları hazırlanırken birinci saksıya katkısız toprak, ikinci saksıya içinde ağırlıkça % 0,4 UFR parçacıkları bulunan toprak ve üçüncü saksıya da içinde ağırlıkça % 0,8 UFR parçacıkları bulunan toprak doldurularak ekim yapılmıştır. UFR atıkları aynı bir üre gübresi gibi düşünülmüştür. Uygulamada gübreler genelde %0.5-1.0 arası değerlerde verildiğinden, UFR atıkları ağırlıkça %1'den az kullanılmıştır.

Bütün saksılarda ekilen 5 tohumdan 5'i de fide verdiği halde, sadece % 25 PVC-toprak karışımı saksısında dört fide çıkmış, kenarda dikili beşinci bir biber fidesi çıkmamıştır. Üç PVC saksısının eşit olması için, diğer iki PVC saksısındaki kenar fidelerinden biri kesilerek dörde indirilmiştir. PET ve UFR saksılarında ise ortadaki fideler kesilerek fide sayısı beşten dörde indirilmiştir. Sonuçta kullanılan toplam (3 x 3 x 5 = 45) tane biber tohumundan sadece bir tanesi fide vermemiştir. Bütün saksılardaki beşinci fideler kesildikten sonra kalan toplam olarak (3 x 3 x 4 = 36) tane acı biber fidesi ile çalışma tamamlanmıştır. Üç deneme birbirini takip ederek yapıldığı için, PET denemesi 2019 Haziranda, UFR denemesi 2019 Kasımında ve PVC denemesi 2020 Şubat başında başlamış, aldıkları hava sıcaklıkları ve güneş ışığı miktarlarında kendiliğinden farklılıklar meydana gelmiştir. Fidler bahçede değil, kapalı bir mekânda (5-35) °C arasında değişen sıcaklıklarda yetiştirilerek, ısı-ışık farklılıkları azaltılmaya çalışılmıştır.

BULGULAR

Atık plastiklerin bitki yetişmesinde etkisinin araştırıldığı bu çalışmada PET, UFR ve PVC ile yapılan deneylerin sonuçları aşağıda verilmiştir.

PET katkılı deneme

Tohumlar ekildikten sonra, her gün sulama yapılmış, gelişmeler gözlenmiştir. Bitki gelişimi yavaş olduğu için, her gün fotoğraf çekmek yerine, önemli gelişmeler meydana geldikçe fotoğrafları çekilmiş ve aralarından seçilenler Şekil 3'de verilmiştir. Sonuçlar ise Tablo 1'de kısa yorumlar halinde özet olarak verilmiştir. Tabloda verilmeyen boyutlar, fotoğraflardan yaklaşık olarak görülebilir.

Tablo 1. PET katkılı topraklarla yapılan deneme sonuçları

Süre (gün)	Saksılardaki Fide Görünümleri			Yorumlar
	Katkısız	%25 PET	%50 PET	
10	İkişer yapraklı 5 fide	İkişer yapraklı 5 fide	İkişer yapraklı 5 fide	Her saksıda orta fide kesilerek, fide sayısı 5'ten 4'e indirildi
21	Dörder yapraklı	Dörder yapraklı	Dörder yapraklı	Boylar yaklaşık olarak eşit
25	Altışar yapraklı	Altışar yapraklı	Altışar yapraklı	Boylar yaklaşık olarak eşit
37	Sekizer yapraklı, Ortalama fide boyu 11,7 cm	Sekizer yapraklı, Ortalama fide boyu 12,8 cm	Sekizer yapraklı, Ortalama fide boyu 9,9 cm	Fide boylarının, saksılar arasında farklılaşmaya başladıkları gözlemlendi
62	Çok yapraklı, en uzun fide 35 cm	Çok yapraklı, en uzun fide 42 cm	Çok yapraklı, En uzun fide 30 cm	En iyi bitki gelişimi %25 PET karışık toprakta gözlemlendi
93	Çiçek-tomurcuk yok	4 fidanda 4 tane çiçek	Sadece 1 tane tomurcuk	En çok çiçeklenme %25 PET karışık toprakta gözlemlendi

125	8 çiçek ve 4 tomurcuk, bitki boyu 45 cm	1 büyük 4küçük biber, bitki boyu 54 cm	11 çiçek ve 7 tomurcuk, bitki boyu 44 cm	Çıkan biber meyveleri sadece, %25 PET 'li toprağın saksısında gözlemlendi
200	2 küçük biber (4-5 mm)	5 büyük biber (8-9 cm)	5 küçük biber (5-6 cm)	En iyi ürün verimi %25 PET karışık toprakta gözlemlendi

200. gün soğuk kış günlerine geldiğinden dolayı büyüme artık durmuş, saksılar kapalı mekânda buldukları halde, yapraklar ve çiçeklerin döküldüğü gözlemlenmiştir. Fakat sonuç olarak biber veriminin, en iyi % 25 PET karışımında, sonra % 50 PET karışımında, en kötü de yeterince havalanamamış katkısız toprakta olduğu görülmüştür.



10. Gün



37. Gün



62. Gün



93. Gün



125. Gün



200. Gün

Şekil 3. PET katkılı topraklarla yapılan deneme sonuçlarının fotoğrafları

UFR katkılı denemeler

UFR katkılı denemeler de PET katkılı denemelere benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar ise Tablo 2'de özetlenmiş olup deney fotoğrafları Şekil 4'de verilmektedir.

PET denemelerinde ortalama 50 cm civarında olan fidan boyları bu deneyde; UFR katkısının olumlu gübre etkisine rağmen, 25 cm civarında kaldıkları saptanmıştır. UFR bir gübre olarak da düşünüldüğü için, PET ve PVC denemelerinde olduğu gibi hacimce %25 ve %50 gibi yüksek miktarlarda kullanılamamış, tarım uygulamalarına uygun olarak, ağırlıkça %1 altında toprağa karıştırılmıştır. Hem çok az miktardaki kullanıldıkları hem de PET ve PVC gibi hacimli değil tersine kum gibi gözeneksiz

sıkı parçacıklar olmaları nedeniyle, UFR atığı, killi sıkı toprağı yeteri kadar gevşetip havalandıramamış, kökler gelişemeyince fidan boyları da kısa kalmıştır. Buna rağmen, en çok sayıda biber meyvesini de UFR atığının verdiği görülmektedir. Uygun gevşek havalı bir toprakta, hem fidan boylarının hem biber veriminin daha da iyi olacağı söylenebilir.

Tablo 2. UFR katkılı topraklarla yapılan deneme sonuçları

Süre (gün)	Saksılardaki Fide Görünümleri			Yorumlar
	Katkısız	%0,4 UFR	%0,8 UFR	
16	İkişer yapraklı 5 fide	İkişer yapraklı 5 fide	İkişer yapraklı 5 fide	Toplam 15 fidenin boyları, yaklaşık olarak eşit
31	Altışar yapraklı 5 fide	Altışar yapraklı 5 fide	Altışar yapraklı 5 fide	Her saksıda orta fide kesilerek, fide sayısı 5'ten 4'e indirildi
51	Sekizer yapraklı, Ortalama fide boyu 8,0 cm	Sekizer yapraklı, Ortalama fide boyu 8,4 cm	Sekizer yapraklı, Ortalama fide boyu 8,8 cm	Fide boyları, saksılar arasında farklılaşmaya başladıkları gözlemlendi
92	12'şer yapraklı, Ortalama fide boyu 11,3 cm	12'şer yapraklı, Ortalama fide boyu 12,4 cm	12'şer yapraklı, Ortalama fide boyu 12,8 cm	En iyi fide gelişimi % 0,8 UFR 'li toprakta gözlemlendi
132	3 çiçek	5 çiçek	1 tane biber, 4 tomurcuk	4 tomurcuk sonra çiçek oldular
249	4 biber, bitki boyu 152 mm	5 biber, bitki boyu 177 mm	6 biber, bitki boyu 183 mm	En iyi ürün verimi % 0,8 UFR 'li toprakta gözlemlendi
368	6 biber	7 biber	8 biber	Küçük-büyük toplam 21 biber
385	Ortalama bitki boyu 22,3 cm	Ortalama bitki boyu 24,9 cm	Ortalama bitki boyu 27,2 cm	Çok küçük 4 biber hariç, toplam 17 biber toplandığı gözlemlendi



Şekil 4. URF katkılı topraklarla yapılan deneme sonuçlarının

PVC katkılı denemeler

PVC katkılı denemeler de diğer denemelere göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ise Tablo 3’de deney fotoğrafları ise Şekil 5’de verilmektedir.

Tablo 3. PVC katkılı topraklarla yapılan deneme sonuçları

Süre (gün)	Saksılardaki Fide Görünümleri			Yorumlar
	Katkısız	%25 PVC	%50 PVC	
30	İkişer yapraklı 5 fide	İkişer yapraklı 4 fide	İkişer yapraklı 5 fide	%25 PVC saksısındaki 5. fide hiç çıkmadı
60	6-8 yapraklı 5 fide, boy 80 mm	6-8 yapraklı 4 fide, boy 110 mm	6-8 yapraklı 5 fide, boy 75 mm	5 Fideli diğer 2 saksıda 1 kenar fide kesilerek fide 5’ten 4’e indirildi
149	Tomurcuk yok, Ortalama fide boyu 14,4 cm	Tomurcuk yok, Ortalama fide boyu 15,6 cm	Tomurcuk yok, Ortalama fide boyu 13,0 cm	Bitki boyları, saksılar arasında farklılaşmaya başladığı gözlemlendi
212	2 tomurcuk	3 tomurcuk	Tomurcuk yok	En iyi bitki gelişimi katkısızda gözlemlendi, diğerlerini geçti
244	1 biber, 5 cm	1 biber, 2 cm	Tomurcuk yok	Toplam 2 biber
267	6 cm 1 biber, bitki boyu 168 mm	3 cm 1 biber, bitki boyu 160 mm	Biber yok, 1 düşen çiçek, bitki 155 mm	En iyi bitki ve biber gelişimi katkısızda gözlemlendi

267.Gün sonrası hava sıcaklıkları düştüğünden dolayı bitkilerde gelişme gözlenmemiştir. Ancak yaprakların kuruduğu ve %50 PVC'li topraktaki tek çiçeğin de kuruyup düştüğü belirlenmiştir. Yapraklar döküldükten sonraki ortalama boyları sırayla 16,8 cm – 16,0 cm – 15,5 cm olarak kalmışlardır. Ortalama fidan boyları PET denemelerinde ortalama 50 cm, UFR denemelerinde 25 cm iken bu deneyde 16 cm kadar olmuştur. PVC talaşları toprağı, PET denemelerinde olduğundan daha fazla havalandırdıkları halde, fidan boylarının ve biber veriminin düşük olmasının nedeni olarak PVC talaşlarının toprağı, her ne kadar ölçülmemiş olsa da, bozularak zararlı hidroklorik asit verdiği [21] şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 5. PVC katkılı topraklarla yapılan deneme sonuçlarının fotoğrafları

SONUÇ (TARTIŞMA ve ÖNERİLER)

Giderek artan evsel ve endüstriyel atıklar ile, bir alt grup olan plastik atıklar günümüzde, bütün dünyanın bir problemi haline gelmiştir. Bu probleme karşı, üretimi azaltma, karalarda ve denizlerde toplama çalışmalarının yanında, plastik ile birlikte yaşamının yollarını bulacak uyum çalışmaları da yapılmalıdır. Uyum çalışmalarının biri; özellikle toprağı zararlı olanların ayıklanmasından sonra, türü, parçacık çapı ve miktarı daha ayrıntılı çalışmalarla belirlenecek plastik atıkların, toprağı karıştırılarak zirai üretim yapılması olabilir. Ancak tarımsal üretimde kullanılması planlanıyorsa toprakta oluşturabileceği kirliliğin yanı sıra bitkide ve bunu kullanan insan veya hayvanlarda oluşturabileceği etkilerinin de araştırılarak bir bütün içinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Halen kullanılmakta olan odun kömürü ve polistiren köpüğü gibi, diğer plastik atıklar da hem toprağı gevşetip havalandıracaklar, hem de toprakta karbon kaynağı olarak zirai üretimin veriminin artmasını da sağlayacaklardır.

Topraktaki plastik atıkların kara hayvanları tarafından yenmesi söz konusu olmadığı ya da çok az olduğu için, çevre kirliliğı açısından asıl olan bunları toplamak, geri kazanmak veya enerji kaynağı olarak kullanmaktır. Ancak her hangi bir nedenle bu yollarla değerlendirilemeyen PET, PE, PP, PC, PS gibi inert plastikler ve PA, PAN, melamin, UFR gibi toprakta azot kaynağı olabilecek plastik ve polimerler, daha küçük boyutlara parçalanarak, tarım toprağına karıştırılabilirler. Böylece hem karbon ve azot kaynağı olacak hem de toprağın havalandırılmasına katkıda bulunacaklardır.

Plastik kirliliğıne uyum amacıyla yapılan bu ön çalışmada, en kolay ve bol bulunduğu için toprağı karşı inert bir plastik olan PET atıkları ile yapılan ilk deneme; toprağı herhangi bir gübre etkisi olmadığı halde, sırf toprağı gevşetip havalandırdığı için inert plastik atıkların tarımsal üretimde kullanılabilmesini gösteriyor. Ancak atık parçalarının çapları ve katkı yüzdeleri için, daha detaylı bir çalışma yapmak gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan çaplarda % 25 katkı, %50 katkıdan daha iyi

sonuç verdiği için, en iyi aralığı tespit edebilmek için, % 20 ve % 30 arası PET katkılı topraklar ile de denemelerin yapılması gerektiği anlaşılmıştır.

Yapılan deneylerde, UFR atığının gübre etkisi dikkate alınarak, %1'den az miktarlarda kullanıldığından dolayı, toprağı havalandırmaya katkısı olmayan UFR atıklarının; PET deneyindeki fidanlardan yarı yarıya daha küçük fidanlar verdiği gözlemlenmiştir. Ancak UFR bozunması serbest amonyak verdiği ve azotlu gübre etkisi gösterdiğinden dolayı da, daha yüksek verimle biber elde edilmiştir [22]. PET 'de toplam 10 adet biber alınırken UFR 'de toplam olarak 17 adet biber alınmıştır. PET atığı ile gevşetilmiş, UFR atığı ile gübrelenmiş toprakta, çok iyi sonuçlar(daha iri daha çok) alınacağı düşünülmektedir.

PVC ile yapılan deneylerde ise toplam 12 fidandan sadece 2 biber alınabilmiştir. Katkısız topraklı saksıdaki dört fidandan alınan 6 cm uzunluğundaki tek bibere rağmen, havalandığı halde % 25 PVC katkılı saksıda tek 3 cm biber olması PVC 'nin zehirli etkisini ortaya koymaktadır. % 50 PVC katkılı saksıda ise hiç biber olmayışı, havalandırma daha çok olsa da, zehir etkisinin baskın hale geldiğini göstermektedir.

Asıl olan plastik atıkların yeniden kullanılması veya geri kazanılması ise de, bunun olmadığı durumlarda; PVC atıkları gibi zararlı plastikler ayıklandıktan sonra, kalan plastik atıkların belli bir çapa kadar küçültülerek toprağına karıştırılması; hem bitkisel üretimin verimini, havalandırma ve karbon kaynağı etkisiyle arttıracak, hem plastik atıkların yok oluşlarını hızlandıracak, hem de görüntü kirliliğini azaltacak veya belki de tamamen yok edecektir. Burada bulunun sonuçlar sadece biber bitkisine ait olup, her bitkinin farklı sonuçlar ortaya koyabileceği ve sonuçlar irdelenirken bu göz önünde bulundurulması gereklidir.

KAYNAKLAR

- [1] Durusoy R., Karababa AO., 2011. Plastic food packaging and health, TAF Preventive Medicine Bulletin, 10(1), 87-96.
- [2] Pinto da Costa J., Rocha-Santos T., Duarte A.C., 2020, The environmental impacts of plastics and micro-plastics use, waste and pollution: EU and national measures, Policy Department for Citizens' Rights and Constitutional Affairs Directorate-General for Internal Policies, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/658279/IPOL_STU\(2020\)658279_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/658279/IPOL_STU(2020)658279_EN.pdf), [Erişim Tarihi 02/09/2021]
- [3] Aydemir U., Taştan HT., Gürel A., Gönenç İ.G., 2018, Plastik ürünleri imalatı sektöründe iş sağlığı ve güvenliği rehberi, İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma Projesi (İSGAP), T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı (İSGÜM), <https://www.ailevecalisma.gov.tr/medias/11126/plastik-sektoerue-rehberi.pdf>, [Erişim Tarihi 02/09/2021]
- [4] The Plastic Atlas 2019, Heinrich Böll Foundation, Berlin, Germany, <https://www.boell.de/sites/default/files/2019-11/Plastic%20Atlas%202019.pdf>, [Erişim Tarihi 02/09/2021]
- [5] Hassanpour M., Unnisa S.A. 2017, Plastics; Applications, Materials, Processing and Techniques, Plastic Surgery and Modern Techniques, 2017(2), 1-5.
- [6] Demirarslan, S. 2004. Plastik malzemenin özellikleri ve inşaat sektöründeki kullanım yerleri. 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, (İstanbul, Turkey), 173-184, <http://www.yapkat.com/images/malzeme/dosya/20962160825729430767297744.pdf>, [Erişim Tarihi 02/09/2021]
- [7] Kayılı, M., Çelebi, G. (2020). Plastik Atıkların ve Yapıda Kullanım Olanaklarının İncelenmesi, Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(3), 148-157.
- [8] Chalmin, P., 2019, The history of plastics: from the Capitol to the Tarpeian Rock, Field Actions Science Reports, Special Issue 19, <http://journals.openedition.org/factsreports/5071>, (Erişim Tarihi: 03/09/2021).
- [9] Bostanoğlu N.M., 2020, AB ve Türkiye'de Plastiklerin Geleceği, İktisadi Kalkınma Vakfı Değerlendirme NOTU, https://www.ikv.org.tr/images/files/AB_VE_TURKIYEDE_PLASTIKLERIN_GELECEGI_1012.pdf, (Erişim Tarihi: 03/09/2021)

- [10] Yeşilyurt E.F. (2020), Koronavirüs sürecinde plastik poşet kullanımı arttı, Anadolu Ajansı, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/-koronavirus-surecinde-plastik-poset-kullanimi-artti/1851297> (Erişim Tarihi: 03/09/2021)
- [11], Türkiye’de plastik geri dönüşümü ve atık ithalatı raporu, 2021, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Plastik ve Kauçuk Komisyonu, https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/d5e10e038d7b224_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 03/09/2021)
- [12] Ocak M.E., 2021, Plastik kirliliği, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Şubat 2021, 24-39, <https://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/makale/plastik.pdf>, (Erişim Tarihi: 03/09/2021)
- [13] PAGEV, 2019. Plastiklerle İlgili Gerçekler, Pagev Yayınları. (<http://www.pagcev.org>).
- [14] Plastics in the environment, German Environment Agency Federal Ministry for the Environment, 2020, Nature Conservation and Nuclear Safety, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/fb_kunststoffe_in_der_umwelt_engl_final_bf.pdf, (Erişim Tarihi: 03/09/2021)
- [15] OECD 2018, Improving Plastics Management: Trends, policy responses, and the role of international co-operation and trade, OECD Environment Policy Paper NO. 12, <https://www.oecd.org/environment/waste/policy-highlights-improving-plastics-management.pdf> (Erişim Tarihi: 04/09/2021)
- [16] Rhodes C.J., 2018, Plastic pollution and potential solutions, Science Progress, 101(3), 207-260
- [17] Schmaltz, E., Melvin, E.C., Diana, Z., Gunady, E.F., Rittschof, D., Somarelli, J.A., Virdin, J., Dunphy-Daly, M.M., 2020, Plastic pollution solutions: emerging technologies to prevent and collect marine plastic pollution, Environment International, 144 (2020) 106067.
- [18] Iqbal, S., Xu, J., Allen, S.D., Khan, S., Nadir, S., Arif, M.S., Yasmeen, T., 2020, Unraveling consequences of soil micro- and nano-plastic pollution on soil-plant system: Implications for nitrogen (N) cycling and soil microbial activity, Chemosphere, 260, December 2020, 127578.
- [19] İBB, İstanbul Ağaç ve Peyzaj a.ş., 2007. Bitki Üretiminde Kullanılan Ortam (Toprak) Materyalleri. <http://www.anadoluparkbahceler.com/kutuphane.php?kitap=Bitki%20%C3%9Cretiminde%20Kullan%C4%B1lan%20Ortam%20Materyalleri&yazar=Komisyon&yayinevi=%C4%B0stanbul%20B%C3%BCy%C3%BCK%C5%9Fehir%20Belediyesi&no=12>, (Erişim Tarihi: 11/11/2021)
- [20] TEMA, 2018. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı, Organomineral Gübre Çalıştayı, Bildiriler, I. BASIM Mayıs 2018, İstanbul, <https://www.sutas.com.tr/uploads/images/TEMA-organomineral-gubre-calistayi-bildirileri.pdf>, (Erişim Tarihi: 11/11/2021)
- [21] Demirer A., 2022, Polimerlerde Bozunma, Plastik & Ambalaj Teknolojisi Dergisi, <https://www.plastik-ambalaj.com/tr/plastik-ambalaj-makale/2819-polimerlerde-bozunma>, (Erişim Tarihi: 27/01/2022)
- [22] Yılmaz E. (2018), Lignoselülozik biyokütlenin sıvı piroliz ürünlerinden levoglukozanın kazanılması ve biyoetanol üretiminde kullanılması, Y.Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.