

ORGANOMİNERAL GÜBRE ÇALIŞTAYI

Bildiriler



**ORGANOMİNERAL GÜBRE
ÇALIŞTAYI
Bildiriler**

KİTAP
ORGANOMİNERAL GÜBRE ÇALIŞTAYI
Bildiriler

I. BASIM Mayıs 2018, İstanbul

ISBN: 978-975-7169-89-5

BASKI:

Sena Ofset Ambalaj Matbaacılık Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.
Maltepe Mah. Litros Yolu Sok. 2. Matbaacılar Sitesi E Blok K:6 N:4NE20
Topkapı / Zeytinburnu / İstanbul Tel: 0212 613 38 46

Bu kitabın tüm yayın hakları saklıdır.

Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında gerek metin, gerek görsel malzeme hiçbir yolla yayıncıdan izin alınmadan çoğaltılamaz, yayımlanamaz, dağıtılamaz.

TEMA, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı

Halaskargazi Mah. Halaskargazi Cad. No: 22 Kat: 7 34371 Şişli / İstanbul

T: +90 212 291 90 90 (pbx), F: +90 (212) 284 95 93, E-posta: tema@tema.org.tr

www.tema.org.tr

YAZARLAR:

Prof. Dr. A. Vahap Katkat
Prof. Dr. Ayten Namlı
Prof. Dr. Erhan Akça
Prof. Dr. İbrahim Erdal
Prof. Dr. İbrahim Ortaş
Prof. Dr. M. Eşref İrget
Prof. Dr. Mehmet Aydın
Prof. Dr. Nesrin Yıldız
Prof. Dr. Nihal Tamer
Prof. Dr. Osman Yıldız
Prof. Dr. Recep Külcü
Prof. Dr. Sait Gezgin
Prof. Dr. Selim Kapur
Prof. Dr. Uğur Bilgili
Doç. Dr. Barış Bülent Aşık
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Ali Kaptan
Dr. Efsun Dindar
Dr. Nevzat Aslan
Dr. Sami Süzer
Abuzer Cengiz
Ebru Çulhacı
Ecem Özdemir
Enver Kartal
Harun Albayrak
Serkan Anacak

EDİTÖR: Prof. Dr. Engin Kınacı

İÇİNDEKİLER

1/11 Yönetici Özeti

12/16 Türkiye Topraklarının Organik Madde Durumu, Organik Madde Kaynaklarımız ve Kullanımı
Sait Gezgin

17/36 Organik Maddenin Toprak Kalitesi ve Üretime Etkileri *M. Eşref İrget, Abuzer Cengiz*

37/52 Topraklarda Organik Madde Kaynağı Olarak Atıksu Arıtma Çamurlarının Kullanım Olanakları
Barış Bülent Aşık, A. Vahap Katkat

53/68 Bioçar'ın Toprak Kalitesi ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri *İbrahim Ortaş*

69/80 Kimyasal Gübre Yerine Kullanılabilecek Doğal Toprak Katkı Materyalleri ile Tarımsal Üretim Olasılıkları *Erhan Akça, Selim Kapur*

81/96 Organik ve Organomineral Gübrelerin Toprağın Enzim Aktivitesi ile Buğday Verimi Üzerine Etkileri *Nihal Tamer, Ayten Namlı*

97/108 Hayvansal Atıkların Çevresel Etkileri, Alternatif Kullanım Alanları ve Yönetimi *Efsun Dindar*

109/117 Aydın Merkez İlçesi Pamuk Üretiminde Toprak Organik Maddesi ve Diğer Toprak Özelliklerinin Verim, Lif ve Tohum Özellikleri Üzerine Etkisi *Mehmet Aydın, Harun Albayrak, Mustafa Ali Kaptan*

118/127 Pamuk Üretiminde Üst Üste İki Yıl Farklı Dozlarda Humik Madde Kullanımının Temel Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi *Mustafa Ali Kaptan, Mehmet Aydın*

128/140 Sürdürülebilir Tarım Uygulamalarında Yem Bitkileri *Uğur Bilgili*

141/155 Türkiye'de Kompost Üretim Teknolojileri ve Yasal Düzenlemeler *Osman Yıldız, Recep Külçü*

156/165 Türkiye'de Organomineral Gübrelerin Kullandığı Araştırma Çalışmaları ve Elde Edilen Sonuçlar *İbrahim Erdal*

166/180 Dünyada Organomineral Gübrelerin Tarımda Kullanımına İlişkin Çalışmalar: Sonuçlar ve Değerlendirme *Abuzer Cengiz, M. Eşref İrget*

181/191 Kompost Kaynaklı Organomineral Gübrelerin Buğday Verimi Üzerine Etkileri *Sami Süzer ve Ebru Çulhacı*

192/200 Organomineral Gübre Kullanımının Antepfıstığı Verimi ve Toprağın Fiksasyon Kapasitesi Üzerine Etkisi *Nevzat Aslan*

201/205 Sürdürülebilir Tarımda Sütüş Bitkisel Üretim Uygulamaları *Enver Kartal*

206/211 Biyogaz Tesisi Çıktısı Sıvı Fermente Gübre Yönetimi *Serkan Anacak, Ecem Özdemir*

212/243 Mineral Gübrelerin Toprak Ekosistemi, Çevre ve Bitkisel Üretim Üzerine Olası Etkileri *Nesrin Yıldız*

ÖNSÖZ

Toprak, tüm canlıların ortaklaşa kullandığı, yaşamın sürekliliğini sağlayan, doğanın bizlere emanet ettiği en önemli kaynaklardan biridir.

2050 yılında dünya nüfusunun 9,7 milyar olması beklenirken, gıda ihtiyacını karşılamak için tarımsal üretimin bugünküne oranla %70 artırılması gerekmektedir. Oysa tarımsal üretim için kullanılabilir durumdaki araziler, ekolojik sorunlar sebebiyle her geçen gün azalmakta; mevcut toprakların da niteliği gittikçe bozulmaktadır.

Bu bozulmanın başlıca göstergelerinden biri, toprağın en önemli ögesi olan organik madde içeriğinin azalmasıdır. Organik maddenin kaybına da yanlış tarımsal uygulamaların neden olduğu bilinmektedir. Toprağın kalitesini artırmak amacıyla kullanılacak organik atıkları değerlendiren ekonomik ve sürdürülebilir uygulamalar büyük önem taşımaktadır.

Sütaş Grup olarak misyonumuzun özünü, sütün iyiliğini ve bereketini yayma amacıyla süt değer zincirini yönetirken bize emanet edilen kaynakları da en verimli şekilde kullanıp geliştirmeye olan inancımız oluşturmaktadır.

Geliştirdiğimiz “Çiftlikten Sofralara” entegre iş modeli kapsamında hayvansal ve bitkisel tüm atıklarımızı enerji tesislerimizde elektrik ve buhar enerjisine çeviriyor ve bu işlem sonucunda elde edilen yüksek kalitede ve kuru maddedeki organik çıktıları organomineral gübre haline getiriyoruz. Azot, fosfor ve potasyum oranları zenginleştirilmiş organomineral gübrelerimizin, bitkisel üretim arazilerimizde yem hammaddesi üretiminde kullanılmasını sağlıyoruz. Böylelikle bir yandan ineklerimizin yediği yemlerin kalitesini güvence altına alırken öte yandan topraklarımızın da zenginleşmesine katkıda bulunuyoruz.

Sürdürülebilir tarım ilkelerinin yaygınlaşması için eğitim faaliyetlerimize de büyük önem veriyoruz. Yetkin kuruluşlarla işbirliği yaparak, bu konudaki bilgi ve bilincin daha da artmasını hedefliyoruz.

Bu hedefimiz doğrultusunda TEMA Vakfı işbirliğiyle, toprak bilimi ve bitki besleme uzmanı değerli bilim insanları ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı temsilcilerinin kıymetli katkılarıyla, “Organomineral Gübre Çalıştayı”nı gerçekleştirdik.

Çalıştayda ele alınan ve tartışılan konuların bu kitap ile kalıcı hale getirilmesinin, bu konuda çalışacak olanlara son derece faydalı olacağına inanıyorum. Çalıştayı gerçekleştirmesini sağlayan başta TEMA Vakfı olmak üzere çalıştay katılımcılarına ve emeği geçen herkese teşekkürlerimi sunarım.

Muharrem YILMAZ
SÜTAŞ Yönetim Kurulu Başkanı

ÖNSÖZ

Yaşamın temel kaynağı toprak gıda, lif ve ilaç başta olmak üzere insanlara sağladığı çok sayıda ürünün tedarikçisinden, karbon, azot ve su döngüsü üzerinde düzenleyici rolüne, biyolojik çeşitliliğin korunmasından insanların ekonomik, sosyal ve kültürel yaşamlarına uzanan çok sayıda ekosistem hizmeti sağlamaktadır. Bu hizmetlerin varlığı, doğrudan toprak sağlığı, diğer bir deyişle toprak kalitesi ile ilişkilidir. Toprak yapısının en azını teşkil etmesine rağmen toprak organik maddesi toprak sağlığının ve verimliliğinin en önemli göstergelerinden biridir.

Bir toprak yönetimi olan tarım, son 70-80 yılda önemli şekilde değişmiş, yoğun toprak işleme, kimyasal gübre ve pestisit kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu uygulamaların bitkisel üretimin artmasında, dolayısıyla dünya gıda ihtiyacının karşılanmasında etkisi olmakla birlikte, uygun ve teknolojiye uygun yapılmayan toprak işleme, kimyasal gübre ve pestisit kullanımının da toprak organik maddesi ile toprak biyolojik çeşitliliğini olumsuz etkilediğine dair çok sayıda araştırma çalışması bulunmaktadır. Toprak organik maddesinin azalması toprak bozulumu nedenlerinin başında gelmektedir.

Organik madde içeriği bakımından ülkemiz topraklarının çok büyük bölümü fakirdir. Bununla beraber kimyasal gübrelerin yaygınlaşmasıyla, geçmişte kullanılan ve toprakların organik madde içeriğine katkısı olan kaynaklar kullanılmaz olmuş, hatta bu kaynaklara atık gözüyle bakılmaya başlanmıştır.

TEMA Vakfı'nın varoluş nedeni; yaşamın temel kaynağı, insan refahı ve mutluluğunun temelini oluşturan toprak varlığının korunmasıdır. Toprak koruma, bir ekosistem olarak toprağın tüm bileşenleri ile bütüncül olarak korunması, diğer bir ifade ile sürdürülebilir toprak yönetiminin sağlanmasıdır. Toprağın organik madde içeriğinin yönetimi ise sürdürülebilir toprak yönetiminin en önemli bileşenidir. Toprak organik madde içeriğinin artırılması ve kültür bitkilerinin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin karşılanması açısından organomineral gübreler, sürdürülebilir tarım uygulamalarında iyi bir alternatif olarak görülmekte ve kullanımları yaygınlaşmaktadır. Bu noktada, toprak sağlığı açısından organik madde içeriğinin önemine dikkat çekmek, toprakta organik madde miktarını artıracak uygulamaların ve organomineral gübre kullanımının faydaları konusunda kamuoyunu bilgilendirmek amacıyla, SÜTAŞ A.Ş. işbirliğiyle, 29 Eylül 2017 tarihinde, Organomineral Çalıştayını düzenlenmiştir. Çalıştaya toprak bilimi ve bitki besleme uzmanı değerli bilim insanları ile Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı temsilcileri katılmıştır. Katılımcıların çalıştayda sunduğu bildirimler ve çalıştay sonuçlarını içeren bu kitabın, topraklarımızın yönetiminde rolü olan herkese yararlı olmasını diliyoruz, çalıştayın gerçekleşmesini sağlayan tüm katılımcılara teşekkür ediyoruz.

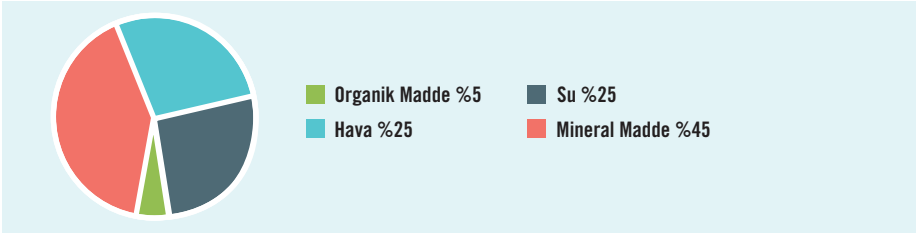
Deniz ATAÇ

TEMA Vakfı Yönetim Kurulu Başkanı

YÖNETİCİ ÖZETİ

Toprak organik maddesi toprak kalitesinin anahtar göstergelerinden biridir.

Dünyanın en ince tabakası toprak karasal yaşamın temelidir. Toprağın doğal yapısı katı, sıvı ve gaz halindeki maddelerden oluşur. Bu maddelerin toprak kütleli içindeki oranları arazi şekli, jeolojik yapı, iklim koşulları ve mevsimlere bağlı olarak değişmektedir. Bitki yetişmesine uygun tınlı bir toprağın teorik olarak %50'si katı, %25'i hava ve %25'i de sudan oluşur. Toprak organik maddesi (TOM) kütleli olarak en az kısmını (%5'ini) teşkil etmekle birlikte, toprak kalitesini, diğer bir ifade ile toprağın ürettiği ekosistem hizmetlerini en fazla etkileyen kısımdır.



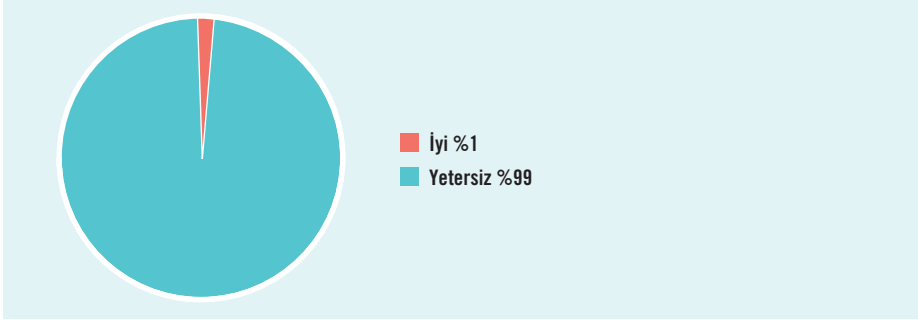
İyi bir tarım toprağının yapısı

Bu kısım kolloidal toprak organik maddesi olan humus yanında, toprak mikrobiyal yaşamının mikroskopik canlılarını da kapsar. TOM toprak yapısının dengesi, bitki besin elementlerinin sağlanması, su tutma kapasitesinin korunması ve iklim düzenleme etkisi için kritiktir; bu nedenle sadece tarımsal üretkenlik için değil aynı zamanda çevresel direnç açısından da anahtar göstergelerden biridir. Özetle toprak organik maddesi toprağı toprak yapan etken unsurdur.

Organik madde topraktaki mikroorganizmaların enerji ve besin kaynağı olduğu için varlığı mikroorganizma aktivitesini artırarak bitki besin elementlerinin elverişliliğini ve alımını artırır. Özellikle azot, fosfor ve kükürt için depo kaynağı görevi görür. Topraktaki kum, silt ve kil taneciklerini bağlayarak kümeler oluşmasını (agregat oluşumunu) sağlar ve toprak yapısını (strüktür) iyileştirir. Bunun sonucu toprağın erozyona direncini artırır, toprakta kaymak tabakası oluşumunu azaltır, yağmur sularının toprağa daha fazla sızmasını (infiltrasyonu) sağlar. Toprak sıkışmasını azaltır, suyun ve havanın toprak içindeki hareketini düzenler. Toprak sıcaklığını, toprağın su tutma kapasitesini ve bitkilerin su alımını artırır. Topraktan besin kaybını azaltır, toprağın katyon değiştirme ve tamponlama kapasitesini artırarak bitkilerin daha fazla besin elementinden yararlanmasını sağlar. Toprak reaksiyonunun değişmesine ve toprak tuzlulaşmasına karşı tamponlama özelliğini artırarak, bitkisel üretimde tuz zararını azaltır. Bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direncini artırır.

Tarım topraklarımızın organik madde içeriği çok düşüktür.

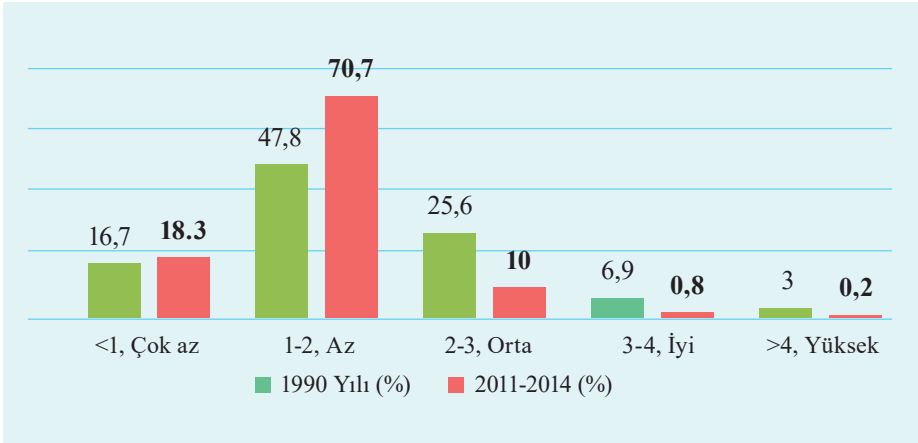
Tarım toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerinin ve verim potansiyellerinin istenen düzeylerde olabilmesi için organik madde içeriği, toprak ağırlığının en az %3'ü kadar olmalıdır. Türkiye tarım topraklarının yalnız %1'i organik madde içeriği bakımından bu değerin üzerindedir.



Türkiye topraklarında TOM dağılımı

Yaygın tarım uygulamaları toprak organik maddesini azaltmaktadır.

Yoğun toprak işleme, erozyon, monokültür tarım, kimyasal gübreler ve pestisitler TOM'u azaltmaktadır. Türkiye topraklarında 1990 yılında yetersiz (çok az, az ve orta) TOM içeren toprakların oranı %92 iken 2011-2014 yıllarında yapılan analizlerde bu oran %99'a yükselmiştir. İyi ve yüksek TOM'a sahip topraklar ise %7.2'den %1'e gerilemiştir.



Türkiye Tarım Topraklarında Organik Madde İçeriği Dağılımı

Toprak Organik Maddesinin azlığı gübre ihtiyacını artırmaktadır.

TOM, toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmekte, su tutma ve kation değişim kapasitesini artırmakta, ayrıştığında toprağın besin elementi içeriğini zenginleştirmekte, bitki kök gelişmesini teşvik etmekte ve toprak pH'sını düzenleyici etkisi nedeniyle de toprak verimliliğini artırmaktadır. Mısır verimindeki değişkenliğin %82-84'ünün TOM içeriği ile açıklanmaktadır. Toprakta organik madde miktarının %1,4'ten %0,9'a düşmesi tahıl üretiminde %50 verim kaybına neden olabilmektedir. Bu nedenle TOM miktarı azaldıkça kullanılacak gübre miktarı da artmaktadır.

Giderek artan miktarda gübre kullanımına karşılık, birim gübre başına alınan bitkisel üretim (gübre etkinliği) azalmaktadır. 1960 -1995 yılları arasında buğday üretiminde kullanılan gübre miktarı 7 kat artmıştır, ancak buğday üretiminde kullanılan 1 kg Azottan 1960'lı yılların başında 70 kg/da ürün artışı sağlanırken, bu miktar 1995'te 25 kg/da'a düşmüştür. Organik madde ilavesiz yalnız kimyasal gübre kullanımı toprakta bulunan değerli organik maddenin daha hızlı mineralizasyonuna da neden olmaktadır. Böylece topraklar bir karbon yutağı olmak yerine, emisyon kaynağı durumuna dönüşmekte ve atmosfer/yer küre Karbon (C) dengesindeki olumsuz bilançonun ilerlemesine etken olmaktadır.

Giderek artan kimyasal gübre kullanımı toprak, çevre ve insan sağlığını etkilemektedir.

Tarımsal ürün verimini etkileyen faktörler arasında kimyasal gübreler önemli yer tutmakta ve kullanımı giderek artmaktadır. Türkiye'de toplam tarım alanı 2011-2015 yılları arasında 2.4 milyon hektar azalmasına karşın tüketilen gübre miktarı 2007 yılına göre %16 artışla 5.9 milyon tona ulaşmıştır. Ancak artan kimyasal gübre kullanılmasıyla sağlanan verim artışının karşılığı, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bozulması, özellikle de organik madde düzeyinin düşmesi olmuştur.

Kimyasal gübreler toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini değişmesine, toprak pH'sının bitkinin isteği dışına çıkmasına, tuz etkisi yaratarak bitkilere iyonik toksisite oluşmasına, toprak biyolojik çeşitliliğinin azalmasına, bitkilerin hastalık ve zararlılara direncinin düşmesine, ürünlerin besin dengesinin bozulmasına, suların kirlenmesine, bileşimindeki ağır metallerin toprağa karışması sonucu toprakta ağır metal birikimine neden olabilmektedirler. Örneğin; son yirmi beş yılda Nevşehir'de aşırı ve tek yönlü azotlu gübreleme sonucu patates yetiştirilen toprakların pH'sı 2 birime varan düzeyde düşmüş, başka bir tanımla asitlik 100 kat artmıştır. Bu sert değişim toprakların üretim gücünü neredeyse sıfırlayarak köy nüfusunun arazilerini terk etmesine yol açmıştır. Benzer şekilde çay bahçelerinde

1970'li yıllardan itibaren hızla artan ve aşırıya kaçan amonyum sülfat bileşimli ve asit karakterli kimyasal gübre kullanımı nedeniyle toprakların %88'i çok kuvvetli asidik hale gelerek çay bitkisinin istediği pH düzeyinin altına düşmüştür.

Toprak analizleri yapılmadan, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri dikkate alınmadan yapılan kimyasal gübre uygulamaları, toprak özelliklerinin bozulmasının yanında, sularda nitrat kirliliğine de neden olmaktadır. Nitrat bileşikleri yağmur suları ile taşınarak sulak alanlara, denizlere ve yeraltı sularına taşınmaktadır. Sularda nitrat birikiminin artmasıyla oluşan ötrofikasyon, sudaki oksijenin düşmesine ve su kalitesinin bozulmasına neden olmakta, sucul ekosistemleri etkilemektedir. Antalya'nın Kumluca ve Demre ilçelerindeki kuyuların %50'ye yakınında eşik değerlerin üzerinde nitrat kirliliği görülmüştür.

Tarla bitkilerine verilen azotun %20-%60'ı, yem bitkilerine verilen azotun ise %40-80'i bitkiler tarafından kullanılabilir. Bu durumda, kullanılan gübrelerdeki azotun %20- 80'i bitkiler tarafından kullanılabilir, kalan kısmın bir miktarı toprak yüzünden buharlaşarak sera gazları arasında yer alan Azot oksitlere dönüşmekte ve küresel ısınmaya katkı yapmaktadır. Azotlu gübrelerin denitrifikasyonu ile oluşan Azot oksitler kuvvetli bir sera gazıdır ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının %45-50'si Azot okside atfedilmektedir. Ayrıca bu gazların ozon tabakasının incelmesinde de rolü bulunmaktadır.

Üretilen gıdaların azot içeriğinin yüksek olması insan sağlığını da etkilemektedir. İçme sularındaki nitrat kirliliği bir yaşın üstündeki bebeklerde mavi bebek sendromuna neden olmaktadır. Azot içeriği yüksek su ve gıdalar ile alınan azotlu bileşiklerin, nitrosaminlere çevrilerek kansere neden olabileceği, tiroid bezini olumsuz yönde etkilediği konusunda araştırma sonuçları bulunmaktadır.

Sürdürülebilir tarım uygulamalarının temeli, TOM miktarını ve toprak organizmalarını koruyan ve iyileştiren uygulamalara dayanmaktadır.

Bugün tarım uygulamalarında göz ardı edilen en önemli konu; tarımsal üretimin toprak, su ve hava gibi biyosferin (yaşam küre) yaşamsal bileşenlerine ve bunlar arasındaki karşılıklı ilişkilere sıkı sıkıya bağlı olduğu ve bu temel öğelerde meydana gelen herhangi bir sorunun tarımsal üretimi, biyolojik çeşitliliği, ve ekosistem dengelerini doğrudan etkilediğidir. Yoğun toprak işleme, kimyasal gübre ve pestisit kullanımına dayalı endüstriyel tarımın neden olduğu toprak bozunumu ve çevresel zararların engellenmesi için sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması, bugün tarımın en öncelikli konuları arasındadır. Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmesi, toprağın su kapasitesini ve havalanmasını, topraktaki mikroorganizmaların aktivitesine bağlı olarak besin elementlerinin elverişliliğini ve alımını artırması nedeniyle, sürdürülebilir tarım uygulamalarında toprak yönetimi; TOM miktarını koruyan ve iyileştiren uygu-

lamalara dayanmaktadır. Toprak verimliliğinin artırılması ve gelecek kuşakların gıda güvenliğini tehdit eden toprak bozulmasının önlenmesi için sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaşması, bunun için de TOM düzeyinin artırılmasında kullanılabilecek organik madde kaynaklarının etkin olarak değerlendirilmesi gereklidir.

Organik madde kaynaklarımızı etkin olarak değerlendirdiğimizde yılda yaklaşık 112 milyon ton organik gübre elde edilebilecektir. Bu organik gübreler ve yeşil gübreleme ile her yıl işlemeli tarım yaptığımız alanların yaklaşık %25'ini oluşturan 5 milyon hektar araziye organik madde ilavesi yapılarak toprakların verim potansiyeli, yetiştirilen bitkilerin verim ve kalitelerinin artırılması sağlanabilecektir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için, üreticiler, toprağın organik madde içeriğinin önemi, topraklarında kullanabilecekleri organik madde kaynakları ve bunların kullanma şekilleri hakkında bilgilendirilmelidir.

TOM'un artırılması için Organik Madde Kaynakları değerlendirilmelidir.

Topraklarımızın organik madde içeriğini artırmak için kullanılabilecek kaynaklar; **1-Anız, 2-Hayvan Gübresi, 3-Bitkisel Atıklar ve Gıda Endüstrisi Atıkları, 4-Atıksu Arıtma Çamurları 5-Yeşil gübreleme, 6-Leonardit, 7-Biyokömür** olarak sıralanabilir.

Anız; topraklarımızın en önemli organik madde kaynaklarının başında gelmektedir. Ancak yakılmasının yasaklanmış ve yakanlara ceza yaptırımı olmasına karşın, her yıl yaklaşık olarak 12 milyon hektar tahıl ekim alanımızın en az %25'inde (3 milyon ha) anız yakılmaktadır. Yapılan çalışmalar, hektar başına anız miktarının ortalama 3.29 ton olduğunu göstermektedir. Bu durumda her yıl yaklaşık 10 milyon ton anız yakılmaktadır.

Hayvan Gübresi; organik madde kaynaklarının başında büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının atıkları gelmektedir. Bunlar organik madde olmaları yanında önemli birer besin elementi kaynağıdır. Türkiye hayvan varlığı dikkate alındığında 87 milyon ton olgun gübre üretilebilir, üretilen olgun gübre 3 milyon hektar alanda kullanılarak, yetiştirilen bitkilerin verim ve kalitelerinin artırılması sağlanabilir fakat; çeşitli nedenlerle söz konusu kaynaklar doğru ve etkin bir şekilde kullanılmamaktadır. Hayvansal atıklar genellikle kontrolsüz yığınlar haline getirilmekte ve büyük oranda anaerobik ve uzun süren ayrıştırma işlemi sonrasında tarımsal alanlarda organik gübre olarak kullanılmaktadır. Kontrolsüz anaerobik yığınlardan küresel ısınmanın sorumlusu olarak kabul edilen sera gazlarından biri olan metan açığa çıkmakta, uzun süren ayrışma ve yıkanma yoluyla bitki besin elementleri kaybolmakta, mikrobiyolojik dezenfeksiyon da sağlanamamaktadır. Bu nedenlerle gübre olarak etkinliği azaltmakta ve çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu atıkların uygun olmayan koşullarda bekletilmesi ya da arazi-

ye gelişi güzel uygulanması sonucu, yıkanma ve buharlaşma ile önemli miktarda besin elementi kaybolmakta, toprak verimliliği ve tarımsal üretim açısından beklenen yarar tam olarak sağlanamamaktadır. Bunun yanı sıra yüzey ve yer altı su kaynaklarını da kirletebilmektedir. Hayvansal atıkların havasız ortamda çürütülerek biyogaz üretilmesi, biyogazdan enerji elde edilmesi, arta kalan maddelerin de organomineral gübre olarak kullanılması, faydaları kadar çevresel zararların önlenmesi için de iyi bir atık yönetimi olarak görülmektedir.

Bitkisel, Gıda Endüstrisi ve Kentsel Organik Atıklar; park ve bahçelerde dö-külen ağaç yaprakları, budama atıkları, biçilen çim atıkları, sera üretim atıkları, meyve veya tohumları alınmış bitki sap ve artıkları, bozulmuş yem, saman ve silaj atıkları “kompost” hale getirilerek topraklara uygulanabilir. Bitkisel üretim sonrasında yaklaşık 12.8 milyon ton organik atık açığa çıkmakta ve bunların büyük bölümü heba olmaktadır. Öte yandan ülkemizde kişi başına günde 1.5 kg çöp oluştuğu bildirilmektedir. Bu çöpün yarısının organik karakterli olduğu, nüfusumuzun ise 80 milyon’a yakın olduğu varsayılırsa, yılda yaklaşık 22 milyon ton organik atıktan da 11 milyon ton kaliteli kompost üretilebilir.

Bitki ve şehir atıklarından üretilecek kompostun topraklara uygulanarak TOM içeriğinin artırılmasıyla toprak sağlığının korunması ya da iyileştirilmesinin yanında toprağın su tutma kapasitesinin artmasıyla sağlanacak su tasarrufu ile içerdiği besin elementleri nedeniyle kimyasal gübre kullanımının azalacak olmasından dolayı önemli miktarda ekonomik kazanç da elde edilebilecektir. Örneğin; Şanlıurfa Harran Ovası’ndan yıllık 3.900.000 ton tarımsal organik atığın değerlendirilerek topraklara uygulanmasından (organik maddenin ağırlığının %30’u oranında su depolayacağı, organik maddenin %55’inin karbon ve organik karbon:azot:kükürt:fosfor oranlarının 100:10:1,5:1,5 olduğu varsayılarak) 2017 yılı fiyatlarıyla elde edilecek kazancın 2.663 milyon TL’ye ulaşacağı hesaplanmaktadır.

Atık Su Arıtma Çamurları; çevre bilincinin artmasıyla birlikte kurulması ve çalışması zorunlu hale gelen arıtma tesislerinde, atık suların arıtılmasından geriye kalan arıtma çamuru miktarı giderek artmaktadır. Günümüzde doğal çevrenin korunması ve sürdürülebilir olarak devam edebilmesi için arıtma çamurlarının çevreyle uyumlu bir şekilde bertaraf edilmesi büyük önem taşımaktadır. Organik kaynakların yeterli düzeyde sağlanamaması ve bu kaynakların sınırlı olması halinde, atık su arıtma çamurlarının kullanılması bir alternatif olarak düşünülmektedir. Arıtma çamurları içermiş oldukları organik madde nedeniyle başlangıçta toprakların yetersiz organik madde kapsamlarında artış sağlamaktadır. Ayrıca içerdikleri N ve P başta olmak üzere kimi besin elementleri içeriği nedeniyle de bitki gelişimini ve toprak verimliliğini artırabilecek uygun bir materyal olarak düşünülmektedir. Ancak arıtma çamurları bitki besin elementleri içeriğinin yanı sıra çevreye zararlı toksik elementler, patojen mikroorganizmalar ve parazitik organizmaların yumurtalarını da içermekte, içerikleri elde edildikleri atık suyun özellikleri ve uygulanan işlemlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu

nedenle topraklara uygulanmadan önce arıtma çamurlarının öncelikle kimyasal özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Özellikle hangi topraklara, hangi oranda uygulanması gerektiğinin belirlenebilmesi için, çamurun içerdiği toplam ve yarıyışlı N ve P miktarı mutlaka dikkate alınmalıdır.

Arıtma çamurlarının topraklara uygulanmasında çamur özelliklerine bağlı olarak kimi sakin ve sınırlamalar bulunmaktadır. Bu nedenle 3 Ağustos 2010 tarih ve 27661 sayılı “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik” çıkarılmıştır. Bu yönetmelikte, topraklara uygulanmasına ilişkin çok sayıda kısıt bulunmasına rağmen arıtma çamurları düzensiz ve kontrolsüz olarak kullanılmaktadır. Arıtma çamurlarının düzensiz ve kontrolsüz kullanımları önlenmeli, toprak ekosistemi, çevre ve insan sağlığına yapabileceği olumsuzlukların önüne geçilmesi için arıtma çamurlarının topraklarda kullanımına ilişkin çakılı, çok yıllık denemeler yürütülmelidir.

Yeşil Gübreleme; bitkilerin ihtiyaç duydukları azot, mineral gübrelerin toprağa verilmesi ile karşılanabildiği gibi, atmosfer azotunun bakterilerce toprağa bağlanması ile de karşılanabilmektedir. Bitkiler ve mikroorganizmalar atmosferde %78 oranında bulunan N_2 gazından doğrudan yararlanamazlar. Ancak bazı mikroorganizma grupları atmosferdeki serbest azot gazını bağlayarak bitkilerin yararlanabildiği amonyak formuna çevirirler. Bu olay biyolojik azot fiksasyonu olarak tanımlanmaktadır. Doğada azot bağlayıcı mikroorganizmalar, özellikle *Rhizobium spp.* bakterilerinin baklagil bitkileri ile ortak yaşamı sonucu gerçekleştirilen biyolojik azot fiksasyonunun önemi gün geçtikçe artmaktadır. Azot fiksasyonunda rol oynayan mikroorganizmalar, mineral azot girdisini azaltarak hem daha ucuz yolla toprağa azot kazandırmakta, hem de mineral azotun sebep olabileceği sorunları en aza indirmektedir. Baklagillerle toprağa fikse edilen azot miktarı yılda 70-300 kg/ha’dır. Üçgül, fiğ, yonca gibi yem bitkileri yeşil gübrelemede öne çıkan bitkiler olarak dikkat çekmektedir. Tahıl-nadas sisteminin uygulandığı organik madde bakımından fakir, kurak alanlarda, üçgül türlerinin yer aldığı 3-5 yıllık ekim nöbeti sistemlerinde, topraktaki organik madde ile azot oranının yıldan yıla arttığı belirlenmiştir.

Leonardit; leonardit, bitki ve hayvan kalıntılarının tarih öncesi zamanlarda göl gibi sucul ortamlarda ve bataklıklarda çökelerek basınç, sıcaklık ve anaerobik koşullarda volkanik hareketlerin de etkisiyle milyonlarca yılda parçalanıp bozuluşması, humifikasyonu, oksidasyonu ve başkalaşıma uğraması sonucu tabakalaşmış killi organik sedimanter bir kayadır. Yüksek humik asit içeriğine sahiptir ve her linyit yatağı potansiyel bir leonardit kaynağıdır. Türkiye’nin leonardit rezervinin 5 milyon ton olduğu, bunun yanında düşük kaliteli linyit yataklarından ise 7-8 milyon Ton humik asit üretimi yapılabileceği tahmin edilmektedir.

Sıvı haldeki hümitik asitin 1 litresinin 8 ton hayvan gübresine, 1 kg katı hümitik asitin ise 30 ton hayvan gübresine eşdeğer olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle leonardit toprak ıslah edici ve gübre olarak organik tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Biokömür (Odun Kömürü); toprak organik maddesini artırmak üzere ahır gübresi, kompost ve malçlama ile oluşan organik maddeler, toprak işleme, sıcaklık ve yağış gibi iklim özellikleri ve mikroorganizma faaliyetlerine bağlı olarak zamanla minaralize olmaktadır. Bu nedenle son yıllarda bitki materyalinin kompostlaştırılması yerine kömürleştirilmesi (bioçar) ve tarımda organik karbon kaynağı olarak kullanılması önerilmektedir.

Biyokömürün kararlı karbon içeriği fazladır, asit topraklar için kireç etkisi yaparak pH'sını yükseltmektedir, kation değişim kapasitesi yüksektir, sahip olduğu yapı nedeniyle toprağın su tutma kapasitesini artırma ve mikrobiyal canlılar için iyi bir habitat sağlama özellikleri bulunmaktadır. Mısır, buğday ve yonca verimlerini artırdığına ilişkin araştırmalar bulunmaktadır. Biyokömürün topraktan Azot oksit (N_2O) ve Metan (CH_4) salınımını azalttığı, mikrobiyal faaliyeti ve verimi artırdığı, kompost ile karıştırılarak kullanılması halinde toprağın karbon depolama kapasitesinin yükseldiği bildirilmektedir. Ancak tarımsal uygulamalarda biyokömür kullanımı çok yeni olduğundan klasik mangal kömürü üretim tekniklerinden, sobalama sitemine ve ileri düzeyde geliştirilen otomatik kontrollü sitemlere kadar değişik yöntemler ile bitki materyalleri karbonlaştırılmakta ve buna göre üretilen materyal değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle biyokömürün tarım topraklarında kullanılabilmesi için üretilen materyal tiplerine, toprak ve ürün verimliliğine yönelik uzun dönemli çakılı denemelere ihtiyaç vardır.

Kimyasal Gübrelere Alternatif; Organik ve Organomineral Gübreler

Kimyasal gübrelerin dengesiz kullanımının insan ve çevre üzerinde yaratmış olduğu olumsuzlukların ortadan kaldırılması için doğal organik gübreler ile organomineral gübrelerin kullanımı, sürdürülebilir tarım uygulamalarının omurgalarından birini teşkil etmektedir. Doğal gübrelerin farklı parçalanma ve ayrışma derecesine sahip olmaları, genellikle yavaş parçalanıp ayrışması, kaynağını oluşturan maddeye bağlı olarak içerdikleri besin maddelerinin dağılımının değişken olması nedeniyle organik gübreler farklılık gösterebilmektedir. Organomineral gübreler ise, kimyasal gübrelerde bulunan bitki besin elementlerini ve organik maddeyi beraberce bulundurmakta, böylece besin maddesi içerikleri daha standart halde sunulabilmektedir. Organomineral gübrelerde Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Kükürt (S), Çinko (Zn) gibi bitki besin mineralleri ile humik-fulvik asit ve kompost kaynaklı organik madde bir arada bulunmakta ve taban gübresi olarak kullanılmaktadır. Organik materyallerin toprak verimliliği üzerine olan olumlu etkilerinden yararlanılarak "organik madde+mineral gübre" şeklinde üretilen organomineral gübreler, bir yandan yıkanma ile besin elementlerinin kaybını azaltırken diğer yandan toprağın verimlilik öğelerini düzelterek kullanılan minerallerin etkinliğini artırmaktadır.

Dünya’da ve Türkiye’de Organomineral Gübre Araştırmaları Toprak Özelliklerinin İyileştiğini ve Tarımsal Ürün Veriminin Arttığını Göstermektedir.

Türkiye’de organomineral gübrelerin kullanıldığı çok sayıda araştırma çalışmasında araştırmacıların genelinin organomineral gübre kaynağı olarak ticari materyalleri kullandığı, bir kısmının organik gübre ile mineral gübreleri karıştırmak suretiyle uygulama yaptıkları, bir kısmının ise kendisinin formüle ettiği organomineral gübreleri kullandığı görülmüştür. Yapılan çalışmaların genelinde organomineral gübre uygulamalarının gerek toprak özelliklerine, gerekse bitki gelişimi ve verimi ile mineral beslenmesine olumlu katkı yaptığı görülmüştür. Çalıştayda sunulan uygulama örnekleri aşağıda özetlenmiştir.

Buğday Tarımı

Haymana’da kuru koşullarda 2 yıl süren deneme sonucunda, organomineral gübre uygulaması her iki yetiştirme döneminde de hem kimyasal hem de tek başına organik içerikli gübre uygulamalarına kıyasla, toprak özellikleri ve buğday verimi ile buğday kalite değerlerinde genel olarak en iyi sonuçları vermiştir. Edirne’de bulunan Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde kuru koşullarda Selimiye kışlık ekmeklik buğday çeşidi kullanılarak yürütülen çalışmada, farklı kimyasal taban gübreleri ve değişik oranlarda NPK+S içeren organomineral gübreler kullanılmış ve hepsine ilkbaharda üst gübre olarak kardeşlenmede 15 kg/da üre, kaleme kalkma devresinde de %33 N içeren 15 kg/da Amonyum Nitrat gübresi verilmiş, 12N:12P:0K+12S içerikli organomineral gübre uygulamasından 636.1 kg/da ortalamayla en yüksek tane verimi elde edilmiştir.

Pamuk Tarımı

Aydın’da, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Çiftliğinde, 2011-2012 yetiştirme periyodunda 0, 200 ve 400 kg HM ha⁻¹ olmak üzere üç farklı düzeyde humik uygulamasının Carmen pamuk çeşidinin verimi üzerine etkilerinin incelendiği araştırmada, humik madde uygulamalarının toprağın organik madde düzeyini yükselttiği gözlemlenmiş, TOM içeriği ile çırcır randımanı arasında çok kuvvetli doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Antepfıstığı Tarımı

25 yaşındaki antepfıstığı bahçelerinde 25 kg/ağaç ve 50 kg/ağaç organik gübrenin, mineral gübre ile birlikte kullanılması halinde 4 yıllık gözlem süresince ağaç başı ortalama verimde % 40’a varan bir verim artışının sağlandığı gözlemlenmiştir.

Sonuçlar ve Öneriler

Tarım toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerinin ve verimlilik potansiyellerinin istenen düzeylerde olabilmesi için organik madde içeriği toprak ağırlığının en az %3'ü kadar olmalıdır. Son yıllarda yapılan toprak analizi sonuçlarına göre topraklarımızın %99'u bu değer in altında organik madde içermektedir. Türkiye'de tarım toprakların verimliliği açısından organik madde eksikliği en önemli sorunların başında gelmektedir.

Toprakların organik madde eksikliğini gidermek üzere hayvan dışkıları, tarımsal bitki artıkları, kentsel organik atıklar, leonardit, yeşil gübreleme, mezbaha ve et kombinasi atıkları, humik asit ve diğer organik materyaller olmak üzere çok sayıda kaynak mevcuttur. Ancak bu kaynaklar ülkemizde, büyük ölçüde doğru değerlendirilememekte ve israf edilmektedir.

Toprak kalitesinin en önemli göstergesinden biri olmasına rağmen, bugün toprak organik maddesinin önemi yeterince bilinmemektedir. Bu nedenle üreticiler, toprağın organik madde içeriğinin önemi, topraklarında kullanabilecekleri hayvansal ve bitkisel organik madde kaynakları ve bunların kullanma şekilleri hakkında bilgilendirilmelidir.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, organik madde düzeyinin yükseltilmesi ve toprak verimliliğinin artırılmasına yönelik uygulamalara teşvikler vermeli, bu yönde önemli katkıları olan iyi tarım uygulamalarının yaygınlaşması ve ciddiyetle uygulanması konusunda daha aktif ve etkin olmalıdır.

Topraklar için önemli bir organik madde kaynağı olan kompostun elde edilmesi işlemlerinde yapılan uygulamalar, sağlıklı ve yararlı olmasını sağlayacak şekilde olmalıdır. Yüksek kaliteli ve yasal mevzuata uygun kompost üretmek için hibrit sistemlerin kullanılması olumlu sonuçlar vermektedir.

Biokömür (biyoçar) kullanımı toprak organik madde düzeyinin yükseltilmesi ve toprak canlılarının aktivitelerinin artırılması için dikkat çekici bir uygulama olarak görülmektedir. Ancak, oldukça yeni olan bu konuda daha çok sayıda ve uzun süreli çakılı denemeler yapılması gereklidir.

Organik madde kaynaklarından birisi olarak değerlendirilebileceği ileri sürülen arıtma çamurlarının düzensiz ve kontrolsüz kullanımlarının toprak, çevre ve sağlık bakımından yapabileceği olumsuzlukların önüne geçilmesi ve elde edildiği kaynağın özelliklerine göre topraklarda kullanıma koşullarının belirlenmesi için çakılı, çok yıllık denemeler yürütülmelidir.

Toprak, iklim, bitki ve gübre özellikleri dikkate alınmadan, toprak ve bitki analizlerine dayalı, sera/tarla denemeleri ile kalibrasyon çalışmalarına uygun olarak yapılmayan yanlış gübreleme hem gübre etkinliğinin düşmesine hem de çevre kirlenmesine neden olmaktadır. Özellikle kimyasal gübrelerin aşırı ve yanlış

kullanımı topraklarda tuzlanma ve ağır metal birikimine neden olabilmekte, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini bozmakta, yağış suları ile taşınarak yüzey sularının, ve sızma sonucu yer altı sularının kirlenmesine, sucul ekosistemlerde ötrofikasyona neden olmakta, hatta insan ve hayvan sağlığı açısından sakıncalar taşımaktadır.

Kimyasal gübrelerin olumsuz etkilerinin azaltılması ve toprağın organik madde içeriğinin artırılması için organik ve organomineral gübreler iyi bir alternatif olarak gözükmektedir. Dünyada genel olarak organik ve organomineral gübrelere olumlu bakılmaktadır. Hem bir organik madde kaynağı olmaları hem de bitkilerin hemen ihtiyaç duydukları mineralleri içermeleri bakımından önemli bir üstünlüğe de sahip olan organomineral gübrelerin kullanımının yaygınlaşması için üreticiler sağlanacak desteklerle teşvik edilmelidir.

TÜRKİYE TOPRAKLARININ ORGANİK MADDE DURUMU, ORGANİK MADDE KAYNAKLARIMIZ ve KULLANIMI

SAİT GEZGİN

*Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü KONYA*

Özet

Tarım toprakların erozyonla kayıpları, verimlilik potansiyellerini oluşturan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bakımından organik madde içerikleri çok önemlidir. Tarım topraklarının organik madde içerikleri ağırlıklarının en az %3'ü kadar olması gerekmektedir. Türkiye tarım topraklarının %99'u organik madde bakımından fakirdir. Bunun en önemli nedeni organik madde kaynaklarımızın doğru bir şekilde kullanılmaması, anızın yakılması, iklim ve yanlış toprak işleme tekniklerinin uygulanmasıdır. Ülkemizde var olan 110 milyon ton civarındaki organik madde kaynağımızın tarımda kullanılması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Toprak, organik madde.

STATUS of ORGANIC MATTER in TURKISH AGRICULTURAL SOIL, ITS RESOURCES and USAGE

Abstract

Organic matter content of agricultural soil is extremely crucial in terms of maintaining its physical, chemical and biological properties for high productivity potential and covering its erosion losses. Agricultural soil organic matter content is required to be at least 3% by weight. Around 99% of Turkish agricultural soil is poor in terms of organic matter. Improper usage of our organic material resources, burning stubble, adverse climate changes and incorrect application of tillage techniques are the main causes behind this deficit. Approximately 110 million tons of underutilized organic material is available in our country; hence, necessary measures should to be taken for its efficient utilization in agriculture.

Keywords: soil, organic matter

Giriş

Toprak, kum, silt, kil ve organik madde olmak üzere 4 fraksiyondan oluşmaktadır. Bu fraksiyonlardan toprak ağırlığı veya hacmi içinde en az miktarda bulunan organik madde olmasına rağmen bir toprağın bitki yetiştiriciliğinde kullanımı ve verimlilik potansiyelini oluşturan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin istenen düzeyde olması bakımından çok büyük öneme sahiptir. Çünkü organik madde, toprakta kum, silt ve kil fraksiyonlarının bağlanarak agregat oluşumunu artırarak toprak yapısını (strüktür) iyileştirir. Bunun sonucu; 1-Erozyonla toprak kaybını azaltır. 2-Kaymak tabakası oluşumunu azaltır veya önler. 3-Toprak sıkışmasını azaltır veya önler. 4-Toprağın su tutma kapasitesini ve bitkilerin su alımını artırır. 5-Suyun ve havanın toprak içindeki hareketini düzenler. 6- Toprak sıcaklığını artırır. 7-Toprağın katyon değiştirme kapasitesini (KDK) ve tamponlama kapasitesini artırarak, bitki besin elementlerinin topraktan kaybını azaltır. 8-Toprakta besin elementlerinin elverişliliğini ve bitkilerce alımını artırır. 9-Toprak reaksiyonunun değişmesine ve toprak tuzlulaşmasına karşı tamponlama özelliğini artırarak bitkisel üretimde tuz zararını azaltır. 10- Organik madde topraktaki mikroorganizmaların enerji ve besin kaynağı olduğu için varlığı mikroorganizma aktivitesini arttırarak ta besin elementlerin elverişliliğini ve alımını artırır.

Tarım Topraklarımızın Organik Madde Durumu

Tarım toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerinin ve verimlilik potansiyellerinin istenen seviyelerde olabilmesi için organik madde içeriği toprak ağırlığının en az %3'ü kadar olmalıdır. Ancak TAGEM'e bağlı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitülerinin 1990'lı yıllarda ülkemiz tarım topraklarından topladığı 1.1 milyon adet civarındaki örneğin analiz sonuçlarına göre topraklarımızı %90.1'i %3'den daha az organik madde içermektedir. Topraklarımızın organik madde içeriği bölgelere göre de azda olsa değişiklik göstermekte olup, Karadeniz bölgesi topraklarının %79.1'inde, Güneydoğu Anadolu bölgesi topraklarının %96.5'inde, %3'ün altındadır. Diğer bölge topraklarının organik madde içerikleri söz konusu iki bölgenin arasında bulunmaktadır. Bunun yanında Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsünün yürüttükleri bir proje kapsamında 2011-2014 yılları arasında tarım topraklarımızdan topladıkları 10 bin adet örneğin analiz sonuçlarına göre tarım topraklarımızın %99'u organik madde (<%3) bakımından fakirdir (*Çizelge 1*).

Tarım topraklarımızın organik madde içeriklerinin çok yetersiz olması ve bu yetersizliğin zamanla daha da artması ; mevcut ahır gübresi ve diğer organik madde kaynaklarımızı iyi yönetemeyip tarım alanlarında kullanmamız ve anız yakma başta olmak üzere, düşük yağış ve yüksek sıcaklık ortalamasına sahip olan mevcut iklim ve devamlı toprağı altüst eden yanlış toprak işleme tekniklerinden kaynaklanabilir.

Çizelge 1. Türkiye Tarım Topraklarının Organik Madde Durumu (Güçdemir, 2006, TGMAE)

Toprak Org. Mad., %	Türkiye Ort. %	Türkiye Ort. % 2011-14	İç Anadolu	Güney doğu	Karadeniz	Akdeniz
<1,Çok az	16.7	18.3	14.1	29.2	13.6	23.9
1-2, Az	47.8	70.7	48.4	60.6	35.8	47.1
2-3,Orta	25.6	10	31.0	6.7	29.7	20.1
3-4, İyi	6.9	0.8	4.5	2.4	13.6	6.3
>4, Yüksek	3.0	0.2	2.0	1.1	7.3	2.6

Not: Trakya, Marmara ve Doğu Anadolu bölgesi Karadeniz'den biraz kötü;

Ege bölgesi Akdeniz'den biraz iyi

TGMAE=Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü

Organik Madde Kaynaklarımız ve Kullanımı

Topraklarımızın tamamının organik madde içeriğini %3 düzeyine çıkarmak ve bu seviyede tutmak için bir defa 2 milyar ton ve her yılda 800 milyon ton organik (%60 Organik madde içeren) gübreye ihtiyaç vardır. Hiçbir zaman bu kadar organik gübrenin tedarik edilerek topraklarımıza uygulanabilmesi mümkün değildir ama hiç olması elimizde mevcut olan organik gübrelere doğru ve etkili bir şekilde kullanılabilmesi sağlanmalıdır. Topraklarımızın organik madde kaynakları; **1-Anız, 2-Ahır Gübresi, 3-Kompostlar, 4-Kent atıkları, 5-Leonardit, 6-Yeşil gübre, 7-Humik asit ve diğerleri, 8-Et kombinasyonu ve mez-baha atıkları** olarak sıralanabilir.

Anız, topraklarımızın en önemli organik madde kaynaklarının başında gelmektedir. Bununla birlikte yaklaşık olarak her yıl 12 milyon hektar tahıl ekim alanımızın en az %25'inde (3 milyon ha) yasal olarak yasak ve yakanlar için önemli ceza uygulamalarına rağmen anız yakılmaktadır. Yapılan çalışmalarla hektar başına anız miktarının 0.85-8 ton arasında değiştiği ve ortalama 3.29 ton olduğunu belirlendiğine göre her yıl yaklaşık 10 milyon ton anız yakılmaktadır. Diğer taraftan ülkemizdeki hayvan sayılarına (Tüik, 2015) göre yılda yaklaşık 208 milyon ton taze gübre ve bundan 87 milyon ton olgun gübre (Çizelge 2) üretilebilir. Üretilen bu olgun gübre de her yıl 3 milyon hektar alanda kullanılarak toprakların verimlilik potansiyelleri, yetiştirilen bitkilerin verim ve kalitelerinin artırılması sağlanabilecek olmasına rağmen değişik nedenlerle söz konusu kaynaklar doğru ve etkin bir şekilde kullanılmamaktadır.

Ülkemiz nüfusunu ve günlük kişi başına ortalama 1.5 kg çöp oluştuğunu ve bu çöpün yarısının organik karakterli olduğunu dikkate alırsak, ülkemizde çöplerimizin mutfakta tasnifini sağlayarak yaklaşık olarak yılda 22 milyon ton kompost yapımında kullanılabilecek organik karakterli çöp ve bundan 11 milyon ton kaliteli kompost elde edebiliriz. Buna tarım arazilerindeki diğer bitkisel artıkları, leonardit ve diğer kaynaklarına eklediğimizde en az 15 milyon ton organik madde kaynağımız daha olur.

Ayrıca suyun yeterli veya sulama yapılan alanların her yıl en az %25'inde ara bitki, alt bitki veya karışık olarak başta baklagil yem bitkileri olmak yeşil gübreleme amacıyla bitki yetiştirilerek topraklara karıştırılıp organik madde kazandırılabilir.

Çizelge 2. Türkiye Hayvan sayıları (Tuik, 2015) ve tahmini Ahır Gübresi miktarı

Hayvan cinsi	Adet	Günlük taze gübre kg/hayvan başı	Günlük toplam taze gübre miktar, ton	Toplam taze gübre miktarı, ton/yıl*	Toplam Olgun gübre t/yıl**
Büyük baş	14.127.837	40	565.000	145.000.000	58.000.000
Küçükbaş	41.924.100	6	252.000	46.000.000	23.000.000
Tek tırnaklı	321.928	20	6.440	1.200.000	600.000
Kanatlı	316.332.446	0.15	47.500	15.600.000	5.460.000
				207.800.000	87.060.000

*Yıllık miktarları hesaplanırken büyük baş hayvan gübresinin %70'i, Küçükbaş ve tek tırnaklıların gübresinin %50'si, kanatlı hayvanların gübresinin %90'i alınmıştır.

**Olgun gübre miktarı büyük baş hayvan gübresinin %40'i, Küçükbaş ve tek tırnaklıların gübresinin %50'si, kanatlı hayvanların gübresinin %35'i alınmıştır.

Sonuç olarak bütün organik madde kaynaklarımızı etkin olarak değerlendirdiğimizde yılda yaklaşık 112 milyon ton organik gübre elde edebiliriz. Bu organik gübreler ve yeşil gübreleme ile her yıl yaklaşık işlemeli tarım yaptığımız alanların %25'ini oluşturan 5 milyon hektar araziye organik madde ilavesi yapılarak toprakların verimlilik potansiyelleri, yetiştirilen bitkilerin verim ve kalitelerinin artırılması sağlanabilir. Ama bu yapılmamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Tarım topraklarımızın fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerinin ve verimlilik potansiyellerinin düşük ve erozyonla kayıplarının çok fazla olmasının en önemli nedenlerinden birisi organik madde noksanlığıdır. Topraklarımızın tamamının organik madde içeriğini en az %3 düzeyine çıkarmak ve bu seviyede tutmak için bir defa 2 milyar ton ve her yılda 800 milyon ton organik (%60 Organik madde içeren) gübreye ihtiyaç vardır. Ancak elimizdeki mevcut kaynak ihtiyacımızın yaklaşık 1/8'i kadar olmasına rağmen mevcut organik madde kaynaklarımızın yönetimi ve kullanımı konusunda yetersizlikler ve çok büyük sorunlar bulunmaktadır. Mevcut organik madde kaynaklarımızın tarım topraklarımızda devamlı kullanımı için gerekli çalışmalar bir an önce yapılmalıdır.

Kaynaklar

GÜÇDEMİR, İ.H. (2006) Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Güncelleştirilmiş ve Genişletilmiş 5. baskı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 231, Teknik yayın no: T.69, Ankara.

TUIK (2015). <https://biruni.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>, Erişim Tarihi (12.03.2016)

ORGANİK MADDENİN TOPRAK KALİTESİ VE ÜRETİME ETKİLERİ

M. EŞREF İRGET¹ ABUZER CENGİZ¹

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü
Bornova/İzmir

Özet

Bu derlemede toprak organik maddesinin toprak kalitesine etkileri alt başlıklar şeklinde incelenmiştir. Bu bağlamda toprak kalitesinin tanımlanması, organik maddenin yapısı, toprak özelliklerine (fiziksel, kimyasal ve biyolojik) olan etkileri incelenmiştir. Ayrıca ülkemizde organik madde kullanım durumu, gübre ve pestisit önerilerinde organik maddenin dikkate alınışı ve organik maddenin tarımda sürdürülebilirlik açısından önemi örnekler üzerinden incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Toprak organik maddesi, toprak kalitesi, toprak canlıları, yeşil gübreleme.

EFFECTS of ORGANIC MATTER on SOIL QUALITY and PRODUCTION

Abstract

In this review, the effects of soil organic matter on soil quality and sustainability were examined. In this context, the definition of soil quality, the structure of organic matter and effect on the soil properties (physical, chemical and biological) were discussed. Additionally, the role of organic matter in fertilizer and pesticide recommendations, the use of soil organic matter status and organic fertilizer in Turkey were examined through examples.

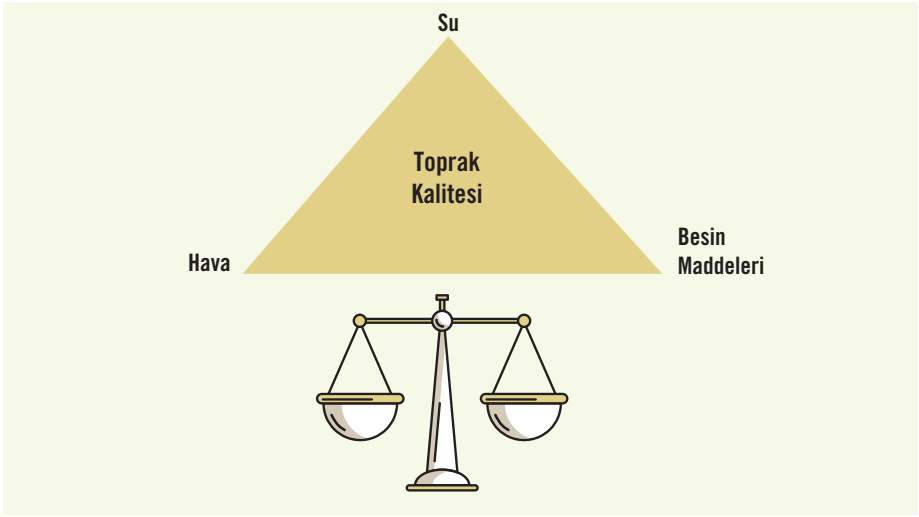
Keywords: Soil organic matter, soil quality, soil biota, green manure.

Toprak Kalitesi

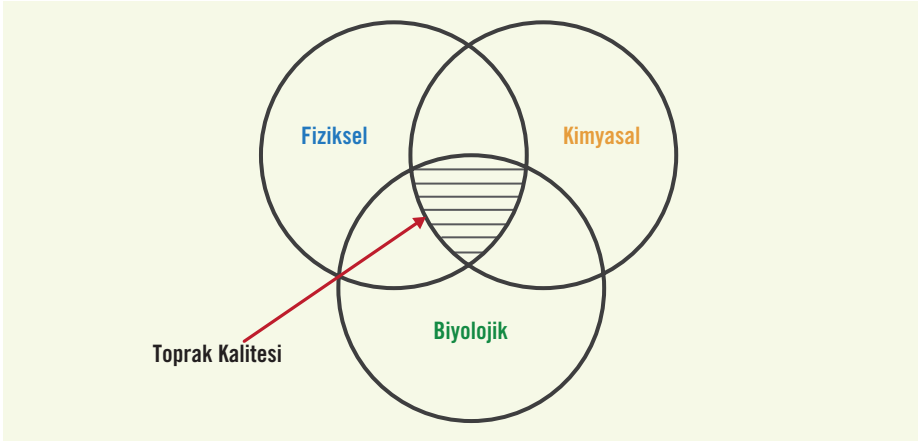
Toprak kalitesi çok sayıda araştırmacı (LARSON ve PIERCE 1991; DORAN ve PARKIN 1994 ; PARR vd. 1992) tarafından farklı açılardan ele alınarak tanımlanmıştır. Bu tanımlamaların ortak bileşenlerinin (paydalarının)

- I. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri arasında denge (harmoni) (Şekil-1 ve 2)
- II. Bitki büyüme ve gelişimi için uygun ortam
- III. Ekosistemde su döngüsünün düzenlenmesi
- IV. Zararlı ve toksik maddelerin oluşumunun önlenmesi/mevcutların bertaraf edilmesi
- V. Gıda güvenliği
- VI. Sürdürülebilirlik konuları olduğu görülmektedir.

Organik maddenin, yukarıda alt başlıklar şeklinde tanımlanan toprak kalitesini etkileyen etmenler içerisinde en büyük paya ve öneme sahip olduğu ve orkestra şefi olarak işlev gördüğü kabul edilmektedir. Organik maddeye atfedilen bu özellikler; organik maddenin toprağın geniş bir spektruma yayılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemesi ve bu etkinin tek bir özelliğe yönelik olamaması, tersine bir çok özelliği bir arada etkileyici karakterinden kaynaklanmaktadır (ANONYM 1968 ; BRADY ve WEIL 1999). Organik maddenin bu özellikleri ilgili konu başlıkları altında ayrıntıları ile incelenmiştir.



Şekil 1. Toprak özellikleri arasındaki denge (orijinal)



Şekil 2. Toprağın fiziksel-kimyasal ve biyolojik özelliklerinin ortak bileşeni olarak toprak kalitesi (DIVER 2012).

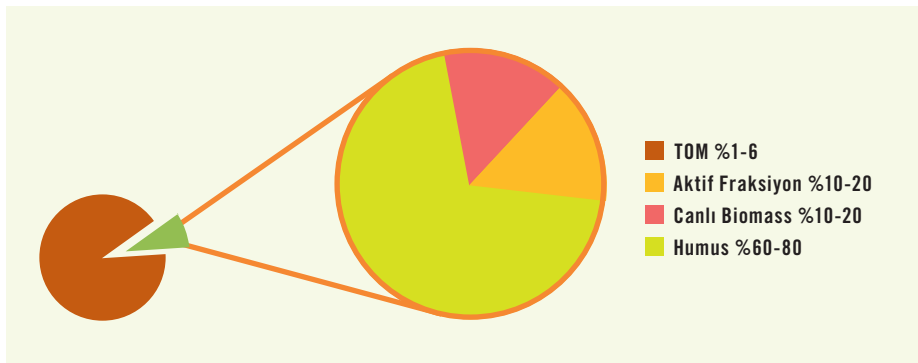
Organik Maddenin (TOM) Bileşimi ve Yapısı

Toprak organik maddesi, toprakta kısmen parçalanmış bitkisel ve hayvansal atıklar, toprak faunası+toprak florası (mikrobiyal biomass) ve stabil form olarak kabul edilen humus olmak üzere tüm bileşenleri kapsamaktadır (*Çizelge-1*).

Çizelge1. Toprak organik maddesinin bileşenleri (STEVENSON ve COLE 1999).

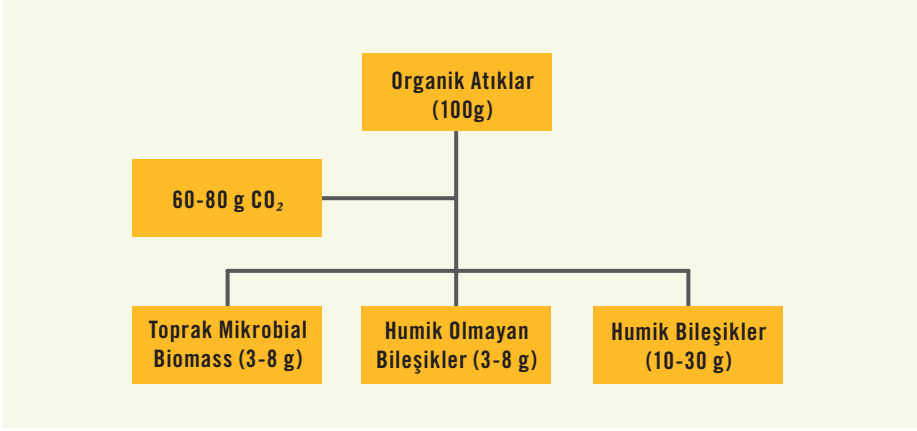
Fraksiyon	Tanım
Litter	Toprak yüzeyindeki artıklar
Hafif Fraksiyon	Toprak altında hafif dekompoze olmuş bitki artıkları
Mikrobiyal Biomass	Canlı Mikroorganizmalar(bakteri, aktinomiset ve mantar)
Faunal Biomass	Toprak Hayvanları (Invertabratlar)
Toprak Altı Bitki Kısımları	
Suda Çözünür Organikler	
Stabil Humus	

Toprak organik maddesinin kısmen veya kolay dekompoze olabilir kısmı aktif fraksiyon olarak tanımlanmaktadır. Aktif fraksiyon toprak organik maddesinin az bir kısmını oluşturmaktadır: Toprak organik maddesinin büyük bir kısmını ise stabil form olarak kabul edilen humus teşkil etmektedir (*Şekil-3*).

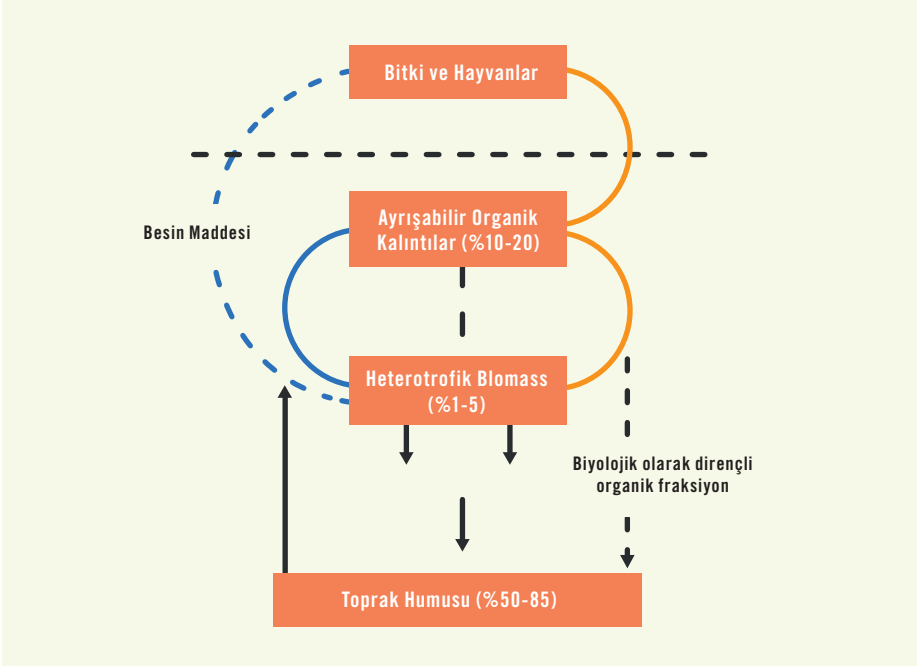


Şekil 3. Toprak organik maddesinin bileşenleri (DIVER 2012).

Toprağa ilave olan organik atıkların önemli bir kısmı (% 60-80) dekompozisyon (parçalanma) sırasında kayba uğramakta ve çok az bir kısmı (% 10-30) organik maddenin stabil formu olan humusa dönüşmektedir (*Şekil-4 ve 5*).

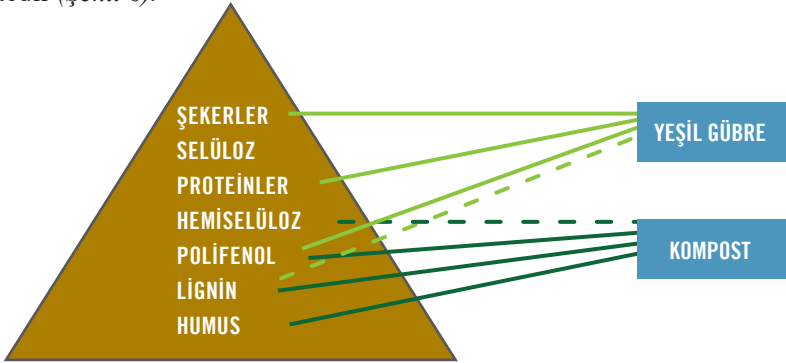


Şekil 4. Organik atıkların dekompozisyonu ve farklı organik fraksiyonlara dönüşümü (BRADY ve WEIL 2010).



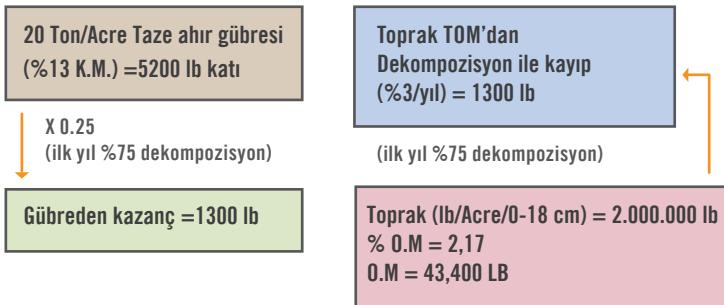
Şekil 5. Organik madde döngüsü (SIKORA vd. 1996).

Toprağa farklı şekillerde katılan (ilave olan) bitkisel ve hayvansal atıkların toprağın organik maddesinin aktif ve stabil formlarına katkıları, atıkların nitelikleri ile ilgilidir. Bu bağlamda yeşil gübre bitkilerinin (baklagiller vb.) toprak organik maddesinin aktif kısmına, kompost ve sap-saman gibi lignince zengin materyallerin ise daha çok organik maddenin stabil formuna katkı sağladığı kabul edilmektedir (*Şekil 6*).



Şekil 6. Farklı organik materyallerin toprak organik maddesinin farklı fraksiyonlarına oransal katkıları (MAGDOFF ve VAN ES 2000).

Toprağa hayvan gübresi ilavesi ile organik madde kazancına ilişkin bir örnek şekil-7'de verilmiştir. 1 acre alanın 0-18 cm'lik toprak katmanında 2.000.000 lb toprak olduğu ve toprağın % 2.17 organik madde içerdiği kabul edildiğinde; toprakta 43.400 lb organik madde bulunmaktadır. Bu organik maddenin her yıl % 3'nün dekompozisyon ile kayba uğradığı düşünüldüğünde, bu kaybı karşılamak üzere yılda toprağa 1300 lb net organik madde kazandıracak bir uygulamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu miktarın hayvan gübresi karşılığı ise 20 ton/acre (yaklaşık 20 ton/ha) dır, (hayvan gübresi uygulamasında 1. yılın sonunda dekompozisyon ile kayıp miktarı % 75 kabul edildiğinde 1300 lb organik madde kazancı).



Şekil 7. Ahır gübresi uygulaması ile toprağın organik madde kazancı (MAGDOFF ve VAN ES 2000) (1 acre=4046.85m², 1 lb =1 Pound =0.453kg) (lb/acre≈ kg/ha).

Bitkisel atıkların toprak organik maddesine olası katkılarının hesaplanmasında, hasat sonrasında arta kalan materyalin miktarının bilinmesi önemlidir (Çizelge2).

Çizelge 2. Hasat sonrasında kalan bitkisel atık miktarları (MAGDOFF ve VAN ES 2000).

Bitki	Artık (Ton/Acre)
Mısır (Dane)	3.00
Broccoli	5.00
Pamuk	2.50
Buğday (Dane)	2.50
Şekerpancarı	2.00
Kanola	1.50
Domates	1.50
Marul	.00
Mısır (Silaj)	1.50
Sarımsak	1.50
Buğday (Balyalamadan Sonra)	0.25
Soğan	0.25
Mısır (120 Bu)	3.50
Sorghum ((80 Bu)	2.50
Buğday (35 Bu)	2.00
Soya Fasulyesi (35 Bu)	<1.00

(Not: 1Bushel mısır=25.40kg ;1Bushel Buğday/Soya fasulyesi=27.22kg, 1m³=28.38Bushel)

Toprak organik maddesinin bileşimi Çizelge-3'de verilmiştir. Buna göre toprak organik maddesi humik ve humik olmayan maddeler şeklinde temel 2 gruba ayrılmaktadır. Humik olmayan maddelerin yapısı azotlu bileşikler (amino asitler, proteinler v.b), karbonhidratlar ve yağlardan oluşmaktadır (Çizelge-3).

Çizelge 3. Toprak organik maddesinin bileşimi (STEVENSON ve COLE 1999).

BİLEŞEN	% (w/w)
HUMİK OLMAYAN MADDELER	
Proteinler/Peptitler/Amino asitler	9-16
Karbonhidratlar	5-25
Lipidler	1-6
HUMİK MADDELER	≤80
Diğer	iz

Humik maddelerin (humik ve fulvik asit) temel fonksiyonel gruplarını karboksil (COOH); fenolik (OH); alkolik (OH); karbonil (C = O) ve metoksi metoksil (OCH₃) oluşturmaktadır (STEVENSON 1982; STEVENSON ve COLE 1999) (Çizelge-4).

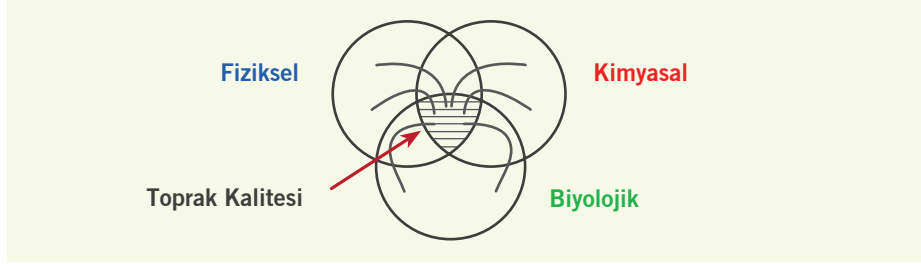
Çizelge 4. Humik ve fulvik asitte fonksiyonel gruplar (Cmol/kg) (STEVENSON ve COLE 1999).

FONKSİYONEL GRUP	HÜMİK ASİTLER	FULVİK ASİTLER
Total Asitlik	560-890	640-1420
Karboksil (COOH)	150-570	520-1120
Fenolik (OH)	210-570	30-570
Alkolik (OH)	20-490	260-950
Karbonil (C = O)	10-560	120-420
Metoksil (OCH ₃)	30-80	30-120

Toprakta organik madde düzeyinin yükseltilmesi için, düzenli ve uzun süreli uygulamaların (hayvan gübrelere, yeşil gübreleme v.b) yapılması gerekmektedir. Bu yönde yapılan çalışmalar ve pratik gözlemler toprakta organik maddenin % 1 arttırılması için 10 yıl süre ile 1 ton/da dozunda ahır gübresi uygulanması gerektiğini ortaya koymaktadır (MAGDOFF ve VAN ES 2000).

Organik Madde Toprak Kalitesi İlişkileri

Organik madde toprakların temel fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkilemektedir (Şekil 8 ve Çizelge5).



Şekil 8. Toprak organik maddesinin toprak özelliklerine etkileri (DIVER 2012)

Çizelge 5. Toprak organik maddesinin toprağın fiziksel-kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri (SIKORA vd. 1996).

Toprak Karakteristikleri	İşlev	O.M. ile ilişkileri
Fiziksel Özellikler		
Tekstür	Su ve kimyasalların alıkonulması veya taşınımı	Toprak O.M.'nin korunumu ve denge düzeyini belirleyiciliği
Üst toprak ve kök derinliği	Verimlilik ve erozyon potansiyeli belirleyiciliği	Toprak organik maddesi ile korelasyon
Hacim ağırlığı ve infiltrasyon	Sıkışma, yıkanma potansiyeli ve erozivite indikatörlüğü	Toprak organik maddesi ile korelasyon
Su tutma kapasitesi	Suyun alıkonulması, taşınımı ve erozivite	Toprak organik maddesi ile korelasyon
Sıcaklık	Bitkisel verimlilik, mikrobiyal aktivite ve organik madde düzeyi	Toprak rengi ve toprak O.M ile ilişkili
Kimyasal Özellikler		
Toplam organik C ve N	Toprak verimliliği, stabilite ve erozyonun sınırlarını tanımlayıcılık	Toprak O.M.'nin stabilitesi ile C/N ilişkisi
EC	Bitki ve mikrobiyal aktivite sınırlarını tanımlayıcılık	Toprak O.M. içeriğine göre etkinin değişimi
pH	Bitki ve kimyasal aktivite sınırlarını tanımlayıcılık	Toprak O.M.'nin fraksiyonlarının stabilite ve aktivitesine etkileri
KDK	Kasyon dengesi ve H durumu	Toprak O.M. ve kil içeriği ile korelasyon
Ekstrakte edilebilir N,P	Verimlilik ve N kaybı potansiyelini tanımlayıcılık	Toprak O.M.'sinin transformasyonundan etkileniş
Biyolojik Özellikler		
Mikrobiyal biomass C ve N	Besin elementlerinin salınması ve aktif C ve N havuzu oluşumu	Toprak O.M.'nin öncül indikatörü
Potansiyen mineralize olabilir N	Toprak verimliliği ve N sağlama kapasitesi	Toprak O.M.'nin aktif havuzluğu
Toprak solunumu	Biomass aktivite indikatörlüğü	Toprak O.M.'indeki dönüşümün ve O.M.'deki değişimin öncül indikatörü

Organik Madde İle Toprağın Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toprak organik maddesi toprağın fiziksel özelliklerinden su tutma ve infiltrasyon, havalanma, sıcaklık, agregatlaşma ve bu parametrelerin bir bileşkesi olarak erozyon riski üzerine etki etmektedir (ANONYM 1968).

AB.D'de yapılan bir çalışmada toprak organik maddesi ile erozyon arasındaki ilişkiler incelenmiştir (Çizelge-6). Çizelge-6'dan da izlenebileceği gibi toprakta organik madde miktarı arttıkça erozyon şiddeti azalmaktadır.

Çizelge 6. Toprak organik maddesinin erozyon şiddeti ve yarıyışlı su içeriğine etkileri (SCHERTZ vd. 1985'e atfen MAGDOFF ve VAN ES, 2000).

Toprak	Erozyon	Organik madde (%)	Yarıyışlı Su (%)
Corwin	Zayıf	3.03	12.9
	Orta	2.51	9.8
	Şiddetli	1.86	6.6
Miami	Zayıf	1.89	16.6
	Orta	1.64	11.5
	Şiddetli	1.51	4.8
Morley	Zayıf	1.91	7.4
	Orta	1.76	6.2
	Şiddetli	1.60	3.6

Organik Madde İle Toprağın Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler

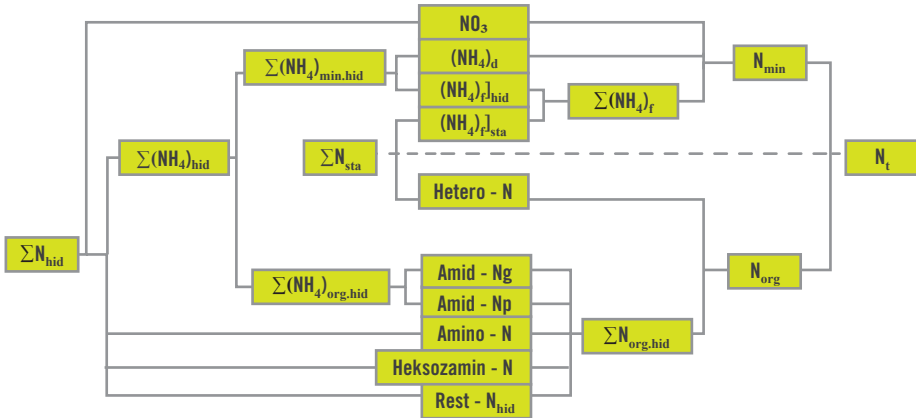
Organik madde, toprağın kimyasal özelliklerinden katyon değişimi, tamponluk, besin elementi sağlama ve besin elementlerinin yarıyışlılığı gibi özelliklerine önemli derecede etki etmektedir.

Uzun dönemli deneme sonuçlarına göre artan düzeyde hayvan gübresi uygulamasının toprağın kimyasal özelliklerine olan etkisi çizelge-7'de verilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre hayvan gübresi uygulamaları ile toprağın O.M, KDK, P ve K içeriği artış göstermiştir .

Çizelge 7. Hayvan gübresi uygulamalarının toprağın kimyasal özelliklerine etkileri (MAGDOFF ve VAN ES 2000).

UYGULAMA DOZU (Ton/Acre/Yıl)					
Parametre	Baş.	Kontrol	10.0	20.0	30.0
pH	6.4	6.0	6.2	6.3	6.4
O.M (%)	5.2	4.3	4.8	5.2	5.5
KDK (me/100g)	17.8	15.8	17.0	17.8	18.9
P (mg/kg)	4.0	6.0	7.0	14.0	17.0
K (mg/kg)	129.0	121.0	159.0	191.0	232.0
Top.Boş.Hac.(%)	-	44.0	45.0	47.0	50.0

Organik madde, bitki besin elementlerinin tümü için önemli bir kaynaktır. Bununla birlikte organik madde ve besin elementi sağlama söz konusu olduğunda azot (N) ön plana çıkmaktadır. Topraktaki toplam N'un çok büyük bir kısmı (%90-95) organik N'tur. Organik N'un çok sayıda fraksiyonu bulunmaktadır (Şekil-9). Bu fraksiyonların bitkilere N sağlama potansiyelleri farklıdır. Aynı zamanda bu fraksiyonların topraktaki miktarı ve dağılımı üzerine çok sayıda faktör (organik maddenin tipi, dozu ve uygulama süresi) etki etmektedir. Ülkemizde yapılan bir araştırmada toprağa ahır gübresi (2 ton/da) uygulaması toprak N fraksiyonlarını ayrı ayrı arttırmıştır. Bu artış en fazla Rest-N_{hid} ile Aminoasit-N formlarında olduğu ve bu fraksiyonun bitkilere N sağlama açısından önemli bir rezerv olduğu rapor edilmektedir (USTA 1983).



Şekil 9: Toprakta N fraksiyonları (BAŞKAYA 1980).

Genel bir kural olmamakla birlikte toprağın % 1'lik organik madde diliminden yılda 1-2 kg N/da'un mineralize olduğu (yarayışlı hale geçtiği) kabul edilmektedir (TISADALE vd. 1993). Bu konuda pratik bilgiler vermesi açısından A.B.D.'de yapılan bir çalışmanın sonuçları Çizelge-8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Toprakta farklı organik madde düzeylerinde serbestlenen azot miktarları (lb/acre) (DIVER 2012), (7 inch'lik yüzey tabakasında 2.000.000 lb toprak).

% O.M	Stabil O.M (lb/acre)	Top. N (lb/acre)	Serbestlenen N (lb/acre)
1.0	20.000	1.000	15-30
1.5	30.000	1.500	22-45
2.0	40.000	2.000	30-60
2.5	50.000	2.500	47-75
3.0	60.000	3.000	45-90
3.5	70.000	3.500	52-100
4.0	80.000	4.000	60-120
4.5	90.000	5.000	67-135
5.0	100.000	5.500	75-150

Kaynak: Soil Fert. and Corn Produc. Univ. Of Missouri Agr. Exp. Sta. Bull.No: 583 (1952)

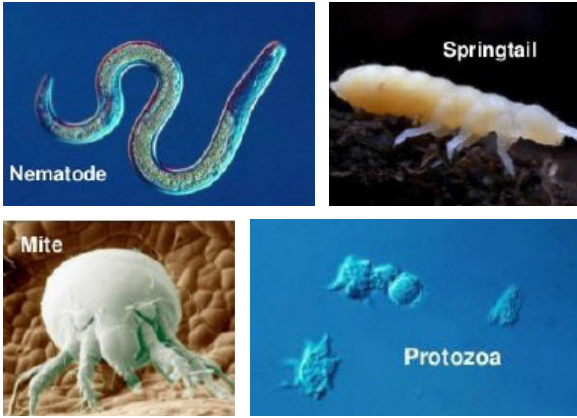
Organik Madde İle Toprağın Biyolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toprak biyolojisi toprak kalitesinin önemli bir indikatörü olarak kabul edilmektedir. Toprakta biyolojik çeşitlilik ve sayısal yeterlilik (biyolojik dinamizm) aynı zamanda önemli bir toprak verimliliği göstergesidir. Bu bağlamda diğer toprak özellikleri yanında özellikle toprak organik maddesi biyolojik dinamizmi etkileyen en önemli parametredir. Organik maddenin veya organik atıkların toprağa düşmesinden (karışması) başlamak üzere son aşamadaki stabil form humus oluşumuna kadar geçen sürenin her aşamasında farklı organizma grupları yer almaktadır. Organik maddenin bileşenleri organizma/ mikroorganizmalar için enerji (C) ve yapı (N) kaynağı olarak işlev görmektedir. Bu nedenle organik materyallerin C/N oranları ayrışma/parçalanma açısından önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Humusun mikrobiyolojik parçalanma/ayrışmaya karşı dirençli olduğu kabul edilmektedir.

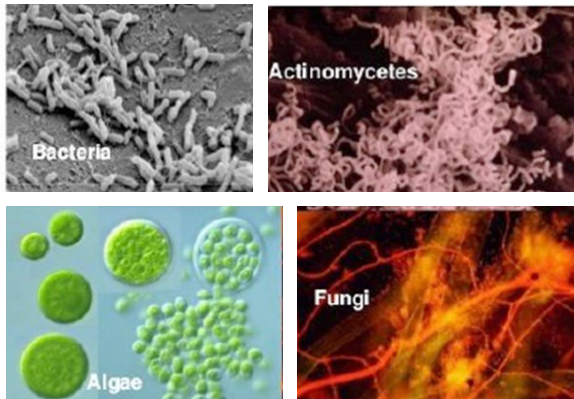
Toprak canlılarına farklı örnekler Şekil-10, 11, 12 ve 13'te; topraklarda ortalama mikroorganizma sayıları Çizelge-10'da; mikroorganizmaların topraktaki dağılışı Çizelge-9'da verilmiştir.



Şekil 10: Toprak canlıları(GÖK 2017).



Şekil 11: Toprak mikrofauna ve mesofaunası (DIVER 2012).



Şekil 12: Toprak mikroflorası (DIVER 2012).



Şekil 13: Toprak bakterileri (GÖK 2017).

Çizelge 9. Mikroorganizmaların topraktaki dağılışı (GÖK 2017).

Mikroorganizma Grupları	Organizma Sayısı/ g. kt
Bakteriler (aerob)	10 5-9
Bakteriler(anaerob)	10 4-6
Aktinomisetler	10 5-7
Mantarlar	10 3-5
Algler	10 3-6

Çizelge 10. Topraklarda ortalama mikroorganizma sayıları (GÖK 2017).

Mikroorganizma Grupları	Birey sayısı/m ²	Ağırlık (g/m ²)
Bakteriler	1014	100
Aktinomisetler	1013	100
Mantarlar	1011	100
Algler	108	20

1 da alanda yaklaşık 275 kg bakteri (10^9 bakteri/g kuru toprak $\times 1.1 \times 10^{-12}$ mg/bakteri = 275 kg/da) olduğu dikkate alındığında mikrobiyolojik dinamizminin toprak kalitesi açısından önemi daha da anlaşılır hale gelmektedir.

Organik ve konvansiyonel tarımın toprak mikrobiyolojik dinamizmine etkilerine yönelik bir çalışmanın sonuçları Çizelge-11'de verilmiştir.

Çizelge 11. Gediz havzasında konvansiyonel ve organik tarım uygulanan bağların toprak mikroorganizmaları açısından karşılaştırılması (ÇENGEL ve OKUR 1995).

Tarım Şekli	Top. Der. (cm)	Azotobakter	Fungus (104)	Aktinomi-set (105)	Aerob Sel. Par. Bak. (104)
Konv. Tarım	0-5	469	4.32	4.35	4.52
	5-10	413	3.21	2.34	2.01
Org. Tarım (1)	0-5	909**	13.12**	7.06**	15.14**
	5-10	672**	6.66**	8.07**	15.14**
Org. Tarım (2)	0-5	1075**	9.67**	5.70**	15.13**
	5-10	974**	3.02**	5.54**	15.12**
Org. Tarım (3)	0-5	1413**	23.17**	4.03**	45.33**
	5-10	772**	16.15**	3.69**	45.42**
Org. Tarım (4)	0-5	572**	60.61**	19.16**	111.22**
	5-10	470**	6.35**	7.57**	45.38**
Org. Tarım (Ort.)	0-5	992	26,64	8,99	46,71
	5-10	722	8,05	6,22	30,27

Bu sonuçlara göre mikrobiyolojik dinamizm açısından önemli mikroorganizma türlerine ait sayıların organik tarım sisteminde, konvansiyonel tarıma göre önemli miktarda yüksek olduğu izlenmektedir.

Gübre ve Pestisit Önerilerinde Organik Maddenin Önemi

Gübre ve pestisit önerilerinde toprağın organik madde durumu dikkate alınmakta ve öneriler organik madde durumuna göre yapılmaktadır. Bu bağlamda İngiltere’de gübre önerilerinde (ADAS) N’lu gübre önerilerinde öncü bitkinin (baklagil veya buğdaygil) durumuna göre hazırlanan 0-1-2 şeklinde sıralanan (0-buğdaygil) bir skalaya ve yetiştirilecek bitkinin N ihtiyacına göre yapılmaktadır (ARCHER 1993). A.B.D’nin kimi eyaletlerinde de laboratavurların kimyasal gübre önerilerinde toprak organik maddesini dikkate aldıkları izlenmektedir (FRANK ve ROETH 1996).

Humik maddelerin, pestisitlerin davranış, performans ve akibetleri ile olan ilişkilerine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır (SENESI 1992). Bu çalışmaların sonuçlarına dayanılarak organik maddenin ; pestisitlerin ve toprakta tutulma, hareket ve sonuçta yıkanma düzeyini adsorbsiyon, katalitik işlemler, çözünürlük etkisi ve fotosentizasyon gibi farklı yollarla etkileyebileceği belirtilmektedir.

Adsorbsiyon, pestisitlerin; bio yararışlılık, toksisite, parçalanma, kalıcılık, hareketlilik, taşınım, akümülyasyon, uçuculuk ve yıkanma karakteristiklerini en çok etkileyen parametredir. Bu bağlamda pestisitlerin topraktaki adsorbsiyon derecesinin bir ölçütü olarak dağılım katsayısı (K_d) kullanılmaktadır.

$$K_d = \frac{\text{Adsorbe Pestisit } \left(\frac{\mu\text{mol}}{\text{kg Toprak}} \right)}{\text{Çözeltideki Pestisit } \left(\frac{\mu\text{mol}}{\text{l}} \right)}$$

Organik Materyallerin Kullanımında Dikkat Edilmesi Gerekli Önemli Noktalar

Organik materyallerin 1-olgunlaştırmaksızın; 2-yüksek dozlarda uzun süreler ile kullanılması durumunda kimi dezavantaj/olumsuzluklar ortaya çıkabilir. Sürdürülebilir tarım ve toprak kalitesi açısından bu durumların dikkate alınması yararlı olacaktır. Bu olumsuzluklar: 1-Hastalık ve Zararlı problemi; 2-Nem ve Havalanma Problemleri; 3-Mikrobesin (Fe, Zn, Cu) Elementi Noksanlıkları ve Toksikitesi (Mn); 4-Alleopatik Etkiler'dir (WOLF 2000).

Örneklerle Ülkemiz Tarımında Organik Maddenin Yeri ve Önemi

Ülkemiz topraklarının organik madde durumu genelde fakirdir. Aynı zamanda farklı organik materyallerin (hayvan gübreleri, yeşil gübre, kompost v.b) tarımda kullanımının da son derece yetersiz olduğu izlenmektedir. Ege Bölgesinde bağcılığın yoğun olarak yapıldığı önemli üretim merkezlerinden (Alaşehir-Manisa) birinde yapılan bir anket çalışmasının sonuçları (Çizelge-12) de verilmiştir. Anket sonuçları ülkemiz tarımında organik gübre ve materyallerin kullanım durumunu çarpıcı şekilde ortaya koymaktadır.

Çizelge 12. Alaşehir- Manisa bağ üreticilerinin gübre Kullanım durumlarına ilişkin anket çalışması sonuçları (ÇELİK 2012).

Alaşehirli bağlı 10 köyde her köyden 10 çiftçi ile (toplamda 100 çiftçi) Anket Sonuçları				
Sorular	Cevaplar	Min.	Max.	Ort.
Kaç yıllık çiftçisiniz?	-	3	40	20
Kaç dakar bağınız var?	-	5	550	40
Yeşil gübreleme	96 Hayır	-	4	
Ahır gübresi (ton/da)	99 Hayır		1	
Yaprak gübresi	100 Evet			
Kullanılan gübreler (kg/da)	Çiftçi sayısı	Min. (kg/da)	Max. (kg/da)	Ort. (kg/da)
DAP	44	15	50	25
Amonyum Sülfat	65	20	60	30
Amonyum Nitrat	40	5	40	20
Potasyum Sülfat	85	5	60	15
Potasyum Nitrat	38	5	40	15
ÜRE	11	5	30	15
TSP	18	5	65	15
20-20-0	20	5	50	20
15-15-0	36	5	70	20

Bir diğer örnek yine Köprübaşı-Manisa'da badem ve zeytincilik için yeni alanların tarıma açılması ve bu alanlarda yeşil gübrelemeye yer verilmesine ilişkindir (Şekil 14-16).



Şekil 14. Köprübaşı-Manisa bahçe tesisi hazırlıkları



Şekil 15. Köprübaşı-Manisa bahçe tesisi dikim sonrası (solda); yeşil gübreleme çalışmaları.



Şekil 16. Köprübaşı-Manisa yeşil gübreleme çalışmaları

Alaşehir örneği ülkemizde organik madde kullanımının yaygınlaştırılması/ özendirilmesi; Köprübaşı-Manisa örneği yeşil gübrelemenin toprak organik maddesinin artırılması ve buna bağlı olarak toprak verimliği /erozyon kontrolü açısından çarpıcı 2 örnektir.

Kaynaklar

ANONYM (1968) Organic Matter and Soil Fertility. Pontificia Academia Scientiarum. North-Holand Pub. Comp. Amsterdam and Wiley Interscience Division.

ARCHER, J. (1993) Crop Nutrition and Fertiliser Use. 2nd Ed. Farming Press Ltd. Wharfedale Road, Ipswich, Suffolk.

BAŞKAYA, H.S. (1980) Ankara Yöresinde Farklı Ekim Nöbetleri Uygulanan Kahverengi Toprakta Azot Formlarının Profillerdeki Dağılımları. A.Ü. Ziraat fak. Toprak Bölümü ,Ankara . (Doç Tezi).

BRADY, N.C., WEIL, R.R. (1999) The Nature and Properties of Soils. 12th Ed. Pearson Educ. Inc.

ÇELİK, S.M. (2012) Bağların Gübrelenmesi ve Alaşehir Bağcılığında Gübreleme. E.Ü. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Bornova-İzmir (Diploma Tezi).

ÇENGEL, M., OKUR.(1995) Gediz Ovası Topraklarında Uygulanan Organik (Biyolojik) Tarımın Mikrobiyolojik Aktivite ve Çevre Üzerine Etkileri. I. Gediz Havzası Erozyon ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 191-202. 10-11 Ekim 1995.

DIVER, S.(2012) Managing Organic Matter for Soil Health and Fertility. Resilient Farmer Workshop April 28, 2012. Kerr Center for Sustainable Agr. Poteau, OK. (<http://www.slideshare.net/MauraMcDW/managing-organic-matterforsoilhealthfertility42812> Erişim tarihi: 21-12-2017).

DORAN, J.W., and PARKIN, T.B. (1994) Defining and Assessing Soil Quality. (In :Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Eds: J.W. Doran et al.) SSSA Spec. Publ. 35. Madison, Wis.p. 5-7.

FRANK, K. D. ve ROETH, F. W.(1996) Using Soil Organic Matter to Help Make Fertilizer and Pesticide Recommendations.(In:Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation.Eds :Magdoff et. al.)SSSA Special Pub. 46., p. 33-40.

GÖK, M. (2017) Kişisel görüşme.

LARSON, W.E. and PIERCE, F.I. (1991) Conservation and enhancement of soil quality. p. 175-203. In Evaluation of Sustainable Management in the Developing World. Vol 2. IBSRAM Proc. 121(2). Thailand Int. Board for Soil Res. and Management, Bangkok.

MAGDOFF, F., VAN ES, H. (2000) Building Soils for Better Crops. 2nd Ed. Sustainable Agric. Network Hand book series Bool. No.4.

- PARR, J.F., PAPENDICK, R.I., HORNICK, S.B. and MEYER, M.E. (1992). Soil Quality: Attributes and Relationship to Alternative and Sustainable Agriculture. Am. J. Altern. Agric. 7:5-11.
- SENESE, N. (1992) Binding Mechanism of Pesticide to Humic Substances. The Science of the Total Environment 123/124 :63-76.
- SIKORA, L. J., YAKOVCHENKO, V., CAMBARDELLA, C. A. ve DORAN, J. W. (1996) Assessing Soil Quality by Testing Organic Matter (In: Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation. SSSA Special publication 46 . p:41-50.
- STEVENSON, F.J. (1982) Humus Chemistry. John Wiley and Sons, USA.
- STEVENSON, F.J., COLE, M.A. (1999) Cycles of Soils. John Wiley and Sons. New York
- TISDALE, S. L., NELSON, W. L., BEATON, J. D. ve HAVLIN, J. L. (1993) Soil fertility and fertilizers, New York, Macmillan publishing company.
- USTA, S. (1983) Ankara Yöresi Buğday Nadas Ekim Nöbeti Uygulanan ve Ahır Gübresi Verilen Tarla Toprağında Azot Formlarının Tüm Ekim Nöbeti Periyodu Boyunca Dağılımları Üzerinde Bir araştırma . A.Ü. Zir Fak. Toprak böl. Ankara. (Doktora Tezi).
- WOLF, B. (2000) The Fertile Triangle. Food Products Press, New York

TOPRAKLARDA ORGANİK MADDE KAYNAĞI OLARAK ATIKSU ARITMA ÇAMURLARININ KULLANIM OLANAKLARI

BARIŞ BÜLENT AŞIK, A. VAHAP KATKAT

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Özet

Ülkemiz toprakları incelendiğinde verimlilik ve bitki gelişimini engelleyen özelliklerinin genelde kireç, pH, organik madde vb. olduğu görülmektedir. Bu amaçla topraklarda noksan bulunan bitki besin elementlerinin kimyasal gübrelerle giderilmesinin yanı sıra bu olumsuz özelliklerin de ıslah edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle toprakların organik madde içeriklerinin artırılması amacıyla çeşitli organik kökenli kaynaklar kullanılmaktadır. Ancak organik kaynakların yeterli düzeyde sağlanamaması ve bu kaynakların sınırlı olması nedeniyle bu amaçla atıksu arıtma çamurlarının kullanılması düşünülebilir. Arıtma çamurlarının içermiş olduğu organik madde, N, P ve kimi bitki besin elementleri göz önüne alındığında önemli bir gübre ve toprak düzenleyicisi olarak görülebilir. Ancak bu çamurların topraklara uygulanmasında çamur özelliklerine bağlı olarak kimi sakınca ve sınırlamalar bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Toprak, organik madde, atık su arıtma çamuru.

SEWAGE SLUDGE as an ALTERNATIVE to INCREASE SOIL ORGANIC MATTER

Abstract

When our soils are examined the soils have shown some features (calcium carbonate, pH, organic matter etc.) which prevent plant growing and soil fertility. In this purpose, the rehabilitation of these negative features are needed as well as elimination of soil nutrient deficiencies with chemical fertilizers. Therefore some organic fertilizers are being used one the purpose of being improved organic matter content of soils. But in our country because of the limited organic fertilizer resources we can think to use sewage sludge as an organic matter resource. Sewage sludge contains high organic matter N, P some other plant nutrients. When these characteristics' are taken into consideration, sewage sludge is seen as a good soil regulator. But in the application of these sludges to soils there are some disadvantages and limitations depending on sludge properties.

Keywords: Soil, organic matter, waste water sludge.

Giriş

Bitkisel üretimde geleneksel olarak süregelen kimyasal gübre kullanımı, toprakları kimyasal yönden desteklemekte, ancak fiziksel ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle toprakların organik maddece de desteklenmesi gerekmektedir. Ancak bu amaçla toprağa uygulanabilecek ahır gübresi ve diğer organik gübrelerin sağlanamaması ya da maliyet sorunları nedeniyle yeterli miktarda uygulanamaması sonucu topraklarda organik madde sorunu ortaya çıkmakta ve toprak verimliliği önemli düzeyde etkilenmektedir.

Organik madde, sürdürülebilir toprak yönetimi noktasında; yaygın olarak verimliliğin çok önemli bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Toprak organik maddesi bitkisel ve hayvansal atıklardan oluşmaktadır. Bu atıkların parçalanması sonucunda meydana gelen humus; bitkisel ve hayvansal atıkların mikroorganizma aktivitesi ile ayrışma ve parçalanması sonucu oluşan, rengi kahverengiden siyaha kadar değişebilen oldukça stabil ve homojen bir maddedir. Toprak bilimi terminolojisinde organik madde deyimini ile genellikle humus ifade edilmektedir (KONONOVA 1961).

Toprak organik maddesi, toprakların çok düşük bir yüzdesini oluşturmalarına rağmen tarımsal açıdan toprak verimliliğini ve yapısını etkileyen son derece önemli toprak bileşenidir. Humus, topraktaki kil minerallerinin etrafını kaplar, kil minerallerinin birbirine bağlanmasını engelleyerek bu moleküllerin değişim kapasitelerini artırır. Yüksek katyon değişim kapasitesi ile kimyasal gübrelerin bitki tarafından daha iyi kullanımını sağlar ve kök bölgesinden uzaklaşmasını engeller, Fe^{+3} , Cu^{+3} , Zn^{+3} gibi yüksek değerlikli katyonlarla birleşerek şelatlar oluşturur ve bu katyonların yüklerini nötralize ederek bitkiler tarafından alınımını kolaylaştırır. Toprakta mikroorganizma faaliyetlerini artırır. Bu nedenlerden dolayı son yıllarda toprağa organik madde verilmesi, humus kaynaklarının bitki gelişimi ve toprak özellikleri üzerine etkilerine yönelik araştırmalar hız kazanmış ve bu amaca yönelik olarak çeşitli organik atıkların topraklara uygulanması bir alternatif olarak ele alınmıştır.

Hava, su ve toprak kirliliğinin giderek artış gösterdiği günümüzde, çevre sorunları ön plana çıkmış AB ile uyum çalışmaları çerçevesinde üretim yapan işletmelere arıtma tesisi yapma zorunluluğu getirilmiştir. Arıtma tesisi yapan işletme sayısı artış gösterdikçe bu tesislerden ortaya çıkan arıtma çamuru miktarlarında da artış meydana gelmiştir. Arıtma çamuru; kendiliğinden çökelebilen katı maddeler ile biyolojik ve kimyasal işlemler sonucunda çökebilir ve yüzdürülebilir hale getirilen katı maddelerin atık sudan ayrılmasıyla oluşmaktadır. Toprakların organik madde içeriklerinin artırılması amacıyla son yıllarda arıtma çamurlarının topraklara uygulanması konusunda çalışmalar yürütülmektedir (AŞIK ve KATKAT 2010, AŞIK vd. 2016).

Türkiye Topraklarının Organik Madde Durumu

Ülke toprakları incelendiğinde, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyen önemli bir faktör olan organik madde yönünden toprakların oldukça fakir olduğu görülmektedir (*Çizelge 1*).

Türkiye geneline bakıldığında Türkiye topraklarının organik madde kapsamının genelde az olduğu görülür. Organik madde kapsamı az olanlar, en fazla alanı kaplamaktadır (14 366 661 ha). Bunu sırası ile organik madde kapsamı orta olan topraklar (7 423 594 ha), çok az olan topraklar (7 043 549 ha), iyi olan topraklar (2 485 103 ha) ve yüksek olan topraklar izlemektedir (1 494 632 ha). Topraktaki organik madde miktarı iklim, toprak tekstürü, topografya, drenaj, toprağa düşen bitki materyalinin bileşimi ve toprağa uygulanan işlemlerle yakından ilgilidir.

Çizelge 1. Türkiye topraklarının kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri (EYÜPOĞLU 1999).

Özellik	Sınıflar %					
pH	< 4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.5	>8.5
	0.35	1.65	5.36	29.86	62.00	0.78
Organik Madde	< %1.0	%1-2	%2-3	%3-4	>% 4	
	21.47	43.78	22.62	7.57	4.56	
Kireç	< %1	%1-5	%5-15	%15-25	>%25	
	23.08	18.30	25.14	16.65	16.83	
Tuzluluk	<%0.15	%0.15-0.35	%0.35-0.65		>%0.65	
	95.51	3.54	0.67		0.28	
Bünye	Kumlu	Tınlı	Killi Tınlı	Killi	Ağır Killi	
	3.27	50.49	41.45	4.74	0.05	

Organik Maddenin Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi

Toprakların Fiziksel Özelliklerine Etkileri

Toprakların işlenebilmesi ve kullanımını belirleyen önemli faktörlerden birisi de toprağın fiziksel özellikleridir. Toprakların yapısı, bünyesi, havalanması, ısınması, tava gelmesi, su tutma kapasitesi, bireysel toprak parçacıklarının birbirine bağlanması gibi toprak özellikleri, fiziksel özellikler olarak değerlendirilir.

- Toprağın su tutma kapasitesini artırır. Böylece bitkinin ihtiyacı olan su toprakta tutulmuş olur. Ayrıca fazla yağmur sularının hızla toprak yüzünden akıp gitmesini ve bununla ilgili olarak toprak erozyonu önlenmiş olur.
- Toprağın iyi strüktür kazanmasına katkı yapar ve killi topraklarda kaymak tabakası oluşumunu önler.
- Kumlu toprakların ve ağır killi toprakların özelliklerini düzenler. Rüzgar erozyonunun etkisinde bulunan kumlu topraklarda erozyon kontrolü bir dereceye kadar organik maddenin fazlalaştırılması ile sağlanabilir.

Toprağın Kimyasal Özelliklerine Etkisi

1. Organik toprak kolloidlerinin katyon değişim kapasiteleri yüksek olduğundan topraktaki bitki besin elementlerinin toprakta tutulmalarını sağlarlar.
2. Organik madde topraktaki özelliklerle başta N olmak üzere diğer bitki besin elementlerinin de kaynağı durumundadır.
3. Organik madde toprağın tamponlama kapasitesini artırır.

Toprağın Biyolojik Özelliklerine Etkileri

1. Topraklarda mikroorganizmalar yaşamlarını devam ettirebilmek için beslenmeye ve enerjiye gereksinim duyarlar. Topraklardaki mikroorganizmaların temel besin ve enerji kaynağı ise organik maddedir. Organik madde fazla olunca mikroorganizmaların faaliyeti de fazla olur. Bu sayede fazla miktarda bitki besin elementi açığa çıkar. Ayrıca organik madde iyi havalanma ve su tutmayı sağlayarak toprakta mikroorganizmaların gelişmelerine uygun bir ortam oluşturur.
2. Organik maddenin diğer bir biyolojik etkisi de bitki köklerinin gelişmesi için iyi bir ortam hazırlamasıdır.

Organik Madde Kaynakları

Ahır gübreleri

Organik madde kaynaklarının başında büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının atıkları gelmektedir. Bunlar organik madde yanında önemli birer besin elementi kaynağıdır. Tavuk gübrelerinin gübre değeri, büyükbaş hayvan gübresine göre daha yüksektir. Bu gübrelerin toprağa uygulanmasında özellikle azot içeriklerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca taze gübrelerin uygulanması durumunda bitkilere toksik etki yapabilir.

Bitkisel atıklar

Bitkisel atıklar arasında; park ve bahçelerde ortaya çıkan ağaç yaprakları, budama atıkları, biçilen çim atıkları sera üretim artıkları, meyve veya tohumları alınmış

bitki sap ve artıkları, bozulmuş yem, saman ve silaj atıkları, toprağın yüzeyine uygulanabilecek veya içine karıştırılabilecek organik madde kaynaklarıdır.

Gıda endüstrisi atıkları

Sebze-meyve işleyen gıda endüstrisi, süt ürünleri sanayi ile büyükbaş ve kanatlı kesimhaneleri yıl boyunca fazla miktarda organik atık üretmektedir. Çoğunlukla arıtma çamuru ve sıvı atık olarak ortaya çıkan bu atıkların C/N oranı düşük olduğu için mikrobiyal aktivite çok fazla olduğunda ya da kötü yönetildiğinde, ciddi koku problemi oluşturmaktadır. Bu tür atıklar gübre sağlama değerleri yüksek olduğu için hem gübreleme ve hem de sulama suyu amacıyla değerlendirilebilecek kaynaklardır.

Yeşil gübreleme

Toprakların organik madde içeriğini artırmak amacıyla uygulanacak yöntemlerden birisi de yeşil gübrelemedir. Bu amaçla yetiştirilebilecek çok sayıda bitki türü olmakla birlikte, en iyisi kışlık tek yıllık baklagil bitkileridir. Özellikle yoğun sebze ekiminin yapıldığı sulanan alanlarda fiğ ve bakla gibi kışlık tek yıllık baklagiller kasım ayında ekilerek çiçeklenme döneminde, mayıs ayı başında toprağa karıştırıldığında, 2 ton çiftlik gübresine eşdeğer organik madde ve bir torba %26'lık Amonyum Nitrat gübresine bedel azot bırakmaktadır. Kışın ekilen bitkiler toprakta var olan gübre elementlerini de bünyelerine alarak yağışın bol olduğu kış aylarında topraktan uzaklaşmasına engel olup, verimliliği sürdürmede yardımcı olmaktadır.

Atık su arıtma çamurları

Son yıllarda çevre bilincinin artmasıyla birlikte kurulması ve çalışması zorunlu hale gelen arıtma tesislerinde, atık suların arıtılmasından geriye kalan arıtma çamuru miktarı giderek artmaktadır. Günümüzde doğal çevrenin korunması ve sürdürülebilir olarak devam edebilmesi çok önemli olduğundan arıtma çamurlarının çevreyle uyumlu bir şekilde yok edilmesi büyük önem taşımaktadır. Arıtma çamurlarının ne şekilde değerlendirileceği, ülkelerin çevresel yaklaşımında önemli yer tutmaktadır.

Atıksu Arıtma Çamurlarının Topraklara Uygulanması

Arıtma Çamurlarının Genel Özellikleri

Atıksuların niteliğinin ve atıksuları arıtan tesislerin plan ve işletmelerinin çok farklı olması nedeniyle çamur özellikleri de çok değişkendir. Ayrıca çamura uygulanan işlemler de arıtma çamurunun niteliğini değiştirmektedir. (SOMMER 1977). Arıtma çamurlarının tarımsal kullanım değeri göz önüne alındığında; organik madde ve bitki besin elementleri içeriğinin yanı sıra özellikle çevreye zararlı toksik elementler, patojen mikroorganizmalar ve parazitik organizmaların yumurtalarını içerebilmekte olduğu göz ardı edilmemelidir (BİLGİN vd. 2002).

Patojen mikroorganizmalar, hastalık yapabilecek organizmalar veya maddelerdir. Özellikle kanalizasyon kaynaklı arıtma çamurları insan, hayvan ve bitki sağlığına zararlı organizmalar (bakteri, virüs, protozoa, helminth) içerebilmektedir. Çizelge 2’de arıtma çamurlarında bulunabilecek patojen organizmalar verilmiştir. Çizelge 3’de ise kimi patojenlerin topraktaki yaşam süreleri verilmiştir.

Arıtma çamurlarının içindeki organik bileşikler özellikle arıtma çamurunun meydana geldiği sanayi kuruluşunun faaliyet alanına göre değişmektedir. Bu bileşikler arasında özellikle polychlorinatedbiphenyls (PCBs), fenoller ve pestisidler yer almaktadır (EUROPEAN COMMISSION 2001) (Çizelge 4).

Arıtma çamurlarının toprağa uygulanmasında önemli olan ve kritik değerleri belirtilen ağır metaller Arsenik (As), Kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Civa (Hg), Molibden (Mo), Nikel (Ni), Selenyum (Se), Çinko (Zn)’dur. Özellikle Cd düşük konsantrasyonlarda bile zehir etkisine sahiptir (Çizelge 5).

Çizelge 2. Arıtma çamurunda bulunan patojenler (KOWAL 1985, US EPA 1989)

	Patojenler	Hastalık ve Simptomları
Bakteri	Shigella sp. Salmonella sp. Salmonellatyphi Vibriocholerae Bağırsak patojenleri Escherichia coli Yersinia sp Campylobacterjejuni	Tizanteri Salmonellosis Salmonellosis Kolera Mide ve bağırsak iltihabı İshal ve karın ağrısı Mide ve bağırsak iltihabı
Virüs	Hepatittis A virus Norwalkvirus Rotavirus Coxsackievirus Echovirus	Karaciğer iltihabı, sarılık İshal Akut bağırsak ağrısı ve ishal Menenjit, akciğer iltihabı, sarılık Felç, beyin iltihabı, ishal vb.
Protozoa	Entamoebahistolytica Giardialambliya Cryptosporidium sp. Balantitum coli	İnce bağırsak iltihabı İshal, karın ağrısı, kilo kaybı Mide ve bağırsak iltihabı İshal ve dizanteri
Helminth	Ascaris sp. Taenia sp. Necatoramericanus Trichuristrichuria	Öksürük ve göğüs ağrısı Sinirlilik, uykusuzluk, iştahsızlık Bağırsak hastalıkları Karın ağrısı, ishal, kansızlık, kilo kaybı

Çizelge 3. Arıtma çamurlarındaki patojen organizmalar ve bunların topraktaki yaşam süreleri

Patojenler	Toprakta yaşam süresi, gün
Coliform	<38
Streptococci spp.	35-63
Salmonella spp.	15-280
Shigella spp.	<42
Microbacterium spp.	>180
Leptospira spp.	15-43
Entamoeba histolytica	6-8
Enterovirus	<8
Ascaris spp. yumurtası	<7 yıl
Hookworm larvası	42-180
Taniasagiata yumurtası	90-365
Poliovirus	<100

Çizelge 4. Arıtma çamurunda bulunabilecek kimi organik bileşikler

Pestisitler	PCB
Aldrin Dieldrin DDT/DDE/DDD 2,4-D Heptachlor Lindane Malathion	Halogenatedaliphatics Chloroform Carbontetrachloride Tetrachloroethylene Trichloroethylene Vinylchloride
Monocyclicaromatics	PCDD ve PCDF
Benzene Toluene Xylene Ethylbenzene	Phenols Chlorophenol Pentachlorophenol Phenol Phthalateesters Diethylhexylphthalate
PAH	Surfactants LAS Nonylphenol
Pyrene Fluranthrene Benzo-[a]-pyrene Benzo-[b]b-pyrene	

Çizelge 5. Toprak-bitki sisteminde kimi ağır metallerin transfer katsayısı

Ağır metaller	Transfer katsayısı
Cd	1-10
Zn	1-10
Se	0.1-10
Cu	0.1-1
Ni	0.1-1
Cr	0.01-0.1
Hg	0.01-0.1
Pb	0.01-0.1
As	0.01-0.1

Aritma çamurlarının toprağa uygulanma aşamasında içermiş olduğu organik madde nedeniyle başta toprakların yetersiz organik madde kapsamalarının artışı sağlanmaktadır. Ayrıca içerdiği N ve P başta olmak üzere kimi besin elementleri içeriği nedeniyle de bitki gelişimini ve toprak verimliliğini artırabilecek çok uygun materyal olarak düşünülmektedir. Ancak arıtma çamurları meydana geldiği atıksuyun özellikleri ve uygulanan işlemlere bağlı olarak özellikleri de değişiklik göstermektedir. Arıtma çamurlarının bileşiminin zamana ve orijinine (kentsel, endüstriyel, gıda vb) ve tipine (aerobik, anaerobik) göre çok geniş sınırlar içerisinde değişim göstermektedir (SOMMERS 1977; JACOBS ve MCCREARY 2001 ; AŞIK vd. 2016). Farklı kökenli arıtma çamurlarının tarımsal özelliklerinin belirlenmesi ve kullanım olanaklarının araştırılması amacıyla Bursa ili ve çevresinde faaliyet gösteren başta gıda sanayi olmak üzere farklı arıtma tesisi atık çamurlarından iki yıl süreyle alınan örneklerde en yüksek ve en düşük değerler Çizelge 6'da verilmiştir.

Özellikle pH ve EC yönünden çamurların toprak özellikleri üzerine etkisi çok önemlidir. Uygulama ile toprak pH'sındaki değişimler topraktaki bitki besin elementi yarayışlılığını etkilemektedir. Ayrıca içermiş olduğu tuzlar nedeniyle toprak EC değerinin artmasına neden olmaktadır. Aşırı uygulamalar sonucu toprak tuzluluğu bitki gelişimini engelleyecek düzeylere ulaşabilmektedir (JACOBS ve MCCREARY 2001).

Aritma çamurlarının içermiş olduğu azot ve fosfor tarımsal uygulamalarda üzerinde önemle durulması gereken bir faktördür (GILMOUR ve SKINNER 1999). Burada temel prensip, arıtma çamurunu topraklara uygun düzeylerde uygulamaktır. Yani yıllık olarak toprağa uygulanması planlanan arıtma çamurunun, içermiş olduğu azot ve fosfor miktarı bitkinin ihtiyacını geçmeyecek düzeyde hesaplanmalıdır. Aksi takdirde özellikle çamurun içermiş olduğu $\text{NH}_4\text{-N}$ ve $\text{NO}_3\text{-N}$, uygulama sonrası topraklarda oluşabilecek yıkanma ile yer altı suları ve su kaynaklarında önemli sorunlara neden olabilir. İyi özellikler taşıyan arıtma çamurlarının topraklara uygulanması ile sağlanabilecek yararlar oldukça fazladır (Çizelge7).

Çizelge 6. Kimi arıtma çamurlarının tarımsal özellikleri

ÖZELLİK	SOMMERS 1977	ROSENANI vd.2004	AYDINALP vd.2011
pH	-	3.57-6.43	5.95-10.17
EC, mS cm ⁻¹	-	-	1.34-33.19
Organik C, %	6.5-48.00	6.13-48.21	14.42-44.94
Toplam N, %	<0.1-17.6	0.68-2.90	1.34-6.78
C:N oranı	-	6.90-37.94	5.67-17.10
NH ₄ -N, mg kg ⁻¹	5-67 600	-	iz-1684.8
NO ₃ -N, mg kg ⁻¹	2-4 900	-	iz
Toplam P, %	<0.1-14.3	0.238-1.62	0.096-3.01
Alınabilir P, mg kg ⁻¹	-	-	24.72-4141.0
Toplam K, %	0.02-2.64	0.040-0.121	0.010-6.433
Toplam Na, %	0.01-3.07	-	0.071-4.942
Toplam Ca, %	0.12-25.0	0.422-2.16	0.656-18.98
Toplam Mg, %	0.03-1.97	0.027-0.290	0.036-1.896
Toplam Fe, %	<0.1-15.3	1.22-4.01	0.152-20.84
DTPA eks. Fe, mg kg ⁻¹	-	-	92.68-1049.0
Toplam Zn, mg kg ⁻¹	101-27 800	153-7012	123.2-44587.5
DTPA eks. Zn, mg kg ⁻¹	-	-	36.97-1612.0
Toplam Cu, mg kg ⁻¹	84-10 400	63-732	17.03-1051.5
DTPA eks. Cu, mg kg ⁻¹	-	-	1.11-84.61
Toplam Mn, mg kg ⁻¹	18-7 100	32-420	111.5-4596.2
DTPA eks. Mn, mg kg ⁻¹	-	-	8.47-128.5

Çizelge 7. Arıtma çamurunun toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkisi (SINGH ve GRAWAL 2008)

Sağlanan yararlar	Oluşabilecek zararlar
Önemli bir organik madde kaynağıdır.	Yüzey ve yeraltı sularında besin elementi içeriği nedeniyle ötrofikasyona neden olabilir
Bitki besin elementleri (N, P ve mikro elementler) içermesi ve bunların yavaş etkili özellikte olması nedeniyle uzun süreli etki sağlanabilir.	Yanlış uygulamalarda topraklarda besin dengesinin bozulması söz konusu olabilir.
Değerli bir fosfor kaynağıdır.	Arıtma çamuru uygulama miktarının sınırlı olmasıdır.
İçerdiği demir kimyasal gübrelere göre daha yararlıdır.	Toprakların pH ve tuzluluğunu artırarak bitkilere olumsuz etki yapabilir.
Toprak strüktür gelişimine yardımcı olur.	Kimi çamurların zararlı organik bileşikler, patojenler ve ağır metalleri içerebilmesi nedeniyle uygulama yapılan bölgede otlayan hayvanlarda ve o bölgede yetişen ürünleri tüketen insanlarda sağlık sorunlarına yol açabilir.
Toprak kaybını azaltır.	
Organik formda azot içerdiği için kimyasal azotlu gübrelere nazaran yeraltı suyu kirliliği açısından daha avantajlıdır.	
En ucuz çamur bertaraf yöntemi olması nedeniyle ekonomiktir.	

Atıksu Arıtma Çamurlarının Topraklara Uygulanmasına Dair Sınırlamalar

Günümüzde doğal çevrenin korunması ve sürdürülebilir olarak devam edebilmesi çok önemli olduğundan, atık çamurların çevreyle uyumlu bir şekilde yok edilmesi büyük önem taşımaktadır. Arıtma tesisinde oluşan çamurlar, çeşitli kademelelerde işlem gördükten sonra son olarak yok edilmesine yönelik çeşitli alternatifler (düzenli depolama, araziye uygulama, kimyasal sabitleme, termik yöntemler) bulunmaktadır (FİLİBELİ 1998).

Düzenli depolama işlemi arıtma çamurları belli bir nem düzeyinde olma koşuluyla halk sağlığına ve güvenliğine zarar vermeyecek şekilde depolanması ve üzerinin örtülmesidir. Ancak burada arıtma çamurlarının içermiş olabileceği ağır metaller ve toksik maddeler dolayısıyla yağışlarla birlikte yeraltı suyu kirliliğine neden olma ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Arıtma çamurlarının arazide bertarafı içermiş olduğu organik madde ve mineral tuzlar nedeniyle toprak özelliklerini iyileştirerek erozyonu engellemeye ve bitki için gerekli besin elementle-

rinin sağlanmasına faydalı olarak düşünülebilir. Ancak bu amaçla kullanılacak arıtma çamurlarına bazı ön işlemler uygulanarak çevresel etki açısından zararsız hale getirilmesi ve ayrıca değişebilecek yeraltı suyu kalite değerleri sürekli izlenmesi gereklidir. Kimyasal sabitleme işlemi ile atık maddeler bağlayıcı maddeler ile bazı özel işlemlerden geçirildikten ve zararlı kirleticiler en az düzeye indirildikten sonra depolama alanlarında veya değişik şekillerde (örtü materyali, katkı maddesi vb.) değerlendirilebilir. Termik yöntemlerde nemi uzaklaştırılan çamurlar özel fırınlarda yakılmaktadır.

Arıtma çamurlarının toprağa uygulanmasında temel amaç bu çamurların çevreye olumsuz etkisini en aza indirmek ve ekonomik açıdan en uygun yöntem olan tarımsal amaçlı kullanımını sağlamaktır.

Arıtma çamurlarının toprağa uygulanması ve tarımsal amaçlı kullanımı ile ilgili Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından 1993’de düzenlenen ve “40 CFR Part 503”, Avrupa Birliğine üye ülkeler tarafından kabul edilen ve “86/278/EEC” olarak bilinen yönetmelikler hazırlanmıştır.

US EPA tarafından hazırlanan yönetmelikte arıtma çamurlarını A sınıfı (güvenli) ve B sınıfı (bazı kısıtlamalarla kullanılabilir) olarak ikiye ayırmıştır. Bu yönetmelikte A sınıfı çamurların doğrudan araziye uygulanması için gerekli parametreler belirtilmiştir. Özellikle patojen giderimini sağlayan dezenfeksiyon yöntemleriyle muamele edilmesi (*kompostlama, ısı ile kurutma, ısıl işlem, termofilik aerobik stabilizasyon, beta ve gama ışını ile ışınlama, pastörizasyon*) gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca bu A sınıfı arıtma çamurlarının ticari olarak satılmadan önce *fekalkoliform* ve *salmonella* miktarının belirtilen sınırı aşmaması gerekir. Bununla birlikte B sınıfı olarak değerlendirilen ve kullanımı sınırlandırılan arıtma çamurlarını için de bazı parametreler belirtilmiştir. B sınıfı arıtma çamurunda da *fekalkoliform* içeriği ve *fekalkoliform* sayısını belirtilen sınıra düşürebilecek stabilizasyon yöntemlerinin (*aerobik stabilizasyon, hava ile kurutma, anaerobik çürütme, kompostlama, kireç stabilizasyonu*) uygulanması gerektiği bildirilmiştir. USEPA’nın uygulamasına benzer şekilde Avrupa Birliği ülkeleri tarafından hazırlanan taslak yönetmeliğinde de arıtma çamurları iki sınıfa ayrılmıştır. Arıtma çamurları “yüksek standartlı” ve “geleneksel standartlı” olarak belirtilmiştir. Belirtilen standartlar için istenen dezenfeksiyonun sağlanması için uygulanması gereken stabilizasyon yöntemleri ayrıca belirtilmiştir.

Bu konuda ülkemizdeki yasal mevzuat ve önlemler incelendiğinde ise, arıtma çamurlarının tarımda kullanılması ile ilgili olarak 3 Ağustos 2010 tarih ve 27661 sayılı “Evsel Ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik” de arıtma çamurlarının toprağa uygulanmasıyla ilgili kriterler belirtilmiştir (ANONİM 2010).

Bu Yönetmeliğin amacı; arıtma çamurlarının toprakta kullanımında gerekli önlemlerin alınması esaslarını sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir se-

kilde belirlemektir. Ayrıca bu yönetmelik evsel ve kentsel atıksuların arıtılması sonucu ortaya çıkan arıtma çamurlarının toprağa, bitkiye, hayvana ve insana zarar vermeyecek şekilde, toprakta kontrollü kullanımına ilişkin teknik ve idari esasları kapsamaktadır. Yönetmelikte “stabilize arıtma çamurunu”, biyolojik ayrışabilirliği ve kullanımından kaynaklanan sağlık tehlikelerini önemli ölçüde azaltmak üzere, biyolojik, kimyasal ya da ısıl işlemden, uzun süreli depolama ya da diğer uygun işlemlerden geçirilen evsel ve kentsel arıtma çamurları şeklinde tanımlanmaktadır.

Yönetmelikte atıksu arıtma çamurlarının topraklara uygulanması ile ilgili olarak aşağıdaki sınırlamalar getirilmiştir.

- a) Stabilize arıtma çamurunun toprakta kullanılabilmesi için Çizelge 8-9’de verilen değerlerin hiçbirinin aşılmaması şarttır. Ayrıca arıtma çamuruna uygulanan stabilizasyon yöntemi sonucunda E. coli’nin en az 2 Log10 (% 99) indirgenmesi sağlanmalıdır

Çizelge 8. Toprakta Kullanılabilecek Stabilize Arıtma Çamurunda Müsaade Edilecek Maksimum Ağır Metal İçerikleri

Ağır Metal (Toplam)	Sınır Değerler (mg kg ⁻¹ kuru madde)
Kurşun	750
Kadmiyum	10
Krom	1000
Bakır	1000
Nikel	300
Çinko	2500
Civa	10

- b) Stabilize arıtma çamurunun uygulanacağı toprakta ağır metal içeriği Çizelge 10’da verilen değerleri aşamaz. Topraktaki ağır metal konsantrasyonlarından birinin dahi belirtilen sınır değerleri aşması durumunda, stabilize arıtma çamurunun toprakta kullanılması yasaktır.
- c) Stabilize arıtma çamurunun meyve ağaçları hariç olmak üzere toprağa temas eden ve çiğ olarak yenilen meyve ve sebze ürünlerinin yetiştirilmesi amacıyla kullanılan topraklarda kullanılması yasaktır.

Çizelge 9. Toprakta Kullanılacak Stabilize Arıtma Çamurundaki Organik Bileşiklerin Konsantrasyonlarının ve Dioksinlerin Sınır Değerleri

Organik Bileşikler	Sınır değerler (mg kg ⁻¹ kuru madde)
AOX (Adsorblanabilen organik halojenler)	500
LAS (Lineer alkilbenzin sülfonat)	2 600
DEHP (Diftalat(2-ethylhexyl))	100
NPE (Nonil fenol ile 1 ve 2 etoksi grubu olan nonil fenol etoksilatların toplamını içerir)	50
PAH (Polisiklik aromatik hidrokarbon veya poliaromatik hidrokarbonların toplamı)	6
PCB (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 sayılı poliklorlu bifenil bileşiklerinin toplamı)	0.8
Dioksinler	ng Toksik Eşdeğer.kg ⁻¹ kuru madde
PCDD/F Poliklorlu dibenzodioksin/dibenzofuranlar	100

Çizelge 10. Topraktaki Ağır Metal Sınır Değerleri

Ağır Metal (Toplam)	6≤pH<7 mg. kg-1 Fırın Kuru Toprak	pH≤7 mg. kg-1 Fırın Kuru Toprak
Kurşun	70	100
Kadmiyum	1	1,5
Krom	60	100
Bakır	50	100
Nikel	50	70
Çinko	150	200
Civa	0,5	1

- ç) Stabilize arıtma çamuru kullanım miktarı belirlenirken, yer üstü/yer altı sularının, toprağın kalitesinin bozulmaması ve bitkilerin besin elementi gereksinimleri dikkate alınır.
- d) Toprağın pH değeri 6 dan küçükse stabilize arıtma çamuru toprağa uygulanamaz.
- e) Hayvan otlatma ya da hayvan yemlerinin hasadı yapılacak alanlarda stabilize arıtma çamurunun kullanılması durumunda özellikle coğrafi ve iklim durumları dikkate alınarak kullanımdan en az dört hafta sonra hayvan otlatılabilir ya da hayvan yemlerinin hasadı yapılabilir.

- f) Stabilize arıtma çamurlarının, içme ve kullanma suyu temin edilen kıta içi yüzeysel su kaynaklarının havzalarında, içme ve kullanma suyu temin edilen yer altı sularının besleme havzalarında ve mutlak, kısa, orta mesafeli koruma alanlarında ve diğer yüzeysel sularına 300 metreden yakın olan alanlara uygulanması yasaktır.
- g) Stabilize arıtma çamurlarının sulak alanlar, taşkın alanlarında ve taşkın tehlikesi olan alanlarda, don ve karla kaplı alanlarda, sature toprakta uygulanması yasaktır.
- ğ) Yüzeysel akış tehlikesi olan alanlarda toprak muhafaza tedbirleri alınmadan stabilize arıtma çamurunun uygulanması yasaktır.
- h) Stabilize arıtma çamurunun, toprakta on yıllık ortalama esas alınarak her yıl uygulanması halinde, toprağa verilebilecek maksimum ağır metal miktarı Çizelge 11'de verilen değerleri aşamaz. Sınır değerlere erişmesi halinde toprakta kullanımının durdurulması zorunludur.

Çizelge 11. Toprakta On Yıllık Ortalama Esas Alınarak Bir Yılda Verilmesine Müsaade Edilecek Ağır Metal Yükü Sınır Değerleri

Ağır Metal (Toplam)	Sınır Yük Değeri (g da ⁻¹ yıl ⁻¹ , kuru madde)
Kurşun	225
Kadmiyum	3
Krom	300
Bakır	300
Nikel	90
Çinko	750
Civa	3

- i) Stabilize arıtma çamurunun doğal ormanlarda kullanımı yasaktır.
- ii) Organik madde içeriği %5'den fazla olan topraklarda stabilize arıtma çamuru uygulanmaz.
- j) Organik madde içeriği %40'dan az olan stabilize arıtma çamurları toprağa uygulanmaz.
- k) Kumlu tekstürlü topraklarda stabilize arıtma çamurları uygulanmaz.
- l) Stabilize arıtma çamuru, taban suyu seviyesi yüzeyden 1 metreden daha sığ derinlikte olan yerlerde kullanılamaz.
- m) 8/1/2006 tarihli ve 26047 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliğinde yer almayan endüstrilerin atıksularından elde edilen stabilize arıtma çamurları toprağa uygulanmaz.

- n) Toprağa uygulanacak stabilize arıtma çamurunun pH değeri 6.0-8.5 arasında olmalıdır.
- o) Kapasitesi bir milyon eşdeğer nüfusun üzerinde olan tesislerde oluşan arıtma çamurlarının en az %90 kuru madde değerine kadar kurutulması esastır. Ancak arıtma çamuru üreticileri %90 kuru madde değerine ulaşmadan kullanımının teknik ve ekonomik açıdan uygun olduğunu belgelemesi durumunda Bakanlıkça %90 kuru madde değerine ulaşması şartı aranmaz.
- ö) Arıtma çamurunun eğimi %12 yi geçen alanlarda kullanılması yasaktır.
- p) Stabilize arıtma çamuru, toprağa ekimden önce erken ilkbahar veya geç sonbaharda uygulanmalıdır.

Sonuç ve Öneriler

Arıtma çamurlarının topraklara uygulanması ile bünyesindeki organik madde ile toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri düzenlenmektedir. Ancak bu kullanımda arıtma çamurlarının öncelikle kimyasal karakterizasyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Özellikle hangi oranlarda topraklara uygulanması gerektiğinin belirlenmesi noktasında çamurun içerdiği toplam ve yarıyılsı N ve P miktarının mutlaka göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Sonuç olarak arıtma çamurunun araziye uygulamasında belirtilen sınırlamalara dikkat edilmeli ve temel olarak aşağıda belirtilen yol izlenmelidir:

1. Arıtma çamurunun fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakterizasyonu
2. Arıtma çamurlarının araziye uygulanmasına ilişkin evrensel, ulusal ve yerel boyutta düzenlemelerin incelenmesi
3. Arıtma çamurunun özellikleri ve arazide uygulanabilirliğine ilişkin yönetmeliklerin karşılaştırılması
4. Arıtma çamuru uygulanabilir arazinin belirlenmesi
5. Arıtma çamurunun taşınmasının ekonomik uygunluğunun analizi olarak belirtilmektedir.

Kaynaklar

ANONİM (2010) 3 Ağustos 2010 tarih ve 27661 sayılı Resmi Gazete“Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik”,Ankara

AŞIK, B.B., KATKAT A.V. (2010) Evaluation of Waste Water Sludge for Possible Agricultural Use. Environmental Engineering and Management Journal. 9 (6): 819-826.

AŞIK, B.B., AYDINALP, C., S AGBAN, F.O.T., KATKAT, A.V. (2016) Agricultural Use of Waste Water Sludge From Various Sources with Special Emphasis on Total and DT-PA-Extractable Heavy Metal Content. Environment Protection Engineering, 42(1), 45-58.

- BİLGİN, N., EYÜPOĞLU, H. VE ÜSTÜN, H (2002) Biyoatıkların Arazide Kullanımı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü, s.74, Ankara.
- EEC Directive (1986). Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the Protection of the Environment, and in Particular of the Soil, When Sewage Sludge is Used in Agriculture, Official Journal of the European Communities L., Vol. 181, pp. 0006-0012, Brussels.
- EPA.(1993). 40 CFR Part 503: The Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge, Federal Register. 58: 9248-9404.
- EPA.(1989). Technical Support Document for pathogens Reduction in Sewage Sludge. NTIS No: PB89-136618, Springfield.
- EUROPEAN COMMISSION (2001) Disposal and Recycling Routes for Sewage Sludge Part 3 Scientific and Technical Report European Commission DG Environment.
- EYÜPOĞLU, F. (1999) Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. KHGM Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No:220 Teknik Yayın No:T-67, Ankara, 122 s.
- FİLİBELİ, A. (1998) Arıtma Çamurlarının İşlenmesi. D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi, İzmir.
- GILMOUR, J.T., SKINNER, V. (1999) Predicting Plant Available Nitrogen in Land-Applied Biosolids. Journal of Environmental Quality. 28: 1122-1126.
- JACOBS L.W., MCCREARY D.S. (2001) Utilizing Biosolids on Agricultural Land. Extension Bulletin, E-2781, p, 31.
- KONONOVA, M.M. (1961) Soil Organic Matter; its Nature, its Role in Soil Formation and in Soil Fertility. Pergamon Press, New York. 450p.
- KOWAL, N.E. (1985) Health effects of land application of municipal sludge, Pub. No: EPA/600/1-85/015, Research Triangle Park.
- ROSENANI A.B., KALA D.R., FAUZIAH C.I. (2004) Characterization of Malaysian Sewage Sludge and Nitrogen Mineralization in Three Soils Treated With Sewage Sludge, 3rd Australian New Zealand Soils Conference, 5- 9 December 2004, University of Sydney, Australia, p. 1-7.
- SINGH, R.P., AGRAWAL, M. (2008) Potential Benefits and Risks of Land Application of Sewage Sludge. Waste Management 28: 347-358.
- SOMMERS, L.E. (1977) Chemical Composition of Sewage Sludges and Analysis of their Potential as Fertilizers. J. Environ. Quality. 6: 225-239.

BİOÇAR'IN TOPRAK KALİTESİ VE BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

İBRAHİM ORTAŞ

Çukurova Üniversitesi,

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana.

Özet

Türkiye'de toprakların büyük çoğunluğu sahip olduğu jeoloji, jeomorfoloji özelliklerine bağlı olarak ana materyal ve iklim özellikleri nedeniyle topraklarının organik madde (TOM) içeriği olması gereken %3 değerinin çok altında bulunmaktadır. Organik maddenin eksikliği toprakların üretkenlik-verimlilik ve kalite sorunlarının başında gelmektedir. Tarım topraklarında toprak-bitki yönetimlerine bağlı olarak (toprak işleme, aşırı sulama ve kimyasal kullanımı) TOM içeriğinde hızlı değişimler yaşanmaktadır.

Toprakların organik madde eksikliğini gidermek üzere kullanılacak çok sayıda organik kaynaklı gübreler bulunmaktadır. Bu gübrelerin toprağa uygulanması ile birkaç yılda organik bileşikler oksitlenerek atmosfere karbondioksit olarak salınmaktadır. Toprağa uygulanan organik bileşiklerin uzun sürede toprakta karbon kaynağı olarak kalması toprak verimliliği ve sağlığı için elzem olduğu kadar organik bileşiklerin ayrışarak atmosfere CO₂ olarak salınmasında iklim değişimlerine neden olması nedeniyle TOM'un toprakta tutulması ayrıca önemlidir.

Toprağa uygulanan önemli organik madde kaynaklarının başında hayvan gübresi ve kompost gelmektedir. Söz konusu yetiştirme ortamları kısa sürede okside olduğu için atmosfere CO₂ olarak salınarak küresel ısınmaya ve iklim değişimlerine neden olması nedeniyle organik maddelerin biokömürleştirilerek uzun sürede toprak tutulması sürülebilir tarım için önemli bir tarım stratejisidir. Bioçar kullanımı toprak organik madde düzeyinin yükseltilmesi ve toprak canlılarının aktivitelerinin artırılması için önemli bir toprak iyileştirici ve bitki besleme materyalidir. Bu bağlamda bitkisel atıkların, organik bileşiklerin doruğundan uygulamak yerine bioçarlaştırılması ve toprağa uygulanacak miktarın bilinmesi için araştırmaların yapılması gerekmektedir. Bioçar üretim tekniklerinde araştırılması ve organik atıkların her düzeyde uzun süreli olarak toprak organik karbonuna kaynaklık edecek şekilde üretilmesi araştırmalarına gereksinim bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Bioçar; toprak organik maddesi, iklim değişikliği, karbon depolama.

THE EFFECTS of BIOCHAR on SOIL QUALITY and PLANT GROWTH

Abstract

Soil organic matter (SOM) is less than acceptable level (3%) for geological, geo-morphological, parent material properties and changes in climatic character-

istics. The declination of SOM is the main causes of soil fertility and crop productivity. Soil-plant management practices like tillage, excess irrigation and chemical fertilizer application changes soil quality. Many organic fertilizer sources can be used to reduce the deficiencies of SOM. In a few years, these organic fertilizer amendment to soil can oxidize as organic compound and release carbon dioxide (CO_2) to the atmosphere. That's why it is essential to input organic matter (OM) in soil for long time. Organic compound release carbon (C) from the soil and change the atmosphere as atmospheric CO_2 . Therefore, it is important to use organic fertilizer for improving soil fertility and health.

The main sources of SOM are animal manure and compost. Since organic sources are degrading and release of CO_2 to atmosphere they cause global warming and climate changes. Sustainable crop management practices are an important strategy to reduce CO_2 emission from the atmosphere. Organic fertilizer like biochar utilization is too much important for keeping long term organic C in soil. In this context, it is necessary to carry out research on characterization of biochar and its application rates to soil. Thus, production of biochar from organic wastes is very important for soil C sequestration with sustainable soil organic C management.

Keywords: Biochar, soil organic matter, climate change, soil carbon storage.

Giriş

Artan dünya nüfusu ile birlikte artan gıda talebi yer yüzeyinde sınırlı miktardaki toprak üzerindeki baskıyı da aynı oranda artırmaktadır. Yoğun tarımsal işlemler özellikle toprak işleme beraberinde toprağın en önemli kısmı olan organik maddenin ayrışmasına yol açmaktadır. Ülkemizin de içinde bulunduğu yarı-kurak coğrafyamızda sıcak iklime bağlı ayrışmanın yüksek olduğu yarı-kurak bölge topraklarının temel sorunu toprak organik maddesi (TOM) eksikliğine bağlı yapısal bozukluklar ve verimsizliktir. Bugün dünyada özellikle de bizim gibi yarı kurak iklim kuşağındaki topraklarda TOM miktarı düşük, kireç içeriği yüksek ve toprakların kalitesi hızla düşmektedir. Organik maddenin ayrışması ile açığa çıkan karbon oksitlenerek atmosfere CO_2 akışını artırmaktadır. Bu durumda bir tarafta toprak yapısı bozulurken diğer taraftan atmosfere salınan sera gazları nedeniyle iklim değişimleri kaçınılmaz olmaktadır. Son yıllarda sık asık artan yüksek maliyetli doğal afetlerin arkasında küresel iklim değişimlerinin olduğu sıkça vurgulanmaktadır. İklim değişimlerinin doğa üzerinde beklenmedik olumsuz etkiler yarattığı bilmekte ve artık Birleşmiş Milletler (BM) tarafından en üst düzeyde kaygı içinde önlem almayı gündeme getirmektedir. Ayrıca küresel iklim değişiminin bir sonucu olarak okyanuslarda oluşan kasırgaların geride bıraktığı tahribat ekonomik olarak da sorgulanmak zorundadır. ABD'nin güney sahillerinde saatte 300 km hızındaki rüzgâr gücü ile önce Huston kenti ve sonra da Florida kıyıların üzerinde ciddi tahribatı yapan Irma kasırgasının ciddi bir tahribat yaratı. Elinç Yeldan 20 Eylül 2017 tarihli "İklim değişimlerinin sınıfsal boyutu"

başlıklı yazısında “Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), sera gazlarının atmosferde yoğunlaşmasıyla birlikte yaşanacak iklim değişikliği sonucunda küresel ekonomide üretkenliğin 2030 yılına değin yüzde 2.4, 2050’de ise yüzde 7.2 oranında gerileyeceğini öngörmekte. OECD tahminleri ise iklim değişikliği sonucunda 2060 yılına değin üretkenlik kayıplarının Asya ekonomilerinde yüzde 5’e, gelişmiş ülkeler toplamında ise yüzde 4’e ulaşacağını ve dünya ekonomisinin 2060’ta tam bir durgunluğa itilmiş olacağını vurgulamakta; bütün bu kayıplar sonucunda küresel tüketim hacminin de yüzde 14 oranında daralacağı tahmin edilmekte”. Ayrıca iklim değişimlerinin yaratacağı ekonomik etkinin ağırlıklı olarak yoksulluğu tetikleyeceği ve bununda dünya sosyal sağlığı içinde ayrıca önemlidir.

İklim değişimleri konusunda son dönemlerde yaşanan ani yağışlar ve diğer atmosferik değişimler doğrudan atmosferde artan CO₂ miktarı ile ilişkilendirilmektedir. İklim değişimlerinin yaşandığını ve bunun da temelde atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun artmasına bağlı olduğu geniş kabul görmektedir. Atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun artışı çoğunlukla yer altındaki hidrokarbon depozitlerinin enerji olarak kullanılması yanında, yanlış toprak yönetimi sonucu organik bileşiklerin ayrışmasından da kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun nasıl düşürüleceği veya toprağa bitkiler üzerinden nasıl bağlanacağı ve depolanacağı konusundaki mekanizmalar yeni yeni son yıllarda gündeme gelmiştir.

İklim değişimlerin nedeni olarak gösterilen organik karbonun ayrışma ile azaltılmasının engellenmesi ve toprakta daha fazla organik karbonun tutulması ekoloji bilimi açısından günümüzün en çok ilgi gören konudur. Bilim insanları atmosferdeki karbondioksit salınımını azaltmak yanında yeniden bitkiler üzerinden tutmak ve toprakta muhafaza etmek için yeni araştırma teknikleri geliştirmektedirler. Bu bağlamda politikalar geliştirerek ilgili gelişmiş ülkelerin yöneticilerini uyarmak ve alternatif yaklaşımlar sunmaktadırlar. Dünya İklim Komitesi (IPCC) tarafından da benimsenen yaklaşım ile bitkiler yolu ile atmosfere salınan CO₂’nin yeniden kazanılması konusunda araştırmaların yoğunlaştırılması talep edilmektedir. Sınırlı sayıdaki ekolojik ve toprak bilimci korumalı toprak işleme, toprak-bitki yönetimi yolu ile topraktan organik maddenin ayrışmasını engellemeye çalışırken diğer taraftan değişik bitki yönetim modelleri üzerinden atmosferden toprağa doğrudan karbon bağlama yöntemlerini de araştırmaktadırlar.

Küresel ısınma ve bunun tarım üzerindeki en küçük bir etkisi toprak-bitki ve insan sağlığına kadar geniş bir besin zincirini etkileyecektir. Bu bağlamda bilimsel olarak bir tarafta toprakta ve bitki yönetimine bağlı sera gazı salınımını azaltılırken diğer taraftan sürdürülebilir tarım tekniklerinin geliştirilmesi çalışmaları yürütülmektedir. Küresel anlamda toprak koruma gibi acil bir sorunla arazi bozulması ve verimlilik kaybının azaltılması yolu ile dünyanın yaşanılabilir hale getirilmesi öncelikli konuların başında gelmektedir.

İklim Değişimleri ve Karbon İlişkisi

Artan dünya nüfusu (7 milyar) ve bunu müteakip besin kaynaklarının daralması ve bunun yanında artan enerji talepleri tarım toprakları üzerindeki baskıyı da arttırmaktadır. Dünya nüfusunun önümüzdeki 50 yılda 10 milyar olacağı Birleşmiş Milletler tarafından tahmin edilmektedir. Doğal olarak nüfus artışının oluşturduğu gıda talebi, tarım ve çevre üzerinde bekleneninde üstünde olumsuz etki yaratacağı kaçınılmaz görülmektedir (ORTAS ve LAL 2011). Toprağın daha fazla gıda üretimi için üretime yönlendirilmesi ve işlenmesi ile toprak yapısının bozulması koordineli olarak organik maddenin ayrışması ile atmosfere salınan sera gazlarından CO₂ emisyonunun artacağı kaçınılmazdır. Aşırı toprak işleme sonucu agregatların parçalanması ile organik maddenin ayrışması, atmosfere CO₂ salınımını arttırmaktadır (LAL 2010 ORTAS ve LAL 2012; STETSON ve ark. 2012). Atmosferde artan CO₂ gazının küresel iklim üzerine yarattığı olumsuz etkileri günümüzde bilimsel olarak ispatlanmıştır.

İnsanlığın günümüzde karşılaştığı en ciddi sorun yanlış tarımsal yönetimlere bağlı oluşan arazi bozunumu ve atmosferde artan sera gazlarının oluşturduğu iklim değişimlerinin etkileridir. Atmosfere salınan karbonun önemli kaynağı hidrokarbon bileşikler ve tarım-toprak kökenli organik bileşiklerin ayrışmasıdır (LAL 2009). Dünyada hidro-karbon rezervlerinin azalması ile başlayan enerji bitkileri arayışının da beklenmedik sorunları doğuracağı şimdiden eleştiri konusu olmaktadır.

Küresel ısınma ve bunun tarım üzerindeki en küçük bir etkisi toprak-bitki ve insan sağlığına kadar geniş bir besin zincirini etkileyecektir. Bu bağlamda bilimsel olarak bir tarafta toprakta ve bitki yönetimine bağlı sera gazı salınımı azaltılırken diğer taraftan sürdürülebilir tarım tekniklerinin geliştirilmesi çalışmaları yürütülmektedir. Küresel anlamda toprak koruma gibi acil bir sorunla arazi bozulması ve verimlilik kaybının azaltılması yolu ile dünyanın yaşanılabilir hale getirilmesi öncelikli konuların başında gelmektedir.

Atmosferdeki gazların toprağa bitkiler üzerinden bağlanması ve toprakta depolanması günümüzün en stratejik araştırma konularının başında gelmektedir. Ayrıca karasal ekosistemde atmosferdeki CO₂ artışını engellemek ve toprakta depolamak daha ucuz ve düşük maliyetli olması nedeniyle sürdürülebilir bir yaklaşımdır.

Bitki materyalinin ayrışması ile uzun zamanda oluşan toprak organik madde (TOM) birikiminin, yanlış toprak işleme ve yönetim işleyişleri ile özellikle maki-neli tarımın yapılmasından bu yana yarım fazlasının okside olduğu ve CO₂ olarak atmosfere karıştığı belirlenmiştir. Yapılan birçok çalışmada minimum toprak işleme ile atmosfere salınan CO₂ miktarı daha düşük düzeyde gerçekleşmektedir. Bu bulgular doğru toprak-bitki yönetimi ile toprakta organik ayrışmanın yavaşlatılabileceğini göstermesi bakımından önemli. Ancak ne yazık ki doğal ayrışma yarı kurak iklimlerde her zaman yüksek düzeyde gerçekleşmektedir.

İklim değişimlerinin kaynağı olarak yanlış toprak yönetimi ve toprak işleme veya çölleşme faktörlerine karşı yeni tarım teknikleri ile toprağın karbon kaynağını zenginleştirmek veya yerinde korumak önemsenen bir etkidir (LAL 2004). Son yıllar-

da tarımsal kaynaklı biyoenerji veya biyoyakıt konusunda mevcut tarım bitkilerinin kullanımını başta Afrika ve Asya olmak üzere bir taraftan topraktaki karbon kaynağını azaltmış diğer taraftan atmosfere salınan CO₂ emisyonlarını artırmıştır. Diğer taraftan gıda fiyatlarının artması ile toplumsal sorunlar yaşanmaya başlanmıştır. Tarım bilimcileri olarak öncelikli hedef toprağın enerji kaynağı olan karbonun toprağa kazandırılmasıdır. Atmosferdeki CO₂ artışı ve iklim değişimleri interaksyonu toprak organik karbon bağlama ve depolama üzerinde ciddi etkisi bulunmaktadır (ALVARO-FUENTES ve ark. 2012). Artan iklim değişimleri kaygısı ve toprakların verimsizleşmesi ilgili bilim insanlarının sürdürülebilir yaşam ve tarım için ek önlemlerin alınmasını kaçınılmaz kılmıştır. İklim değişikliği ve bunun tarımla ilişkisi doğrudan sürdürülebilir arazi kullanımı, doğal toprak bozulması ve kalitesinin azalması ve buna bağlı olarak mineral gübre kullanımının artması üretilen ürünlerin ve gıdaların kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Anız yakılması sonucu topraktan önemli miktarda besin elementi uzaklaşmaktadır. Söz konusu bitki materyalinin bioçar'a dönüştürmesi ile toprak ve atmosfer sağlığı için önemli kazanım sağlanacaktır. Kömürleştirilmiş bitki materyali fazla azot içermemesi ve mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmayacağı için toprakta uzun sürede kalabilmektedir.

Atmosferdeki gazların toprağa bitkiler üzerinden bağlanması ve toprakta depolanması günümüzün en stratejik araştırma konularının başında gelmektedir. Ayrıca karasal ekosistemde atmosferdeki CO₂ artışını engellemek ve toprakta depolamak daha ucuz ve düşük maliyetli olması nedeniyle sürdürülebilir bir yaklaşımdır. Genelde bitki-toprak dengesi içinde atmosferde fotosentez yolu ile kazanılan C kadar topraktan atmosfere salınanın iklim durumuna bağlı olarak değişmektedir. Ancak iyi bir yönetimle toprağa bağlanan karbonun uzun süre toprakta tutulması mümkündür. Toprak-bitki yönetimi ile toprakta karbon tutulması sürdürülebilir tarım ve yaşam için çok önemli bir stratejidir (ORTAS ve LAL 2012).

Bir bütünlük içinde tüm dünyada gıda sağlanması ve enerji kullanımıyla bağlantılı tarım ve doğal kaynakların sürdürülebilir ve etkin yönetimi önemli bir ekosistem sorunudur ve yeni yaklaşımlar ile yeniden harekete geçilmelidir.

Sürdürülebilir tarımsal yönetimde temelde toprağın organik madde düzeyinin zenginleştirilmesi ve korunması için toprağa artan oranda karbon (C) kaynaklarının uygulanması ve bunun korunması önem arz etmektedir. Günümüzde karbon konusundaki çalışmalar ağırlıklı olarak atmosferdeki karbonu yakalama (fotosentez) ve toprakta depolama veya karbon yakalama ve kullanımı potansiyelinin iklim değişimleri etkisini azaltma konusunda güncel araştırma alanlarını oluşturmaktadır. Toprağa organik madde veya organik karbon kaynağı ilavesi temelde bitkiler yolu ile atmosferdeki CO₂'nin bitki materyali olarak toprağa aktarılmasıdır. Bir diğer seçenek kompost veya kömürleştirilmiş biokütleyi oluşturmak ve toprağa eklemektir. Ancak toprağa uygulanan kompost kısa sürede 2-4 yılda önemli ölçüde okside olabilmektedir. Fakat bioçarlaşam malzeme yüzlerce yıl kalabilmektedir (LEHMANN ve ark. 2006).

Toprak Organik Madde Miktarı Azalmaktadır

İklim değişimleri konusunda son dönemlerde yaşanan ani yağışlar ve diğer atmosferik değişimler doğrudan atmosferde artan CO₂ miktarı ile ilişkilendirilmektedir. Bilim insanları atmosferdeki karbondioksit salınımını azaltmak yanında yeniden bitkiler üzerinden tutmak ve toprakta muhafaza etmek için yeni araştırma teknikleri geliştirmektedirler. Bu bağlamda politikalar geliştirerek ilgili gelişmiş ülkelerin yöneticilerini uyarmak ve alternatif yaklaşımlar sunmaktadırlar. Dünya İklim Komitesi (IPCC) tarafından da benimsenen yaklaşım ile bitkiler yolu ile atmosfere salınan CO₂'nin yeniden kazanılması konusunda araştırmaların yoğunlaştırılması talep edilmektedir. Sınırlı sayıda ekolojik ve toprak bilimci korumalı toprak işleme, toprak-bitki yönetimi yolu ile topraktan organik maddenin ayrışmasını engellemeye çalışırken diğer taraftan değişik bitki yönetim modelleri üzerinden atmosferden toprağa doğrudan karbon bağlama yöntemlerini de araştırmaktadırlar.

Toprakların azalan organik maddesini artırmak ve toprağı iyileştirmek için toprağa organik kaynak olarak bitki biyoması kompostlaştırılarak ilave edilmektedir. Kompost zengin azot içeriğı nedeniyle mikroorganizmalar tarafından hızla ayrıştırılmaktadır. Zamanla azalan karbon kaynağı yerine toprak yönetimi için daha uzun sürede toprakta kalan bir karbon kaynağı önem arz etmektedir. Bu konuda son yıllarda bitki materyalinin kompostlaştırılması yerine kömürleştirilmesi (bioçar) ve tarımda organik karbon kaynağı olarak kullanılması önerilmektedir. Bitkinin karbonlaştırması (bioçar) yerel dilde de mangal kömürüne karşılık gelmektedir. Bitki tarafından tutulan toplam karbon potansiyeli ve olası karbon bağlama potansiyelinin hesaplanması çalışmaları yapılmaktadır. Genelde bitki-toprak dengesi içinde atmosferde fotosentez yolu ile kazanılan C kadar topraktan atmosfere salınanın iklim durumuna bağılı olarak değişmektedir. Ancak iyi bir yönetimle toprağa bağlanan karbonun uzun süre toprakta tutulması mümkündür. Toprak-bitki yönetimi ile toprakta karbon tutulması sürdürülebilir tarım ve yaşam için çok önemli bir stratejidir (ORTAS ve LAL 2012).

Bioçar yüzey alanı geniş olması (300-2000 m² g⁻¹) ve azot içermediğı için hızlı ayrışmamakta ve uzun süre toprakta stabil olarak kalmaktadır. Yarı kurak Akdeniz iklim kuşağında sıcaklardan dolayı organik maddenin hızlı ayrışması ve toprakların yapısının bozuk olması nedeniyle uzun süre toprakta kalabilecek yüzey alanı geniş karbonlu bileşikler toprak yapısı ve verimliliğı için çok önemli olacaktır. Bitki kök-mikoriza mantarları yolu (daha fazla fotosentez yaparak) ile daha fazla bağlanacak karbonun bitki dokularında tutmak ve toprak verimliliğı için toprakta da uzun sürede tutulması mekanizmaları güncel özgülüğe sahip araştırma alanlarıdır. Kömürleştirilmiş bitki materyali (bioçar) fazla azot içermediğı ve mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmayacağı için karbon materyal uzun süre toprakta kalarak toprağın organik karbon düzeyi yüksek olacaktır.

Bioçar daha fazla su ve besin elementi tutması nedeniyle bitki gelişimini ve toprak yapısını iyileştirmektedir. Bioçar bir diğer ifade ile kömürleştirilmiş bitkisel materyal geniş yüzey alanı topraktaki ağır metallerin tutulması, drenaj ile taban suyuna karışacak besin elementlerinin tutulması ile toprakta besin ağı ve insan sağlığını korumak için de önemli bir katkı sağlayacaktır.

Toprağın uzun sürede organik karbon içeriğini yüksek tutacak özgün tarımsal uygulamalar ve stratejiler ülkemiz tarımı için son derece önemlidir. Bu bağlamda iyi bir toprak yapısı için bioçar uygulaması önemli stratejilerdendir. Toprak yönetimine bağlı atmosfere salınan CO₂ gaz akışının engellenmesi yanında atmosferdeki gazların toprağa bağlanması ve yerinde muhafaza edilmesi ve bunun için bioçar ve mikoriza kullanımı konusunda Türkiye’de bir dizi bilimsel temel araştırmaların başlatılması birçok yönden yararlı olacaktır. Bitki yolu bağlanan karbonun toprakta ayrışarak atmosfere karışmadan kömürleştirilmiş olarak toprağa uygulanarak tutulması önemli ve araştırmaya değer nitelikte özgündür. Konu Toprak ve Kimya biliminde büyük bir heyecan yaratmış ve geniş bir araştırma aktivitesi başlatılmıştır. Bu konuda dünyadaki diğer araştırmacılar ile işbirliği içinde olmak ülkemiz içinde yararlı olacaktır.

Bilimsel olarak öncelik;

1. Toprakta atmosfere salınan toplam karbon miktarı tam olarak ne kadardır, nasıl ve hangi doğrulukta ölçülebilir?
2. Atmosfere salınan karbonu yeniden toprağa kazandırmak mümkün müdür?
3. Bitki-mikoriza işbirliği mekanizmaları ile ne kadar ek karbon bitki dokularında depolanır? Bağlanan bu karbon toprakta nasıl ve hangi mekanizma ile korunur? Bioçar karbon depolamada ne kadar etkili olur?
4. Toprak yapısı iyileştirilirse daha çok karbon bağlama potansiyeli mümkün müdür?

Bu sorular bilim insanları için cevabı acilen aranan konulardır. Bu bağlamda araştırma bioçar üretimi ve toprağa uygulamasını kapsamaktadır.

Bitkiler ile karbon bağlamak kadar bitki artıklarının toprağa kompost veya hayvan gübresi olarak kullanılması da toprakta TOM’u artıran önemli birer stratejidir. Fakat hayvan gübresi ve kompostun hızla toprakta ayrışması ile atmosfere CO₂ akışının hızlı olduğu ve toprakta kısa sürede ilave edilen karbon kaynağının önemli miktarda kaybolduğu bilinmektedir. Günümüzde halen toprağa uygulanan organik gübre kaynakları hızla ayrıştığı için sonuçta toprakta küçük miktarda humus ve benzeri kararlı bileşikler kalmaktadır. Ayrıca tarımsal anızlar ve atıkların yakılması sonucu toprağa kazandırılması gereken organik bileşikler yakılarak atmosfere karbon olarak salınmaktadır. Bunun sonucu bir tarafta torak fakirleşirken diğer tarafta küresel iklim değişimlerine neden olan sera gazlarının konsantrasyonu artmaktadır. Söz konusu toprağa ilave edilmesi gereken karbon kaynağının uzun süreli toprakta tutulması için eskiden beri bilinen bitkilerin kömürleştirilmesi (bioçar) ve yeniden tarımda kullanılması son yıllarda sıkça tartışılan bir yaklaşımdır.

Bioçar Üretim Yöntemleri

Bu nedenlerden dolayı son yıllarda ayrışma özelliği yüksek olan materyal yerine kararlı organik karbon içeriği yüksek kömürleştirilmiş bitki materyal kullanılmaktadır. Bunların başında karbon içeriği yüksek ve toprakta uzun süre kalabilen bioçar (OZCİMEN ve KARAOSMANOĞLU, 2004) gelmektedir. Bioçar geleneksel olarak enerji ihtiyacını gidermek için üretilmektedir. Ancak artan sera gazlarının iklim değişimleri üzerindeki etkisi nedeniyle bioçar'ın etkin bir karbon bağlayıcı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca tarımda kullanımı çok yeni bir konu olarak öncelikle gelişmiş ülkelerin tarımında denenmektedir.

Halk arasında mangal kömürü olarak tanımlanan bioçar üretiminde değişik teknikler kullanılmaktadır. Amazon bölgesinde 2500 yıl öncesinden bioçarın (terra preta de Indio yani kara toprak kullanıldığı tahmin edilmektedir. Bu bölgede yetişen toprakların TOM'ca zengin ve bitkilerin üç kez daha hızla büyüdüğü belirlenmiştir (DUKU ve ark. 2011).

Kömür ısı kaynağı olarak kullanıldığı gibi yeni tekniklerin uygulanması sonucu üretilen kömürlerin gram başına 300-2000 m² yüzey alanına sahip olması nedeniyle birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak tarımda kullanımı ise çok yenidir. Akdeniz ekosisteminde genelde torluk (ocak) olarak adlandırılan yöntemle bitki materyali resimdeki gibi yan yana istiflendirilerek üstten yakma ile kömürleştirme gerçekleştirilmektedir (TÜFEKÇİ 2001).



Adana-Tarsus arasında odun kömürü üreten üreticilerin üretim modeli (Fotoğraf Ortaş 2016).

Bioçar veya “Biyokömür”, yüksek organik karbon içerikli, çok uzun sürede çözünen, çok ince yapılı, organik kaynaklı kömürdür. Ancak bioçar'ın oksijensiz yakma yöntemi (pyrolyze) ile organik karbonun inorganik karbona dönüştürmesi işlemidir. Bitki materyalinin yakılmadan karbonlaştırması işlemi uzun zamandır amatörce dünyanın hemen her bölgesinde yapılmaktadır. Ancak yüksek karbon içeriği, düşük kül ve optimum pH içeriği için belirli bir sıcaklıkta standart olarak üretilmiş bioçar bilimsel olarak önem arz etmektedir.

Konu son derece yeni olduğu için klasik mangal kömürü üretim tekniklerinden sobalama sitemine ve ileri düzeyde geliştirilen otomatik kontrollü sitemlere kadar değişik yöntemler ile bitki materyalleri karbonlaştırmaktadır. Tüfekci (2001) Tarsus Karabucak'ta yürüttüğü çalışmada okalıptüs (*E. camaldulensis*) odun kömürünün standartlara uygun olduğunu ve % 33 karbon içerdiğini belirlemiştir. Günümüzde değişik bitkisel atıklarda yeni tekniklerle bioçar üretildiği değişik çalışmalar ile belirlenmiştir (DUKU ve ark. 2011).

Son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerde ısı kontrollü kömürleştirme teknikleri kullanılmaktadır. İlk ateşle birlikte bitki dokusundaki gazlar dahi yanar ve oluşan ısı (pyrolysis) ile odun kömürü üretilir. Bitki dokularındaki gazlar bitince sade beyaz bir gaz çıkışı görülür ve bu bioçarın tamamlandığının işaretidir.

MEYER ve ark. (2011) bioçar üretim teknikleri, verimliliği ve sera gazı salınımı üzerine yürüttüğü literatür çalışmasında bioçar üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve verimli hale getirilmesini belirtmiştir. Çoğu reaktör sisteminde bitki materyali kontrollü olarak içeriden yakılarak kömürleştirilmektedir. Kinney ve ark. (2012) laboratuvar koşullarında küçük ölçekli bioçar üretim reaktörü kullanarak istenilen sıcaklıkta bioçar üretimini gerçekleştirmişlerdir. Son yıllarda geliştirilen reaktörler içten yanmalı ve minimum oksijen ile kömürleşme sağlanmaktadır. OZCİMEN ve KARAOSMANOĞLU (2004) daha küçük bir reaktör ile dışarıdan yakmalı olarak 500 °C'ye dereceye kadar yakılmış bioçar ürettiklerini belirtmişlerdir.

Bioçar üretimi için çok sayıda teknik geliştirilmiş durumdadır.

Bioçar'ın Tarımda Kullanım Potansiyeli

Toprak organik karbonunun toprak işlemeyle bağlı olarak ayrışma sonucu azaldığı bilinmektedir. Ayrıca toprak biyoenerji kaynağı olarak bilinen sap+saman ve köklerin uzaklaştırılması ile topraktaki organik madde miktarı, suya dayanıklı agregat miktarı ve mikrobiyal aktivitenin düştüğü de sıkça rapor edilmektedir (STETSON ve ark. 2012).



Organik madde içeriği düşük topraklara hayvan gübresi, kompost ve malç uygulaması yapılarak toprağın verimliliği arttırılmaktadır. Ancak organik materyal kısa sürede mineralize olmakta (TIESEN ve ark. 1994) ve atmosfere çok fazla CO₂ ve NO_x gazları salınmaktadır (FEARNSIDE 2000). Ancak fazla miktarda mineralize olabilir organik maddeye karşın daha düşük miktarda karbonlaştırmış materyalin kullanılması daha yararlı olacaktır.

Topraktaki organik karbon deposu temelde toprak biyolojik ve fiziksel verimliliğini etkilemektedir. Topraktaki organik karbon ve mikoriza hifleri toprak partiküllerini bir araya getirerek (CARAVACA ve ark. 2002; WILSON ve ark. 2009) makro ve mikro strüktür yaptıkları (SINGH ve ark. 2009) belirtilmiştir. Ayrıca toprağa ilave edilen bioçar tohum çimlenmesini önemli ölçüde arttırdığı ve verimi de arttırdığı ifade edilmiştir (GLASER ve ark. 2002). Almanya’da sera koşullarında yürütülen iki yıllık bioçar ve kompost kombinasyon denemesinde bioçar’ın bitkinin toplam karbon içeriğini önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir (SCHULZ ve GLASER 2012). Ancak aynı araştırmada kompost bioçar kombinasyonun karbon seküstrasyon için en iyi uygulama olduğunu belirlemiştirlerdir.

Yüksek miktarda kömürleştirilmiş materyal uygulaması sonucu soya ve mısır veriminin pH’nın yükselmesine bağlı olarak düştüğü de rapor edilmiştir. Bioçar aynı zamanda bitki gelişimini de olumlu yönde arttırmaktadır. BLACKWELL ve ark. (2010) bioçar uygulamasının sera koşullarında yonca verimini arttırdığını belirtmişlerdir. Çin’de tarla koşullarında yürütülen araştırmada bioçar uygulamasının mısır bitkisinin verimini arttırdığı gibi sera gazı emisyonunu azalttığı belirtilmiştir (ZHANG ve ark. 2012). Avusturalya koşullarında bioçar uygulaması tarla koşullarında buğday verimini arttırmış ve mikorizal kolonizasyonu da beraberinde arttırmıştır (SOLAIMAN ve ark. 2010).

Bioçar konusundaki çalışmaların halen başlangıç aşamasında olduğu ve daha temel çalışma yapılması gerektiği belirtilmektedir. Bioçar’ın tarım bilimindeki yer ve önemi son yıllarda birçok sera ve tarla denemesi yapıldığı ATKINSON ve ark. (2010) tarafından ifade edilmiştir. Ayrıca bioçar’ın “aktive edilmesi” (biyolojik aktivite ve besin elementi yüklenmesi) ile bitkisel verimi arttırmakta olduğu rapor edilmiştir. Bitki materyalinin kömürleştirilmesi ve tarımda kullanımı ile toprak yapısının ekosistemde geliştiği VERHEIJEN ve ark. (2009) tarafından belirtilmiştir. Bioçar’ın önemli özelliği toprakta uzun süreli karbon bağlama ve stabil halde kalabilmesidir (MARRIS 2006). Bioçar’ın en önemli özelliği ortama verilen karbon kaynağının uzun sürede ayrışmaya dayanıklı olarak toprakta kalabilmesidir (MARRIS 2006).

Bioçarın temel özellikleri

- Besin elementi içeriği yüksek
- Kararlı karbon içeriği fazla

- Toprakta kireç etkisi yapar (asit topraklar için)
- Reaktif yüzey alanı ve redoks potansiyeline sahiptir
- Katyon değişim kapasitesi yüksek
- Porozite/ su tutma kapasitesi ve hacim ağırlığı
- Porozite /mikrobiyal habitat için uygun bir ortamdır

Bioçar'ın Toprağa Potansiyel Etkisi

Bioçar toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine etkisinin olduğu sayısız araştırma ile belirlenmiştir.

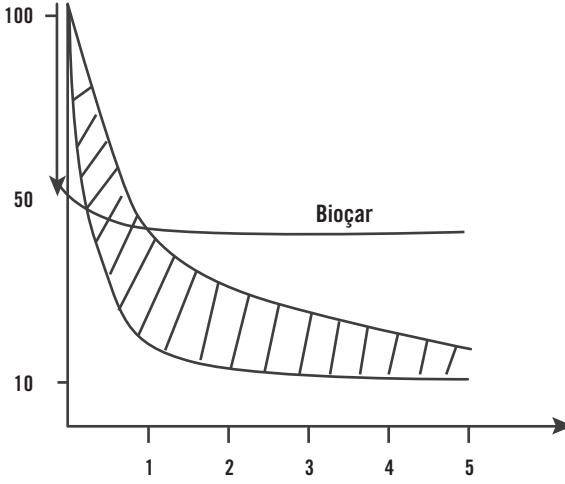
- (i) Sulama ile drenaja uğrayacak besin elementlerinin tutulmasını sağlar
- (ii) Toprakta su tutma kapasitesini artırır
- (iii) Kalıcı karbon tutumu sağlar

1. Azotlu oksit (N_2O) ve özellikle de N_2O emisyonlarının ve metan (CH_4) salınımı azaltılması. LEHMANN ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada bioçar uygulamasının amonyum kayıplarını % 10 oranında düşürmüştür. Asit topraklarda toprak pH 'sının yükseltilmesi, Al toksitesinin azaltılması, toprak gerilim direncinin düşülmesi, toprak canlıları için ortam yaratması. Avustralya'da yapılan çalışmalarda sert işlemeye karşı dirençli olan topraklarda bioçar yüksek su tutma kapasitesi ve içeriği karbon üzerinden toprak işlemeyi de kolaylaştırabilir. Yapılan çalışmada bioçar uygulaması ile gübre kullanım etkinliğini artırdığı rapor edilmiştir. Bioçar sahip olduğu geniş yüzey alanı ile gübre kullanım etkinliğini artırdığı belirlenmiştir. Bioçarın toprağa uygulanma şekli ve yöntemi tarımsal çiftliğin üretim planı ve yapısına bağlıdır. Toprağa serpmeye veya banda olacak şekilde 10- 20 cm toprak derinliğine gömülmesi en ideal yöntem olarak önerilmektedir. Avustralya'da tarla koşullarında yapılan çalışmada bioçar uygulaması ilk yıl % 46-70 arasında mısır ve buğday verimi artışı sağlamıştır sırasıyla (KARER ve ark. 2013).

Bioçar'ın Kimyasal Özellikleri ve Önemi

Toprakların azalan organik maddesini artırmak ve toprağı iyileştirmek için toprağa organik kaynak olarak bitki biyoması kompostlaştırılarak ilave edilmektedir. Kompost zengin azot içeriği nedeniyle mikroorganizmalar tarafından hızla ayrıştırılmaktadır.

Bitkinin kompostlaşması ile kısa sürede ayrışırken, bioçarlaşma ile yüzlerce bileşik toprakta kalabilmektedir.



Zamanla azalan karbon kaynağı yerine toprak yönetimi için daha uzun sürede toprakta kalan bir karbon kaynağı önem arz etmektedir. Bu konuda son yıllarda bitki materyalinin kompostlaştırılması yerine kömürleştirilmesi (bioçar) ve tarımda organik karbon kaynağı olarak kullanılması önerilmektedir. Bitkinin karbonlaştırılması (bioçar) yerel dilde de mangal kömürüne karşılık gelmektedir. Bitki tarafından tutulan toplam karbon potansiyeli ve olası karbon bağlama potansiyelinin hesaplanması çalışmaları yapılmaktadır.

Bioçar biokütlenin durumuna bağlı olarak, % 50 ile % 80 oranında karbon içeren materyalin hazırlanması ve uygulanmasıdır. Tablo 1'de görüldüğü gibi bioçarlaştırılan materyalin besin elementi özellikle karbon içeriği artmaktadır. Termokimyasal veya hidrotermal (hidrotermal karbonizasyon) süreçler yoluyla üretilen materyallerin kompostlaşması ile önemli oranda karbonun kaybolması karşılaştırıldığında bioçar önemli bir sürdürülebilir karbon kaynağı olarak görülmektedir. Bilim kuruluşları son yıllarda "Bioçar sistemleri" üzerinde ciddi temel araştırmalar yürütmektedir. Araştırmalar bioçar üretimi uygulanması ve etkileri üzerinde yoğunlaşmıştır. Bioçar konusu kimya biliminden toprak bilimine kadar geniş bir alanı ilgilendirmesi nedeniyle disiplinler arası çalışmayı gerektirmektedir.

Tablo 1. Farklıkta üretilen kamyş ve Okaliptüs bitki materyalinin üretilen Bioçar'ın bazı kimyasal özellikleri (Ortaç yayınlanmamış veriler).

Bioçar	P		N		C		Fe	Mn	Cu		Zn	
	%						mg kg ⁻¹					
Kamyş	7,42	0,00	0,40	0,02	43,25	1,59	29,75 ± 0,15	67,52 ± 0,41	2,76	0,20	23,42	0,23
K 500	10,88	0,01	0,44	0,07	69,14	0,57	51,43 ± 0,02	19,88 ± 0,02	3,24	0,01	30,75	0,25
Okaliptüs	39,37	0,01	0,00	0,00	42,81	0,21	26,03 ± 0,59	15,07 ± 0,06	10,03	0,01	39,36	0,01
O 500	44,09	0,01	0,53	0,04	71,69	2,65	159,63 ± 0,06	62,66 ± 0,02	8,40	0,00	44,09	0,01

Bioçarın toprak yapısı ve bitki verim üzerine olası sonuçları şöyle özetlenebilir;

- Besin elementi etkinliğini artırır, gübre kullanımını sınırlar.
- Su tutma kapasitesi ve etkinliğini artırır
- Yıkama etkisini azaltır, gübreden gaz kayıpları azaltır
- Denitrifikasyonu azaltır
- Al toksitesini düşürür
- Ağır metallerin alına bilirliliğini azaltır
- P alına bilirliliği ve P'un toprakta tutunmasını artırır
- Mikoriza ve N₂ friksiyonunu gelişimi için koruyucu ortam hazırlar
- Uzun sürede toprakta C birikimini sağlar

Bioçar'ın Fiziksel Özelliği Ve Tarımdaki Önemi

Toprağın fiziksel verimliliğinin gelişimi genelde toprağa uygulanacak bioçar'ın özellikleri ve hazırlanış şekline bağlıdır. Birçok araştırmada hektara 5-40 tona kadar bioçar kullanılmaktadır. Bioçar'ın fiziksel ve kimyasal ve biyolojik özellikleri büyük ölçüde kullanılan organik materyallerin niteliği ve kullanılan teknolojiye göre bir birinden farklılık göstermektedir. Bioçar'ın özellikle sahip olduğu muazzam gözenekliliği ve yüzey alanı ile toprağın verimliliğini artıracığı ve sürdürülebilirliğini sağlayarak tarımsal üretkenliğe katkı sağlayacağı beklenmektedir. Bioçar kullanımının su ve besin elementi tutulumunu arttıracığı ve toprak kaybının azalması ile sera gazı (SG) emisyonlarının azalması ve zehirli madde, ağır metaller ve pestisitler bağlanmasının da fiziksel ve kimyasal özellikleri yolu ile sağlayacağı beklenmektedir. Kömürleştirilmiş karbon kaynağı bioçar yüksek yüzey alanına sahip olduğu için besin elementi ve su tutma kapasitesi de yüksektir. CASE ve ark. (2012) bioçar uygulamasının toprağın hacim ağırlığını düşürdüğü ve su tutma kapasitesini artırdığını rapor etmişlerdir. KISHIMOTO ve SUGIURA (1985) 400°C ile 1000°C ısıtılan kömürleştirilmiş materyalin yüzey alanını 200-1400 m² g⁻¹ olarak tahmin etmişlerdir. Hemen hemen organik maddenin iki katı kadar yüzey alanına sahiptir. Bioçar yüksek karbon konsantrasyonları içeriği ile ayrışma karşı dirençli olması ve toprakta uzun sürede karbon tutulması ile son yıllarda

sık kullanım alanı bulmaktadır. Bioçar toprak fiziksel özelliklerini iyileştireceği için toprakta havalanmayı artırmaktadır (LAIRD 2008). Ayrıca bioçar sera gaz emisyonunun azalmasına da yol açmaktadır (SINGH ve ark. 2010). Bioçar aynı zamanda topraktaki yararlı mikroorganizmalardan mikorizayı teşvik ederek bitkisel verim artışına da yol açmaktadır (WARNOCK ve ark., 2007). RILLIG ve ark. (2010) bioçar uygulamasının spor çimlenmesini olumlu yönde etkilediğini belirtmişleridir.

Tarla koşullarda bioçar ilavesi biyolojik karbon bağlaması ile iklim değişimine yol açan CO₂ emisyonu azalttığı ve toprakta su tutuma kapasitesinin % 11 artırdığı KARHU ve ark. (2011) tarafından rapor edilmiştir. Bioçar toprağın baz doygunluğu ve su tutma kapasitesini artırır (GLASER ve ark. 2002; MAJOR ve ark. 2010). Bioçar geniş yüzey alanına sahip olması nedeniyle su ve toksik madde arınmasında yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Aynı zamanda toprak kolonunda besin elementlerini tutarak bitki köklerinin kolayca besin elementleri alımını da artırmaktadır (CHAN ve ark. 2007). Bioçar toprak kolonunda besin elementi tuttuğu için ve de yıkanmayı da engellediği için taban suyu kirlenmesi de sınırlandırılmış olmaktadır.

Bioçar İklim Değişimi İlişkileri

Bioçar üretim ve kullanımını özellikle atmosfere salınan sera gazlarının miktarının azaltılmasında etkili bir toprak düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Bioçar mikrobiyal ayrışmaya karşı dayanıklılığından dolayı sera gazı emisyonu azaltılması ve azotu tutunması ile bitkinin azottan yararlanması beklentisi ile özellikle önerilmektedir (GAUNT VE LEHMANN 2008).

Bioçar kullanımının bitki büyümesi ve atmosferdeki karbon salınımını azaltma üzerindeki etkisi iki kat daha fazla olabilir. Pratt ve Moran (2010) dünya çapında bioçar kullanımının sera gazı azaltım potansiyeli ekonomisini karşılaştırılmışlar ve bioçar kullanımının birçok teknikle göre daha ekonomik olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda bioçar uygulaması ile bir tarafta atmosferdeki sera gazı (SG) katkısını azaltacağı gibi uzun sürede toprakta karbonun tutulmasını sağlayacağı beklenmektedir. Bioçar teknolojisi ile karbon yakalama ve depolama potansiyeli karşılaştırıldığında maliyetin diğer tekniklere göre daha ucuz olduğu belirtilmiştir. Ancak, yine de bioçar projelendirmelerinde ekonomik fizibilite çalışmalarında tarımsal verimlilik açısından karbon bağlama, depolama maliyeti ve yan faydalar da dikkate alınması önemli olacaktır. Bioçar'ın toprak verimliliği ve toprak iyileştirmesinde kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır (BORCHARD ve ark. 2012). Bioçar kullanımı ile yılda 1.8 Pg CO₂ salınımının bununda atmosferdeki CO₂ emisyonunun 12 % azaltılacağı ve bioçar kullanımının normal bitkilerin enerji amaçlı kullanımına göre 22 – 27 % daha az karbonun atmosfere sanılacağı (WOOLF ve ark. 2010) tarafından hesaplanmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK TOVAK- 1120785 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- CARAVACA, F., HERNANDEZ, T., GARCIA, C., ROLDAN, A., 2002. Improvement of rhizosphere aggregate stability of afforested semiarid plant species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition. *Geoderma* 108: 133-144.
- CASE, S.D.C., MCNAMARA, N.P., REAY, D.S., WHITAKER, J., 2012. The effect of biochar addition on N₂O and CO₂ emissions from a sandy loam soil - The role of soil aeration. *Soil Biology & Biochemistry* 51: 125-134.
- CHAN, K.Y., VAN ZWIETEN, L., MESZAROS, I., DOWNIE, A., JOSEPH, S., 2007. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Australian Journal of Soil Research* 45: 629-634.
- DUKU, M.H., GU, S., BEN HAGAN, E., 2011. Biochar production potential in Ghana-A review. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 15: 3539-3551.
- FEARNSIDE, P.M., 2000. Global warming and tropical land-use change: Greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change* 46: 115-158.
- GAUNT, J.L., LEHMANN, J., 2008. Energy balance and emissions associated with biochar sequestration and pyrolysis bioenergy production. *Environmental Science & Technology* 42: 4152-4158.
- GLASER, B., LEHMANN, J., ZECH, W., 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review. *Biology and Fertility of Soils* 35: 219-230.
- KARER, J., WIMMER, B., ZEHETNER, F., KLOSS, S., SOJA, G., 2013. Biochar application to temperate soils: effects on nutrient uptake and crop yield under field conditions. *Agr. Food Sci.* 22: 390-403.
- KISHIMOTO, S., SUGIURA, G., 1985. Charcoal as a soil conditioner. *Int Achieve Future* 5: 12-23.
- LAIRD, D.A., 2008. The charcoal vision: A win-win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agronomy Journal* 100: 178-181.
- LEHMANN, J., DA SILVA, J.P., STEINER, C., NEHLS, T., ZECH, W., GLASER, B., 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil* 249: 343-357.
- LEHMANN, J., GAUNT, J., RONDON, M., 2006. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems—a review. *Mitigation and adaptation strategies for global change* 11: 395-419.

- MAJOR, J., LEHMANN, J., RONDON, M., GOODALE, C., 2010. Fate of soil-applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. *Global Change Biology* 16: 1366-1379.
- OZCIMEN, D., KARAOSMANOGLU, F., 2004. Production and characterization of bio-oil and biochar from rapeseed cake. *Renewable Energy* 29: 779-787.
- RILLIG, M.C., WAGNER, M., SALEM, M., ANTUNES, P.M., GEORGE, C., RAMKE, H.G., TITIRICI, M.M., ANTONIETTI, M., 2010. Material derived from hydrothermal carbonization: Effects on plant growth and arbuscular mycorrhiza. *Applied Soil Ecology* 45: 238-242.
- SCHULZ, H., GLASER, B., 2012. Effects of biochar compared to organic and inorganic fertilizers on soil quality and plant growth in a greenhouse experiment. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 175: 410-422.
- SINGH, B.P., HATTON, B.J., SINGH, B., COWIE, A.L., KATHURIA, A., 2010. Influence of Biochars on Nitrous Oxide Emission and Nitrogen Leaching from Two Contrasting Soils. *Journal of Environmental Quality* 39: 1224-1235.
- SINGH, S., MISHRA, R., SINGH, A., GHOSHAL, N., SINGH, K.P., 2009. Soil Physicochemical Properties in a Grassland and Agroecosystem Receiving Varying Organic Inputs. *Soil Science Society of America Journal* 73: 1530-1538.
- SOLAIMAN, Z.M., BLACKWELL, P., ABBOTT, L.K., STORER, P., 2010. Direct and residual effect of biochar application on mycorrhizal root colonisation, growth and nutrition of wheat. *Australian Journal of Soil Research* 48: 546-554.
- STETSON, S.J., OSBORNE, S.L., SCHUMACHER, T.E., EYNARD, A., CHILOM, G., RICE, J., NICHOLS, K.A., PIKUL, J.L., 2012. Corn Residue Removal Impact on Topsoil Organic Carbon in a Corn-Soybean Rotation. *Soil Science Society of America Journal* 76: 1399-1406.
- TIESSSEN, H., CUEVAS, E., CHACON, P., 1994. The role of soil organic-matter in sustaining soil fertility. *Nature* 371: 783-785.
- TUFEKCI, S., 2001. Odun Kömürü Ve Okaliptüs (*Eucalyptus Camaldulensis* Dehn.) Odun Kömürünün Özellikleri. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü 7.
- WARNOCK, D.D., LEHMANN, J., KUYPER, T.W., RILLIG, M.C., 2007. Mycorrhizal responses to biochar in soil - concepts and mechanisms. *Plant and Soil* 300: 9-20.
- WILSON, G.W.T., RICE, C.W., RILLIG, M.C., SPRINGER, A., HARTNETT, D.C., 2009. Soil aggregation and carbon sequestration are tightly correlated with the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi: results from long-term field experiments. *Ecology Letters* 12: 452-461.
- ZHANG, A.F., LIU, Y.M., PAN, G.X., HUSSAIN, Q., LI, L.Q., ZHENG, J.W., ZHANG, X.H., 2012. Effect of biochar amendment on maize yield and greenhouse gas emissions from a soil organic carbon poor calcareous loamy soil from Central China Plain. *Plant and Soil* 351: 263-275.

KİMYASAL GÜBRE YERİNE KULLANILABİLECEK DOĞAL TOPRAK KATKI MATERYALLERİ İLE TARIMSAL ÜRETİM OLASILIKLARI

ERHAN AKÇA¹, SELİM KAPUR²

¹Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 02040 Adıyaman

²Çukurova Üniversitesi, Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, 01330, Adana

Özet

Birleşmiş Milletler 2030 Kalkınma Hedeflerinde 17 adet olarak tanımlanan hedefler içinde doğrudan ve dolaylı olarak tarımı ilgilendiren ve tarımın etkilediği 4 adet eylem yer almaktadır. Özellikle 2 no'lu Açılığa Son Hedefine ulaşmak için tarımın sürdürülebilir olmasını gerektirmektedir. Bu hedef ile birlikte Karasal Yaşam ve İklim hedefleri de tarımın çevre dostu olmasını zorunlu kılmaktadır. Buna karşın özellikle 1950'li yıllarla beraber tarımsal mekanizasyon ve tarım kimyasallarının küresel ölçekte yaygınlaşması tarımsal üretimin gün geçtikçe sürdürülebilir ve çevre dostu olmasını zorlaştırmış ve son 20 yılda olanaksız hale getirmiştir. Olumsuz süreçlere karşın tarımın doğduğu kültürel merkezler arasında yer alan Anadolu'da tarım yaklaşık 10000 yıldır süregelen bir gelenektir. Toprak, iklim ve ana kaya kaynaklar ile kültürel çeşitlilik Anadolu'da birçok çevrenin insan eliyle yeniden düzenlenerek üretim alanları olmasına yol açmıştır. Anadolu kültüründe ki tarımsal üretim zenginliği 1970lere değin devam etmiş, ancak sonrasında ki aşırı nüfus baskısı sonucu bozunmaya başlamıştır. Tarımsal girdilerin artışı çoğu tarımsal üretimin karlılığını yok ederek sosyo-ekonomik sorunlara neden oluşturmuştur. Tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından geleneksel arazi modelleri ile beraber doğal bitki besin materyallerinin kullanımı ile günümüz tarımının olumsuzlukları dengelenerek BM Hedeflerine uyum sağlama olanağı artacaktır.

Anahtar kelimeler: Birleşmiş Milletler, tarım, doğal bitki besin kaynakları, kimyasal gübre, Anadolu geleneksel arazi kullanımı.

SEWAGE SLUDGE as an ALTERNATIVE to INCREASE SOIL ORGANIC MATTER

Abstract

Within the United Nations Sustainable Development Goals, 17 actions are directly and indirectly related to agriculture and affecting agriculture. In particular, for achieving Ending Hunger goal, agriculture should be sustainable. Along with this goal, Terrestrial Life and Climate targets also necessitate an environmentally friendly agriculture. On the other hand, especially with the 1950s, agricultural mechaniza-

tion and the spread of agricultural chemicals on a global scale has made it difficult for agriculture to become sustainable and environmentally friendly, and made it impossible in the last 20 years. In Anatolia, which is one of the cultural centers where agriculture was born in spite of negative geographic conditions, and is an ongoing process for almost 10000 years. Soil, climate and parent material resources, and cultural diversity have led to many areas in Anatolia being reorganized by humankind and becoming production areas. The agricultural crop biodiversity production in Anatolian culture continued until the 1970s, but the aftermath of the overpopulation it began to deteriorate. The increases in agricultural inputs have destroyed the profitability of most agricultural production, and caused socio-economic problems. In terms of sustainability of agricultural production, the use of natural plant nutrition materials together with traditional land models will increase the possibility of adapting to the UN 2030 Sustainable Development Goals. Keywords: United Nations 2030 Sustainable Development Goals, Agriculture, Natural Plant Nutrient Resources, Chemical Fertilizers, Anatolian Traditional Land Use

Giriş

Türkiye her ne kadar endüstriyel gelişiminde etkin yol olsa da, tarım ülke sosyo-ekonomisinin bel kemiği durumundadır (DOĞANAY ve ÇAVUŞ 2013). Bunun başlıca nedeni tarımsal üretimin endüstriyel üretimin aksine tüm ülkeye eşit dağılmasıdır. Örneğin otomotiv endüstrisi Batı Bölgelerinde, demir çelik üretimi ise kıyı bölgelerinde yoğunlaşırken, tarımsal çeşitlilik tüm ülkede etkin olarak gerçekleştirilmektedir. Ülke nüfusunun 1/3'ü ve çalışan nüfusun 1/4'ü tarımsal üretimle doğrudan ilişki içerisinde. Yıllık 70 milyar ABD Dolarına ulaşan tarımsal üretim, Türkiye ihracatına yaklaşık 18 Milyar ABD Dolarlık katkı yapmaktadır. Bu değerler ışığında tarımsal süreçlerdeki olumlu veya olumsuz etkilerin ülke sosyo-ekonomisini yüksek düzeyde etkileyeceği bilinen bir gerçektir (LARSON vd. 2017). Buna karşın ülke tarımında çok sayıda sorun yaşanılmaktadır. Bunlar temelde üç ana başlık altında toplanmaktadır (Şekil 1).



İklim Değişikliği



Arazi Yönetimindeki Olumsuzluklar



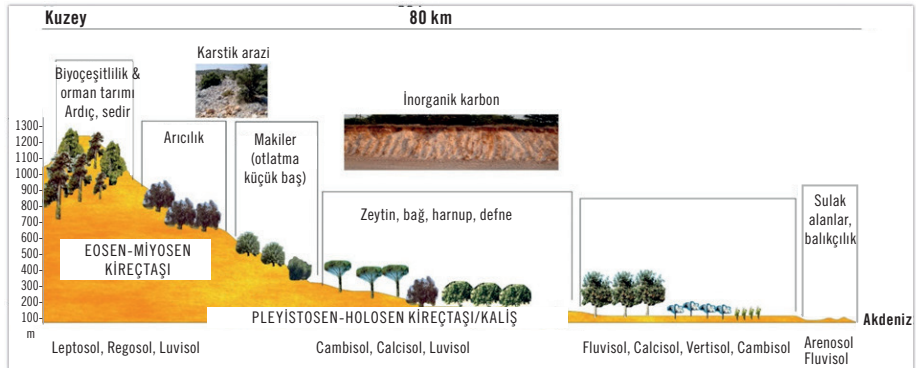
Kalifiye Çalışan Noksanlığı

Şekil 1. Türk Tarımının Temel Sorunları

İklim değişikliğinin neden olduğu aşırı hava olaylarının sonucunda (sel, kuraklık, fırtına, yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık) yüksek düzeyde toprak ve verim kaybı oluşmaktadır. Buna ek olarak yanlış arazi yönetimi (aşırı tarım kimyasalları kullanma, aşırı sulama vb) tarımsal üretimi tehdit etmekte, ürün kalitesi azalırken çöleşmeye doğru giden bir eğilim oluşturmaktadır (Şekil 2). Diğer yandan tarımsal üretimde çobanlık örneğinde olduğu üzere eğitilmiş eleman eksikliği ve azalan verimlilik nedeniyle köyden kente göç, tarımsal yapıyı kırılgan hale getirmektedir (YALÇIN ve KARA 2016).



Tarımsal sorunların bütüncül yaklaşımla çözümü için bir çok öneri getirilmiş olmasına karşın maddi ve yönetsel düzensizlikler sorunların çözülmesini zorlaştırmaktadır. Anılan olumsuzluklara karşın Anadolu geleneğinde yer alan insan peyzajları bütünlük için bir fiziksel model olarak değerlendirilmektedir (ESWARAN vd. 2010). Anadolu'da insan peyzajları olarak tanımlanan modelde arazi sadece üretim olgusunda değil aynı zamanda çevreyi koruyan bir düzende değerlendirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Anadolu İnsan Peyzajı Örneği

Bu bağlamda tarımın merkezde yer aldığı arazi yönetiminde, bitki besin elementlerinin doğal kaynaklardan karşılanması sürdürülebilirliğin devamı için gereklidir. Bu çalışmada ise tarımsal karlılığı azaltan ve verimde kalite kaybına yol açan aşırı tarım kimyasalları kullanımı yerine doğal kaynaklardan beslenme önerileri sunulmaya çalışılmıştır.

Toprak ve Tarım

Bitkilere durak yeri olan, onlara besin maddesi ve diğer gelişme şartlarını sağlayan ve yeryüzünün büyük bir kısmını devamlı örtü halinde kaplayan, iklim ve canlıların belli topoğrafik şartlar altında zamanla ana materyal üzerine yaptıkları ortak etkilerle ortaya çıkmış, dinamik ve canlı bir sistemdir. Tarımda bitki gelişimini etkileyen etmenler ise çok sayıda olup herhangi birinde oluşacak sorun üretim kadar toprak kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir (Çizelge 1). Doğal olgular dışında arazi yönetiminden ortaya çıkan sorunlar ise Çizelge 1’de çok farklılık gösteren özelliklerinin birçoğunu etkilemekte ve önlem alınması zorlaştırarak arazilerin bozunmasını neden olmaktadır.

Sürdürülebilir kalkınma ve kabul edilebilir rekabet kurallarının çiğnenerek fazla üretim isteği ile kimyasal gübre, ilaç ve hormonlarla zorlanan üretim tarzı sonucu çevreye ve insan sağlığına zararlı ürünler üretilerek pazarlanmaktadır. Örneğin Son yirmi beş yılda Nevşehir’de aşırı ve tek yönlü azotlu gübreleme sonucu patates yetiştirilen toprakların pH’sı 2 birime varan düzeyde düşmüş, başka bir tanımla asitlik 100 kat artmıştır. Bu sert değişimler ise toprakların üretimini neredeyse sıfırlayarak köy nüfusunun arazilerine terk etmesine yol açmıştır.

Bununla birlikte tamamen organik ve doğal kökenli kaynaklarla günümüz tarımsal ürün talebinin karşılanmasının olası olmadığı bilinen bir gerçektir (TILMAN vd. 2002). Tarımsal üretim yöntemi kadar beslenme alışkanlıkları da geleceğin tarımına yön verecektir.

Çizelge 1. Tarımsal Üretimi Etkileyen Olgular

İKLİM	TOPRAK	BİTKİ
Yağış Miktarı/Dağılımı Hava sıcaklığı Oransal nem Işıklanma Yoğunluğu Miktarı Süresi Enlem/Boylam Rüzgar Dağılımı/Hızı CO2 yoğunluğu (kimi seralarda karbondioksit gaz olarak verilerek fotosentez etkisi arttırılmaktadır)	Organik madde Tekstür (kil-silt-kum oranı) Strüktür (Yapı) Katyon Değişim Kapasitesi – (KDK) Besin elementleri tutma gücü Baz doygunluğu Eğim ve topoğrafya Toprak sıcaklığı Toprak yönetim faktörleri İşleme Drenaj Diğerleri Köklenme Derinliği	Bitki tür ve çeşidi Ekim tarihi Tohumun miktarı ve sıra aralığı Tohumun kalitesi Toprakta buharlaşma ile su kaybı Yarayışlı su miktarı Bitki besleme Zararlılar Böcekler Hastalıklar Yabancı otlar Hasat randımanı

Organik ve günümüz tarımının gelecekte 10 milyarı aşması beklenen nüfusu besleme yetisini deneyen model çalışmada 500 adet senaryo denenmiş ve vejetaryen beslenmeye dayalı senaryoların %94'ü bu talebi karşılarken protein temelli tüke-time ait senaryoların %14'ü yeterli gıdayı sağlayabilmiştir (ERB 2016).

Organik Kökenli Besin Kaynakları

Türkiye tarım yapılan toprakların önemli bir bölümünde organik madde değeri %2'inin altında saptanmaktadır Türkiye topraklarının başta iklimin etkisi olmak üzere diğer faktörlerin de etkisiyle Doğu Karadeniz bölgesi (<% 2) dışında diğer tüm bölgelerimizde organik madde kapsamı (>% 1.5) çok düşüktür (ERŞAHİN vd. 2016). Toprakların organik madde düzeylerinin düşük olmasının bir nedeni de çayır mera ve orman alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesidir. Toprak organik maddesinin ayrışması, organik karbonun topraktaki mikroorganizmalarca kendi yaşamları için besin olarak kullanmasından kaynaklanmaktadır.

Toprak organik maddesi çeşitli şekillerde toprağa karışmış bitkisel ve hayvansal artıklarla bunların parçalanma ve ayrışma ürünlerinin çeşitli kimyasal reaksiyonlar sonucunda oluşturduğu kompleks bileşiklerden meydana gelir. Toprağa düşen yapraklar, kurumuş kökler, hasat artıkları, kurumuş yabancı otlar, çayırlar, ölmüş organizmalar ve hayvansal artıklar organik maddenin kaynağını oluşturur. Aşağıda başlıca organik madde kaynakları listelenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kimi Organik Materyallerin Azot, Fosfor ve Potasyum İçerikleri

Materyal	N	P	K	Besin verme	Etki süresi	Diğer
Yonca	2,5	0,5	2	Yavaş	2-6 ay	Örtü bitkisi olarak
Mezbaha atıkları (kuru)	7	10	0,5	Orta		
Yarasa dışkısı	5,5-8	4-8,6	1,5	Orta-hızlı		
Kan (Kuru)	12	1,5	0,6	Orta-hızlı		
Kan unu	12,5	1,5	0,6	Orta	6-8 hafta	
Kemik tozu (ham)	2-6	15-27	0	Orta-Yavaş	6 hafta	Miktarına dikkat edilmeli
Kemik tozu (Kaynatılmış)	0,7-7	18-24	0			
Üzüm posası	5	1,8	1	Yavaş		
Üçgül	2	0,5	2	Yavaş	2-6 ay	Örtü bitkisi olarak
Kompost	1,5-3,5	0,5-1	1-2	Yavaş		
Çiğit unu	4-6	2,5-3	1,6	Orta-Yavaş		Asidik olabilir
Yengeç-Karides unu	10	0,25	0,05	Yavaş	4-6 ay	
Yengeç-Karides atığı	30	21	5,5		4-6 ay	
Sebze kabukları (kurutulmuş)	0	11	27	Hızlı		
Yumurta kabukları (yanmış)	0	0,5	0,3	Hızlı		
Tüy unu	15	0	0	Yavaş	4-6 ay	İnce öğütülmeli
Balık sıvısı	5	1	1	Yavaş		
Balık unu (kuru)	10	4-6	0	Orta	4-6 ay	
Granit	0	0	3-6	Çok yavaş	3-5 yıl	
Yeşil kum	0	1,5	5	Çok yavaş	5+ yıl	Su tutmayı artırır
Saç-kıl	12	26	0	Çok yavaş		
Toynak/Boynuz	9-14	1,5-2	0			
Kaolinit	0	0	12	Orta		
Yosun	1	0,5	4-13	Yavaş	4-6 ay	Tuz, sülfat içeriğine dikkat edilmeli

Çizelge 2'nin devamı

Ahır Gübresi Türü						
Et Sığırı	0,5-1,5	0,2-0,7	0,5-2	Orta	2 Yıl	
Süt Sığırı	0,5-2	0,3-0,5	0,4-1,5	Orta	2 Yıl	
Ördek	2,6	0,8-1,4	0			
Keçi	4	0,6	1-2,8	Orta		
Kaz	3,3	0,4	0,6	Orta		
At	0,7-1,5	0,2-0,7	0,6-0,8			
Domuz	0,4-2	0,5-1	0,4-1,2			
Güvercin	6,3-6,5	2,5	2,5			
Kümes (%75 su)	1,5	1	0,5			
Kümes (15 su)	6	4	3	Orta-Hızlı		
Tavşan	3,-4,8	1,5-2,8	1-1,3	Orta		
Koyun	2,2-3,6	0,3-0,6	0,7-1,7	Orta		
Diğer						
Mantar Kompostu	0,5-0,8	4,-55	0,5-0,8	Yavaş		Tuz etkisi
Torf	1,5-3	0,25-0,5	0,5-1	Çok yavaş		Tuz etkisi
Üre	36-42	0	0	Hızlı		
Ağaç külü	0	5	3-7	Hızlı	1-4 ay	
Ağaç atıkları	5-6	2-4	1-3		4-9 ay	
Solucan	1,5	2,5	1,3			
Talaş	0,1	0,05-0,1	2-4		2-4 yıl	

Ahır Gübresi: Küçükbaş ve büyükbaşların gübrelere çok değişken besin elementi içermektedirler. Ahır gübresi kullanımında gübrenin olgun olmasına özel önem gösterilmelidir.

Yonca Kompostu: %3-5 organik azot içerir. Bununla birlikte %1 fosfor ve %2 potasyum içermektedir.

Kan Ürünleri: Alınabilir azot düzeyi %10-12'dir ve toprakta 2 ay süreyle etkinliğini gösterir.

Kemik Ürünleri: Öğütülmüş kemik fosforca zengindir. Analizler sonucu N-P-K içeriği 1-11-0 ile 5-10-0 arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca yüksek düzeyde (%15-22) kalsiyum içermektedir. Topraktaki etkinliği 6 ile 12 ay sürer. Özellikle yumrulu bitkiler için (havuç, patates vb. iyi bir besin kaynağıdır.

Pamuk Tohumu (Çiğit) Kompostu: Yüksek N içeren ve içerdiği azotu toprağa yavaş yavaş veren bir materyaldir. Yapılan analizlerde N-P-K içeriğinin %6-4-1.5 ile 6-2-1 arasında değiştiği saptanmıştır. Etkinliği 6 ay ile 1 yıl sürmektedir.

Kümes Hayvanları Tüy Kompostu: Yüksek düzeyde azot içeren bir kümes artığıdır, ve genellikle doğrudan uygulama yerine organik gübrelere katılan bir materyaldir.

Balık Atıkları: Balık unu ile artıklarının kompostlarını içerir. 6-9 aylık ömrü vardır, ve N-P-K içeriği 9-1-1'dir. Bunun dışında birçok mikrobeyin içerir. Ancak, koku sorunu vardır.

Guano (Kuş Dışkıları): Genellikle yarıya ve deniz kuşlarının dışkılarıdır. Hızlı alınabilir ve yüksek düzeyde azot içermektedir (10-3-1). Özellikle saksı bitkileri yetiştirmede kullanılmaktadır.

Torf: Belirgin bir besin elementi içermez. %1 civarında organik azot vardır. Ancak toprağın organik madde düzeyini artırır ve fiziksel yapısının gelişmesine yardımcı olmaktadır.

Humatlar (leonardit, gitya vb): Torfun aksine humatlar mineralize materyal olduklarından içerdikleri besinler bitkiler tarafından alınabilir formdadır. %35'lere kadar humik asit içerir ki bu diğer besin maddelerinin alımını da kolaylaştırmaktadır.

Yosun: Deniz yosunlarının kompostlanması ile üretilen bu materyalde %1.6 ile 3.3 arasında azot, %1 ile 2 arasında P_2O_5 ve %15 ile 20 K_2O içermektedir. Bunlar dışında doğal 60'ın üzerinde iz elementi, amino asit, vitaminler ve büyüme hormonları içermesi nedeniyle güçlü bir yetiştirme ortamı sağlamaktadır.

Mikoriza: Toprağa aşılama yoluyla verilebilecek olan bu organizmalar özellikle bitki köklerine infekte olarak bitkilerin su, P ve Zn alımlarını büyük oranda artırır. Mikoriza hifleri yardımıyla kök yüzey alanı artırarak bitkilerin besin ihtiyaçlarını karşılamalarına yardımcı olurlar.

Azot tutan Bakteriler: Bu bakterilerin toprağa aşılması ile baklagil bitkilerinin azot tutma oranları arttırılabilir. Uygulamada toprakların çok kurumamasına dikkat edilmelidir.

Talaş: Yalnızca iyice kompostlanmış talaşlar kullanılmalıdır ve ayrışan talaş tozu topraktaki azotu bağlayarak uzaklaşmasını engellemektedir. Özellikle ahududu ve mavi ahudududa iyi sonuçlar vermektedir.

Bu kaynaklar dışında tarımsal hasat ve budama atıklarının (hastalık içermemesi kaydıyla) kullanımı toprakların organik maddece zenginleşmesi için dikkat edilmesi gerekli kaynaklar arasındadır. Örneğin Şanlıurfa Harran Ovası'nda tarımsal hasat artıklarının toprağa uygulanmasıyla elde edilecek %1'lik artış, 1.500.000 dekar olan Harran Ovasında sulanan arazide 788.100.000 TL'lik besin maddesine eş değer katkı sağlayacaktır. Yıllık 3.900.000 ton tarımsal organik atık söz konusu olan Ova'da besin elementi artışı (organik maddenin 0.55'inin karbon olduğu ve organik karbon:azot:kükürt:fosfor oranı 100:10:1.5:1.5 varsayıldığında), su tutma (ağırlıkça %30 su tutması koşulunda) ve kimyasal gübre ekonomisi ile 2017 rakamları ile 2.663.100.000 TL kazanç sağlanabilecektir.

Kayaç ve Mineral Kökenli Besin Kaynakları

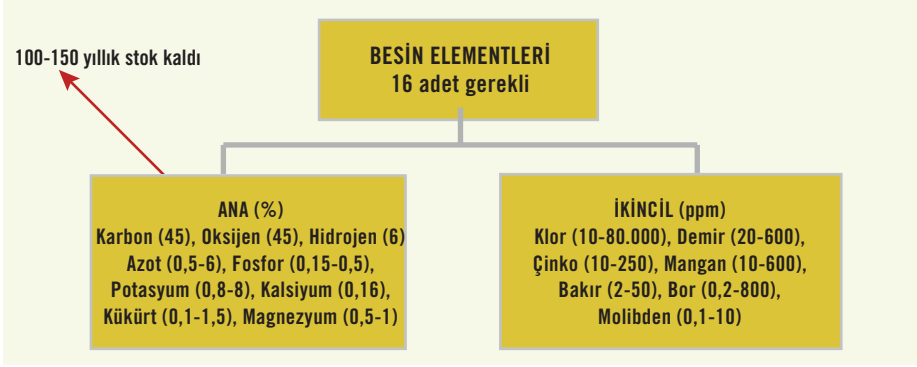
Bitkilerin farklı düzeylerde 16 elemente ihtiyaç gösterdiği bilinmektedir (Şekil 2) (HOPKINS, 1999). Bunların tamamının organik kökenli materyallerden alınması olası olmadığından, mineral kaynaklı materyallerin kullanılması gerekmektedir. Ayrıca kimi besin elementlerinin kaynakları yakın gelecekte tükenecektir. Kimi kayaçların elementsel içeriği Çizelge 3'te verilmiş ve kimi kayaçların içerikleri aşağıda listelenmiştir. Kayaçlar dışında K, P, Fe, S, Ca, Zn, Mn ve Mg'ü bir arada içeren kaynak sayısı 1000' inin üzerindedir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Volkanik Kayaçların Kimyasal İçeriği

	BAZALT	DİYABAZ	FENOLİT	GRANİT
SiO ₂ (%)	49	49	38	57
Fe ₂ O ₃ (%)	9.5	9.5	5.4	5.6
CaO (%)	7.1	4.6	0.7	3
MgO (%)	4.7	4.7	8.6	1.8
Na ₂ O (%)	5	2.7	8.6	2.7
K ₂ O (%)	2.5	2.1	4.1	2.7
Mn (ppm)	1218	1224	1673	853
Zn (ppm)	96	145	268	79
Cu (ppm)	69	28	51	4

Kayaç Artıkları: Birçok kayaç bu amaçla kullanılmaktadır ancak bu kayaçlardaki besin elementleri hemen alınabilir formda değildir ancak küçük bir kısmı hemen alınabilecek formdadır, önemli bir kısmı ise yavaş biçimde alınabilir forma dönüşmektedir.

Azomit (Kaya tozu): Hemen alınabilir potasyum oranı %2.5 olan çökel kayaçtır. Deniz çökellerinde bulunur.



Şekil 2. Bitki Besin Elementleri ve Bitkide Bulunma Düzeyleri

Apatit: Yalnızca %3 fosfatı hemen yararlı olan toplamda %30 fosfat içeren bir mineraldir. Bazaltik kayaçlarda bulunur. Asitli topraklara uygulandığında daha çabuk etki göstermektedir.

Kaya Fosfatı: %18-22 fosfat, %27 kalsiyum oksit ile 14 farklı iz element içeren bir kayaçtır. İçerdiği fosfatın %2'si hemen alınabilir formdadır. Kalan kısmı ise 3-5 yıl içerisinde toprağa karışmaktadır.

Jips (Kalsiyum Sülfat): Çok killi ve kireçli topraklarda iyileştirici olarak kullanılır. %15-18 kükürt içerir. Ayrıca topraklardan sodyumu uzaklaştırarak alkalilik sorununu engelleyecektir.

Çizelge 4. Farklı besin elementi içeren mineraller

	Demirli	Potasyumlu	Fosfor	Çinko	Kükürt	Kalsiyum	Magnezyum	Mangan
Fe		129	227	92	239	312	293	241
K	227		36	23	101	188	96	64
P	92	36		29	27	36	113	123
Zn	239	23	29		76	42	44	44
S	312	101	27	76		110	71	45
Ca	293	188	191	42	110		244	200
Mg	241	96	113	44	71	244		130
Mn		64	123	53	45	200	130	

Yukarıda anılan materyallerin dışında birçok organik materyal (yaprak, dal, biçilmiş çim vb) ile birçok kayaç (bazalt, granit), mineral (pirit-Demir sülfat, mika-potasyumlu mineral) ve yeri geldiğinde kumlu topraklar için kil, killi topraklar için kum toprak düzenleyici veya gübre olarak kullanılabilir. Bu uygulamalarda materyallerin steril olmasına (hastalık ve zararlı içermemesi) ve ağır metal veya zehir etkisi yapacak element içermemesine dikkat edilmeli ve Tarım ve Köy İşleri Bakanlığının Yönetmeliklerine uygun olanlarının kullanılması gerekmektedir.

Sonuç

Küresel açlık, iklim değişikliği ve yoksulluğu önlemek için Birleşmiş Milletler tarafından önerilen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri arasında yer alan 4 hedefte tarım temel bileşendir. Buna karşın günümüz tarımın neden olduğu kirlilik ve besin kalitesinde ki azalmaların önüne geçebilmek için bütünleşik tarım anlayışının gelişmesi gerekmektedir. Tarımsal üretim sadece miktar odaklı olduğunda kalite sorunları sadece gıda da değil topraklarda da ortaya çıkmaktadır. Bu olumsuzlukların çözümünde geleneksel tarımsal üretim yeniden dikkate alınarak güncel yaklaşımlarla uygulamaya konulmalıdır. Söz konusu yaklaşımda doğal kaynakların yeniden toprağa kazandırılması verimlilik için şarttır. Bunun dışında tarımsal üretimin 2050 yılında 10 milyarı aşması beklenen dünya nüfusunu beslemesi için, beslenme alışkanlıkları ile su ve gübre ihtiyacı yüksek bitkiler yerine daha az su ve gübre isteyen bitki deseni dikkate alınmalıdır. Çünkü doğal kaynaklar sonsuz değildir.

Kaynaklar

DOĞANAY, H., ÇAVUŞ, A. (2013) Türkiye Ekonomik Coğrafyası. Pegem Akademi Yayınları, Ankara.

ERB K-H. (2016) Exploring the Biophysical Option Space for Feeding the World Without Deforestation. *Nat Commun* 7:11382.

ERŞAHİN, S., KAPUR, S., AKÇA, E., NAMLI, A., ERDOĞAN, E.H. (2016) Carbon Management, Technologies, and Trends in Mediterranean Ecosystems. *The Anthropocene: Politik—Economics—Society—Science*. Volume 15. Springer.

ESWARAN, H., BERBEROGLU, S., CANGİR, C., BOYRAZ, D., ZUCCA, C., OZEVREN, E., YAZICI, E., ZDRULİ, P., DİNGİL, M., DONMEZ, C., AKÇA, E., ÇELİK, İ., WATANABE, T., KOCA, YK., MONTANARELLA, L., CHERLET, M., KAPUR, S. (2011) The Anthroscape Approach in Sustainable Land Use. In Kapur S, Eswaran H, Blum WEH (eds) *Sustainable Land Management: Learning from the Past for the Future*. Springer, Berlin, pp 1–50.

HOPKINS, W.G. (1999) *Introduction to Plant Physiology*. 2nd ed. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc. p. 61-76.

LARSON, D., MARTIN, W., ŞAHİN, S. and TSIGAS, M. (2016) Agricultural Policies and Trade Paths in Turkey. *World Econ*, 39: 1194–1224.

TILMAN, D., CASSMAN, K.G., MATSON, P.A., NAYLOR, R., POLASKY, S. (2002) Agricultural Sustainability and Intensive Production Practices. *Nature*: 671-7.

YALÇIN G.E. ve KARA, F.C. (2016) Kırsal Göç ve Tarımsal Üretime Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20 (2): 154-158.

ORGANİK ve ORGANOMİNERAL GÜBRELERİN TOPRAĞIN ENZİM AKTİVİTESİ ile BUĞDAY VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ*

NİHAL TAMER, AYTEN NAMLI

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi,

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

EFFECT of ORGANIC SOIL CONDITIONERS on SOIL ENZYME ACTIVITIES and YIELD of WHEAT

Abstract

This research was carried out at the Ankara University, Faculty of Agriculture, Research and Application farm during 2007-2008 and 2008-2009 growing seasons. In the present study, the effects of organic soil conditioners on some soil parameters, soil enzyme activities and yield and quality of wheat were studied in a field experiment with four plot replications and 8 applications in completely randomized parcel design and bread wheat varieties were used. In this study variety of organic matter (SOM), alkaline phosphatase, beta glukosidase and urease enzyme activities and plant yield were studied. The results obtained from different parameters per year were significantly different therefore, result were evaluated separately in the basis of year. The applications “BioSUPERDAP”, “BioSUPERDAP + foliar application of humic acid”, “K-humat coated seed + DAP + foliar application of humic acid”, “DAP + foliar application of humic acid” gave better results compared to control, single NP and single organic soil conditioner for OM and, urease enzyme activity. Time interactions of alkaline phosphatase and beta glukosidase enzyme activities, and application x time interactions of urease enzyme activity were statistically found to be significant. In the second year, wheat yield and quality parameters showed a significant increase compared to the results of the first year which may be attributed to higher precipitation in the second year of the experiment. “K-humat coated seed+DAP + foliar application of humic acid” and “DAP + foliar application of humic acid” indicated that these applications were better in terms of the results of their economic analysis and suggested as the most advantageous applications for a better wheat agriculture. **Key Words:** organic soil conditioners, leonardite, soil enzyme activity, bread wheat, *Triticum aestivum* L., yield

Giriş

Toprağın organik madde içeriği bitki verim ve kalitesini etkileyen en önemli toprak özelliklerinden birisi olup, bitki besin maddeleri özellikle azot, fosfor ve

*Bu çalışma Dr. Nihal Tamer'in doktora tez çalışmasının bir bölümüdür.

kükürt için kaynak ve depo, toprak organizmaları için de enerji kaynağı görevi görür. Türkiye topraklarının organik madde içeriğinin ise verimi sınırlayacak düzeyde olduğu bilinen bir gerçektir. Toprak enzim aktiviteleri, toprak mikroorganizmalarının organik bileşikleri, bitkiler veya diğer organizmalar açısından elverişli formlara dönüştürmek amacıyla sentezlediği hücre içi veya dışı salgıdır. Enzimlerin miktar ve çeşitleri toprakta kalan hasat artıklarının nitelik ve miktarları ile verilen organik ve inorganik gübrelerin çeşit ve miktarlarına, çevre şartlarına, toprak reaksiyonuna, ekim nöbetine ve toprağın işlenmesine bağlıdır. Toprak pH'sının düşmesi, uygun zirai işlemlerin yapılmaması ve toprağın zamanında ekime hazırlanmamasının topraktaki enzim seviyesini düşürdüğü saptanmıştır. C, N, P döngülerinde görev alan enzim aktiviteleri çevresel faktörlerin toprak organizmaları üzerine etkilerinin anlaşılması, doğal koşullar veya insan aktivitelerine maruz topraklarda C, N, P gibi temel besin maddeleri döngülerinin izlenmesi ve yine insan aktivitelerinin toprak ekosistemi üzerindeki etkilerinin izlenmesi gibi konularda sıklıkla başvuru parametrelerdir (JOERGENSERN vd. 1994).

Bir ürünün verimliliği birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Kimyasal gübreler bu faktörler içerisinde en önemlisi olup, bir taraftan üründe yüksek verim ve üretim artışı gibi olumlu sonuçlar yaratırken, diğer taraftanda toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini bozmuş ve özellikle de organik madde seviyesinin %1'in altına düşmesine neden olmuştur (UYANÖZ vd. 2004). Son yıllarda dünya nüfusunun atışına paralel olarak kimyasal gübre tüketimindeki artışlar çok önemli boyutlara ulaşmıştır. Kimyasal gübrelerin dengesiz kullanımının insan ve çevre üzerinde yaratmış olduğu olumsuzluklar; sürdürülebilir tarım sistemi için yoğun tarım alanlarında organik gübrelerin kullanımını düşünmemize neden olmuştur (CHANNABASANA vd. 2008). Bu nedenle insan ve çevre sağlığını korumak, toprakların sürdürülebilirliğini sağlamak, toprağın organik madde seviyesini yükseltmek, ürünün potansiyel verimini arttırmak için alternatif üretim sisemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. (BEŞİRLİ vd. 2001, BETTIOL vd. 2004).

Organik materyallerin toprak verimliliği üzerine olan olumlu etkilerinden yararlanılarak mineral gübre+organik madde şeklinde üretilen organomineral gübrelerin, bir yandan yıkanma ile besin maddesi kaybını azaltırken diğer yandan toprağın verimlilik öğelerini düzelterek kullanılan mineral gübrelerin etkinliğini artırdığı bilinmektedir. Bitki beslenmesi bakımından organomineral gübre kullanımı; bitkilerin dengeli bir şekilde beslenmesine, toprak özelliklerine ve kullanılan gübrelerin gübre oranlarına da ($N:P_2O_5:K_2O$) bağlıdır. Organik gübre taze halde toprağa verilirse yüksek olan karbon/azot (C/N) oranından dolayı bitki yararlanamaz. C/N her durumda 30'un altında olmalıdır. Aksi halde toprakta kök/bakteri rekabeti oluşur. Farklı organik ve mineral azot gübrelemesi buğday tanesindeki protein ve aminoasit miktarlarının önemli düzeyde değişmesine neden olmaktadır.

Artan mineral azot gübresinin protein miktarını sürekli olarak artırdığı, mineral azotun organik gübrelerle kombinasyon halinde verilmesinin tanede protein miktarını daha da artırdığı, ancak bu durumun buğday tanesindeki esansiyel aminoasit miktarının azalmasına ve böylece buğday tanesinin biyolojik değerinin düşmesine neden olduğunu belirlenmiştir (ÖZCAN vd. 2004). Bu araştırmada; farklı humin madde tabiatında olan çeşitli organik materyallerin tek başlarına ve kimyasal gübrelerle bir arada organomineral gübre formunda, biyolojik toprak özellikleri üzerindeki etkileri üreaz (N döngüsü), alkali fosfataz (P döngüsü) ve beta glikozidaz (C döngüsü) enzim aktivite parametreleri kullanılarak tarla koşullarında değerlendirilmiştir. Organik madde kaynakları olan bazı organik toprak düzenleyicilerin bazı toprak özelliklerine, topraktaki mikrobiyal canlılığın göstergesi olan C, N ve P döngülerinde yer alan enzim aktivitelerine ve buğdayın verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmak ve birbirleriyle olan ilişkilerini karşılaştırmak amaçlanmıştır.

ERDAL vd. (1999)'nin bildirdiğine göre, humik asitin N, P, K gübreleri ile birlikte verilmesi durumunda elde edilen ürün artışının humik asitin tek başına verilmesinden elde edilen artıştan daha fazla olduğunu ve ayrıca humik asit uygulanması ile topraktaki P yarayırlılığının arttığını belirtmişlerdir. ÖZDEMİR vd. (2000), farklı organik atıkların toprakların üreaz aktivitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. İki farklı toprağa ağırlık esasına göre %0- 2,5- 5,0 ve 7,5 olacak şekilde tütün fabrikasyon atığı, çeltik sapı, fiğ, tavuk gübresi ve şlempe uygulamışlar ve $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 3 aylık inkübasyon süresi sonunda toprakların üreaz enzim aktivitesinde meydana getirdiği değişime bakmışlardır. Sonuçta, tütün fabrikasyon atığı, çeltik sapı, fiğ ve tavuk gübresinin üreaz aktivitesini önemli düzeyde, şlempenin ise önemsiz düzeyde artırdığını belirtmişlerdir. Organik atıkların üreaz aktivitesi üzerinde sağladığı artışın, Tütün fabrikasyon atığı>Tavuk gübresi>Fiğ>Çeltik sapı>Şlempe şeklinde sıralandığını rapor etmişlerdir.

KAYA ve HAKTANIR (2005), gıdya, linyit ve bunlardan elde edilen humik asit uygulamalarının buğday verimi ile toprağın biyolojik aktivitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; humik asidin tek başına ya da kimyasal gübre ile uygulamalarında bu artışların daha açık gözlemlendiğini saptamışlardır. Deneme parsellerinden alınan ikinci toprak örneklerinde ise; hem Humik asidin hem de Humik Asit+gübre kombinasyonlarının Bayraktar ve Kızıltan buğday çeşitlerinde biyokütle artışına neden olduğunu belirlemişlerdir. KARACA vd. (2006), Humik madde olarak gidyanın toprağın kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine ve ağır metal yarayırlılığına etkilerini araştırmışlardır. Toprağa gidyanın (G) tek başına ve gıdya ile mineral gübrenin (G+NP) kombine edilerek uygulanmasının, topraktaki organik madde kapsamını önemli derecede artırdığını, yalnız G ve yalnız NP uygulamasına kıyasla, G+NP uygulamasının mikrobiyal özelliklerde daha yüksek değerler verdiğini belirlemişlerdir. Ekstrakte edilebilir Cd, Pb, Ni, Cu, ve Zn'nin NP uygulamalarında artış gösterdiğini, ancak G+NP uygulamasının inkübasyon

süresi boyunca ekstrakte edilebilir metal miktarında azalan sonuçlar verdiğini saptamışlardır ($P<0,05$). Bu sonuçlara göre, organik materyal olarak gıdya uygulamasının toprağın metal adsorpsiyon kapasitesini artırdığını, bu materyalin mineral gübre uygulanmış topraklarda ağır metallerin hareketini ve yayılmasını azaltmak için kullanılabileceğini, G+NP uygulamasının organo-mineral gübre olarak uygulanmasında bir alternatif olduğunu vurgulamışlardır.

TURGAY vd. (2011), linyit kökenli humik maddelerin bazı toprak özellikleri ve ekmeclik buğday üzerine etkilerini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada; Adana Çukurova'da 2005 ve 2007 yılları arasında, gıdya ve gıdyadan elde edilen humik-fulvik asit konsantrasyonunu toprağa hem tek başlarına hem de mineral bir gübre ile kombine halinde uygulayarak, iki yıl tekrarlamalı olarak ekmeclik buğday yetiştirmişlerdir. Ürün sezonunda alınan toprak örneklerinde, organik madde özelliklerindeki ve yayılışlı mikrolemenet durumlarındaki değişiklikleri belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda; farklı tip ve dozlardaki humik maddelerin tek başlarına ya da kombine uygulamalarının, ardışık ürün sezonlarında toprak özelliklerindeki etkilerinin farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir.

Materyal ve Yöntem

Organik toprak düzenleyicilerin tek başlarına ve kimyasal gübrelerle birlikte uygulamalarının toprağın enzim aktiviteleri ile buğday verim ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla iki yıl üst üste (2007-2008 ve 2008-2009) tarla denemesi yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü alanın iklim verileri incelendiğinde; 2007-2008 yetiştirme döneminde yıllık toplam yağış miktarı 309.0 mm, 2008-2009 yetiştirme döneminde ise 502.1 mm olmuştur. Denemenin birinci yılında uzun yıllar ortalamasının altında yağış alınmasına rağmen, denemenin ikinci yılında uzun yıllar ortalamasının oldukça üzerinde yağış alınmıştır.

Deneme yerinden ekimden önce alınan toprak örneklerine ait analiz sonuçları ile çalışmada kullanılan organik ve organomineral gübrelere ait analiz sonuçları da Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme yerine ait toprak analiz değerleri ile denemede kullanılan organik materyallerin içerik analiz değerleri

Toprak özellikleri	2007-2008	2008-2009
	0-20 cm	0-20 cm
N (%)	0,06	0,08
P2O5 (ppm)	9,45	8,25
K2O (ppm)	357,60	344,52
Organik madde (%)	0,81	0,79
CaCO3 (%)	23,75	24,07
Nem (%)	7,45	7,86
pH	8,07	8,12
EC (dS/m)	0,30	0,26
Kum (%)	39,26	45,26
Kil (%)	34,77	35,07
Silt (%)	25,97	19,67

Materyal	Nem (%)	pH (1:10w/v)	EC (dS/m)	TOM (%)	CaCO3 (%)	Toplam HA+FA(%)	Suda çöz.K2O (%)
Leonardit	15,17	6,01	0,86	68,65	0,20	56,84	0,01
K-Humat	8,96	9,60	11,66	52,75	0,00	50,04	2,52
Organomineral gübre	12,33	7,47	31,7	41,47	3,054	28,64	0,024

	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Pb (ppm)	Ni (ppm)	Cd (ppm)
Leonardit	1,05	606,03	569,82	18,80	23,00	49,07	5,40	37,12	0,50
K-Humat	0,91	0,11	8,77	14,40	52,13	54,05	2,50	22,00	<0,5
Materyal	N (%)	P (%)	K (%)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Pb (ppm)	Ni (ppm)	Cd (ppm)
Organomineral gübre	10,02	11,84	0,08	-	-	-	-	-	-

Deneme yeri kahverengi toprak grubuna girmekte olup, fazla kireçlidir. Organik madde ve fosfor az, potasyum yeterli düzeydedir. Tarla denemelerinde bitki materyali olarak Bezostaja-1 ekmeçlik buğday çeşiti kullanılmıştır.

Tarla Denemelerinin Kurulması, Yürütülmesi ve Örneklemesi

Tarla denemeleri Ankara ili Haymana ilçesindeki Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Çiftliği'nde tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve 8 uygulama konulu olarak iki yıl kurulmuştur. Parseller 5m x 1,2m boyutlarında hazırlanmış, bloklar arası ve parseller arası 1,5 m boşluklar bırakılmış, parsellere 6 sıra ekim yapılmıştır. Denemede buğday için gerekli toplam azotun belirlenmesi amacıyla bölgenin toprak analizi yapılmış ve taban gübrelenmesi 15 kg da⁻¹ DAP olarak belirlenmiştir. Leonardit (organik toprak düzenleyici) ve DAP gübresinin karışımından elde edilmiş olan Organomineral gübre ise 15 kg da⁻¹ DAP uygulandığında dekara verilmiş olan azota eşdeğer azot verilebilmesi amacıyla 27 kg da⁻¹ Organomineral gübre olarak belirlenmiştir. Toprağa ya da tohumla uygulanan K-Humat, sağlanmış olduğu ticari firmanın yaptığı araştırmalar sonucu etiket tavsiyesi olarak belirlediği şekilde 750 g da⁻¹ ve tohumu K-Humat ile kaplama 200 g K-Humat/100 kg tohum olarak alınmıştır. Organomineral gübre granül, K-Humat topraktan toz olarak uygulanmış, tohum kaplanması ise K-Humatın sulandırılarak tohumla uygulanması şeklinde yapılmıştır.

Birinci ve ikinci yıl tarla denemelerinde, birinci üst gübreleme sırasıyla 14 Mart 2008'de ve 16 Mart 2009'da 10 kg da⁻¹ üre olacak şekilde 60 g/ 6 m² parsel hesabıyla bütün parsellere uygulanmıştır. İkinci üst gübreleme bu tarihten itibaren yaklaşık 1 ay sonra 8 kg da⁻¹ CAN (%26) gübresinden uygulanmıştır. Yapraktan humik asit uygulaması 1) sapa kalkma (10 Nisan) ve 2) başaklanma (15 Mayıs) döneminde olmak üzere 2 dönemde yapılmıştır. Buna göre 200 ml/da oranıyla birinci (birinci yıl 15 Nisan, ikinci yıl 17 Nisan) ve yine aynı oranda ikinci (birinci yıl 14 Mayıs, ikinci yıl 20 Mayıs) yapraktan humik asit uygulaması yapılmıştır. Yabancı otlara karşı ilaçlama yapılarak mücadele edilmiştir. 75 ml da⁻¹ dozunda "masteng" ilaçlaması yapılmıştır (8 Mayıs). Birinci yıl tarla denemesi 30 Temmuz 2008 ve ikinci yıl tarla denemesi 27 Temmuz 2009 tarihinde parsel biçerdöveriyle (HEGE) buğday hasadı yapılmıştır. Hasadı yapılan her bir parselin en ve boy uzunlukları ayrı ayrı ölçülerek parseldeki verimlerin belirlenmesinde dikkate alınmıştır.

Deneme topraklarının organik madde ve biyolojik özelliklerini belirlemek amacıyla toprak örnekleme, buğday denemesinde yetiştirme periyodunun uzun olması ve bu süreçte organik materyal ve biyolojik parametrelerdeki değişkenliği daha iyi takip edebilmek amacıyla daha sık yapılmıştır. Örneklemeler ekimden önce, ekimden 1 ay sonra, 5. ay döneminde ve hasat döneminde olmak üzere 4 zamanda 0-20 cm derinlikten yapılmıştır. Denemede uygulama faktörünün 1-2-3-4-5-6-7-8 olmak üzere 8 seviyesi ve zaman faktörünün ise 2 seviyesi (1.ay, hasat), TOM ve mikrobiyolojik enzim aktivitelerinin (alkali fosfataz, beta glikozidaz, üreaz) ise 3 seviyesi (1.ay, 5. Ay, hasat) mevcuttur. Tekrarlanan ölçümler zaman faktörünün seviyelerinde gerçekleştirilmiştir. Önemlilik düzeyi F testine göre, ortalamaların farklılık gruplandırması ise Duncan testine göre yapılmıştır. Üzerinde durulan özellikler bakımından incelemeler her bir zamanda ayrı ayrı yapılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Uygulamaların Toprağın Organik Madde Kapsamına Etkisi

Tarla denemesinin 2007-2008 (1. yıl) ve 2008-2009 (2. yıl) ürün dönemlerinde toprak organik madde değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Denemenin birinci yılında toprakta organik madde (TOM) 1. ayda en düşük kontrol parselinde %1,407, en yüksek Organomineral gübre uygulamasında %1,669 olarak belirlenmiştir. 5. ay’da en düşük kontrol parselinde % 1,307 ve en yüksek yine Organomineral gübre uygulamasında %1,613 olarak bulunmuştur. Hasat döneminde ise en düşük yine kontrol parselinde %1,097 olarak belirlenirken, en yüksek Organomineral gübre +yapraktan humik asit uygulamasında %1,307 belirlenmiş olup, bunu tohum kaplama+DAP+yapraktan humik asit uygulaması % 1,305 olarak izlemiştir. Tüm uygulama konularında 1.ay, 5. ay ve hasat döneminde belirlenen organik madde düzeylerinin zamana bağlı olarak azalma gösterdiği belirlenmiştir. Toprakta organik madde, yapılan varyans analizi sonucunda “zaman x uygulama” interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Zaman ve uygulama etkisi ayrı ayrı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$).

Uygulamaların Toprağın Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Tarla denemesinin 2007-2008 (1. yıl) ve 2008-2009 (2. yıl) ürün dönemlerinde toprak alkali fosfataz, beta glukosidaz ve üreaz enzim aktivite değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Alkali fosfataz enzim aktivitesi: Denemenin birinci yılında toprakta fosfataz enzim aktivitesi 1.ay, 5.ay ve hasat dönemlerinde en düşük kontrol parsellerinde sırasıyla 4.591, 3.930 ve 4.521 mg pNP g⁻¹ toprak olarak belirlenmiştir. En yüksek ise 1.ayda ve 5.ayda DAP uygulamasında, hasat döneminde ise tohum kaplama+DAP uygulamasında sırasıyla 4.747, 4.062 ve 4.686 mg pNP g⁻¹ toprak olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Denemenin ikinci yılında toprakta fosfataz enzim aktivitesi en düşük her üç dönemde de kontrol parsellerinde sırasıyla 4.568, 3.812 ve 4.024 mg pNP g⁻¹ toprak olarak belirlenmiştir. En yüksek ise 1.ayda Organomineral gübre ve DAP+yapraktan humik asit uygulamasında sırasıyla 5,256 ve 5,254 mg pNP g⁻¹ toprak olarak saptanmıştır. 5. ay döneminde ise en yüksek Organomineral gübre + yapraktan humik asit uygulaması 4,328 mg pNP g⁻¹ toprak olarak belirlenmiştir. Hasat döneminde ise en yüksek tohum kaplama+DAP+yapraktan humik asit uygulamasında 5,335 mg pNP g⁻¹ toprak olarak bulunmuştur. Tüm uygulama konularında belirlenen fosfataz enzim aktivitesi, kontrol parselinde belirlenen değerden yüksek çıkmıştır.

Toprakta enzim aktivitelerindeki artış, topraktaki abiotik enzimlerin humik kompleksler halinde daha fazla korunarak yaşamlarını sürdürmelerinden kaynaklanabilmekte ve organik yapılı gübreler toprak agregasyonu ile birlikte toprak enzim aktivitesini de artırmaktadır (MARTENS vd. 1992). Genellikle toprak en-

zim aktivitesindeki artış, toprak organik madde kapsamındaki artışla paralellik göstermektedir. Bu hususta; toprak biyotasının, populasyon dinamikleriyle bağlantılı oldukları belirtilmiştir (SPEIR 1977). Organik uygulamalar yoluyla direkt olarak desteklenen enzimler, toprak enzimlerini de etkileyebilmektedir. Fosfataz enzim aktivitesi toprakta bitkinin yararlanamayacağı formdaki organik fosforun bitkinin yararlanabileceği form olan inorganik fosfora dönüşmesinde görev alan enzimdir. Organik P, toprakta bulunan humusun ve diğer organik maddelerin bileşiminde bulunan fosfordur. Araştırma sonucunda elde ettiğimiz bulgular organik madde+NP uygulanmış toprakta organik madde kapsamının önemli derecede arttığını, yalnız organik madde ve yalnız NP uygulamasına kıyasla, organik madde+NP uygulamasının mikrobiyal özelliklerde daha yüksek değerler verdiğini bildiren KARACA vd. (2006) ve TURGAY vd. (2004), KAYA ve HAKTANIR (2005) ile bulgularımız benzerdir.

Beta glikozidaz enzim aktivitesi; Toprakta Beta Glikozidaz enzim aktivitesi 1. ayda en düşük Organomineral gübre uygulamasında 1,580 mg pNP g⁻¹ toprak ve bunu takiben DAP+yapraktan humik asit uygulamasında 1,587 mg pNP g⁻¹ toprak olarak belirlenirken, en yüksek kontrol parselinde ve bunu takiben K-Humat+DAP uygulamasında sırasıyla 1,675 ve 1,646 mg pNP g⁻¹ toprak olarak saptanmıştır. 5. ay döneminde en düşük DAP+yapraktan humik asit uygulamasında 1,139 mg pNP g⁻¹ toprak olarak ve en yüksek DAP uygulamasında 1,229 mg pNP g⁻¹ toprak olarak saptanmıştır. Hasat döneminde ise en düşük Organomineral gübre uygulamasında ve kontrol parselinde 1,51 mg pNP g⁻¹ toprak olarak belirlenmiştir. En yüksek ise 1,668 mg pNP g⁻¹ toprak olarak K-Humat+DAP uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 3).

Denemenin ikinci yılında toprakta beta glikozidaz enzim aktivitesi 1. ayda en düşük Kontrol parselinde 1,813 mg pNP g⁻¹ toprak olarak belirlenmiştir. En yüksek beta glikozidaz enzim aktivitesi ise 750 g da⁻¹ K-Humat+DAP uygulamasında 2,481 mg pNP g⁻¹ toprak olarak saptanmış olup bunu takiben DAP+yapraktan humik asit uygulamasında 2,459 olarak bulunmuştur. 5. ay döneminde en düşük Organomineral gübre uygulamasında 1,397 mg pNP g⁻¹ toprak olarak ve en yüksek DAP+yapraktan humik asit uygulamasında 1,886 mg pNP g⁻¹ toprak olarak saptanmıştır. Hasat döneminde ise en düşük DAP+yapraktan humik asit uygulamasında 1,666 mg pNP g⁻¹ toprak olarak belirlenmiş olup bunu kontrol parseli 1,699 mg pNP g⁻¹ toprak olarak takip etmiştir. En yüksek ise Organomineral gübre uygulamasında 2,218 mg pNP g⁻¹ toprak ve bunu takiben Organomineral gübre +yapraktan humik asit uygulamasında 2,121 mg pNP g⁻¹ toprak olarak bulunmuştur. Her iki deneme yılında da yalnızca zamana bağlı değişiminin önemli olduğu belirlenen toprakta beta glikozidaz enzim aktivitesi, 1. aya göre 5. ayda düşüş göstermiş ve hasat döneminde yeniden artmıştır. Karbon döngüsünde görev alan beta glikozidaz enzim aktivitesinin organik maddeyi substrat olarak kullandığı ve organik maddenin zamanla mineralizasyona uğramasıyla substrat olarak

daha fazla sunulabilmesiyle enzim aktivitesinin hasat döneminde yeniden artış gösterdiği düşünülmüştür. Glukozidazlar, glikozidlerin hidrolizini katalize eden ve doğada yaygın bir şekilde dağılım gösteren enzimlerdir. Bu enzimin hidroliz ürünleri toprak organizmalarının önemli enerji kaynaklarıdır (EIVAZI ve ZAKARIA 1993). Araştırma sonucunda elde ettiğimiz bulgular LAIC vd. (2002), LIU vd. (2002), TURGAY vd. (2004), KAYA ve HAKTANIR (2005), KARACA vd. (2006)'nın bulguları ile benzerdir.

Üreaz enzim aktivitesi; Toprakta üreaz enzim aktivitesi 1. ayda ve 5.ayda en düşük kontrol parselinde sırasıyla 22,04 ve 44,25 mg NH₄-N/100 g toprak olarak belirlenmiştir. Hasat döneminde ise en düşük DAP uygulamasında ve kontrol parselinde sırasıyla 37,97 ve 38,85 mg NH₄-N/100 g toprak olarak bulunmuştur. En yüksek ise 1. ayda DAP uygulamasında, 5. ayda Organomineral gübre+yapraktan humik asit uygulamasında ve hasat döneminde ise DAP+yapraktan humik asit uygulamasında sırasıyla 32.56, 76.21 ve 54.86 mg NH₄-N/100 g toprak olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Uygulamalar arasındaki bu farklılıklar istatistiki olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 2. Farklı uygulama faktörlerinin, zamana ve uygulama faktörlerine bağlı olarak ürün dönemi süresince belirlenen toprak organik madde değerleri (%)

Organik Madde %	2007-2008			2008-2009					
	1.Ay	5. Ay	Hasat	1.Ay	5. Ay	Hasat	1.Ay Ort.	5.Ay Ort.	Hasat Ort.
Kontrol	1,407	1,307	1,098	1,316	1,214	1,103	1,362	1,261	1,101
DAP (15 kg da-1)	1,420	1,395	1,195	1,382	1,259	1,106	1,401	1,327	1,151
BSDAP (27 kg da-1)	1,670	1,614	1,304	1,679	1,561	1,357	1,675	1,588	1,331
DAP + YaprHA	1,420	1,418	1,214	1,379	1,327	1,125	1,400	1,373	1,170
BSDAP+yaprHA	1,613	1,601	1,307	1,666	1,583	1,343	1,640	1,592	1,325
K-hmt + DAP	1,515	1,508	1,235	1,349	1,329	1,003	1,432	1,419	1,119
Tohm kap+ DAP	1,413	1,352	1,198	1,335	1,219	1,119	1,374	1,286	1,159
Tohm ap+DAP+yprHA	1,491	1,406	1,305	1,457	1,338	1,321	1,474	1,372	1,313

Çizelge 3. Farklı uygulama faktörlerinin, zamana ve uygulama faktörlerine bağlı olarak ürün dönemi süresince belirlenen toprakta alkali fosfataz enzim aktivite değerleri (mg pNP g⁻¹ toprak)

UYGULAMA/ PARAMETRE	2007-2008			2008-2009			Ortalama		
	1.Ay	5. Ay	Hasat	1.Ay	5. Ay	Hasat	1.Ay	5.Ay	Hasat
Alkali Fosfataz Enzim Aktivitesi (mg pNP g⁻¹ toprak)									
Kontrol	4,891	4,118	4,605	4,568	3,812	4,024	4,729	3,965	4,314
DAP (15 kg da-1)	4,747	4,062	4,533	5,232	4,056	4,406	4,989	4,059	4,469
BSDAP (27 kg da-1)	4,714	4,054	4,594	5,256	4,119	4,798	4,985	4,086	4,696
DAP + YaprHA	4,627	4,002	4,608	5,254	3,983	4,592	4,940	3,992	4,600
BSDAP+yaprHA	4,706	4,097	4,638	5,217	4,328	4,187	4,962	4,213	4,413
K-hmt + DAP	4,728	4,019	4,592	5,197	4,067	4,668	4,963	4,043	4,630
Tohm kap+ DAP	4,609	3,948	4,686	5,249	4,057	4,216	4,929	4,002	4,451
Tohm kap+DAP+yprHA	4,699	3,975	4,623	5,234	4,252	5,335	4,966	4,113	4,979
Beta glikozidaz enzim aktivitesi (mg pNP g⁻¹ toprak)									
Kontrol	1,675	1,173	1,516	1,813	1,437	1,698	1,744	1,305	1,607
DAP (15 kg da-1)	1,633	1,229	1,660	2,180	1,465	1,857	1,907	1,347	1,759
BSDAP (27 kg da-1)	1,580	1,178	1,515	1,927	1,400	2,215	1,754	1,289	1,865
DAP + YaprHA	1,587	1,139	1,575	2,458	1,888	1,665	2,023	1,514	1,620
BSDAP+yaprHA	1,626	1,169	1,794	2,430	1,422	2,120	2,028	1,296	1,957
K-hmt + DAP	1,646	1,162	1,668	2,482	1,517	2,038	2,064	1,340	1,853
Tohm kap+ DAP	1,636	1,156	1,662	2,013	1,552	1,928	1,825	1,354	1,795
Tohm kap+DAP+yprHA	1,599	1,158	1,629	2,220	1,447	1,805	1,910	1,303	1,717

Çizelge 3'ün devamı

Üreaz enzim aktivitesi (mg NH ₄ -N/100 g toprak)									
Kontrol	22,04±2,59 Bb	44,25± 1,54 Ae	38,85±1,33 Ac	23,084±0,587 Ad	25,549±0,544 Ad	23,888±0,50 Ae	22,562	34,900	31,369
DAP (15 kg da-1)	32,56±3,06 Ba	63,31±3,11 Abc	37,97±2,58 Bc	34,43±1,66 Ba	39,353±0,508 Aa	38,589±0,54 Aa	33,495	51,332	38,280
BSDAP (27 kg da-1)	31,01±1,09 Cab	60,84±4,14 Acd	42,56±3,68 Bbc	36,92±1,21 Aa	38,381±0,480 Aab	37,010±0,55 Aa	33,965	49,611	39,785
DAP + YaprHA	25,72±1,42 Cab	71,03±1,58 Aab	54,86±1,81 Ba	36,573±0,868 Aa	37,353±0,607 Aab	36,082±0,83 Aab	31,147	54,192	45,471
BSDAP+yaprHA	27,08±3,51 Cab	76,21±2,62 Aa	46,07±5,28 Babc	36,820±0,691 Aa	37,150±0,918 Aab	36,932±0,52 Aa	31,950	56,680	41,501
K-hmt + DAP	25,81±1,14 Cab	58,79±4,36 Acd	44,50±3,51 Bbc	30,303±0,607 Bb	33,154±0,458 Ac	30,212±0,84 Bc	28,057	45,972	37,356
Tohm kap+ DAP	22,166±0,834 Cb	60,70±3,33 Ace	42,42±4,97 Bbc	34,058±0,483 Aa	35,990±0,429 Ab	33,544±0,44 Ab	28,112	48,345	37,982
Tohm kap+DAP+yaprHA	28,86±4,38 Cab	65,49±3,05 Abc	49,76±1,93 Bab	36,29±1,15 Aa	36,90±1,19 Aab	30,556±0,91 Bc	32,575	51,195	40,158
LSD: 8.620438, P<0.01 LSD: 2.233659, P<0.01 Küçük harfler uygulamalar arası, büyük harfler her bir uygulamanın zamana bağlı değişimlerinin karşılaştırılması.									

Denemenin ikinci yılında üreaz enzim aktivitesi her üç dönemde de (1. ay, 5. ay ve hasat) en düşük kontrol parselinde sırasıyla 23.08, 25.55 ve 23.89 mg NH₄-N/100 g toprak olarak belirlenmiştir. En yüksek ise 1.ayda organomineral gübre uygulamasında 36,92 mg NH₄-N/100 g toprak olarak ve bunu takiben Organomineral gübre +yapraktan humik asit uygulamasında 36,82 mg NH₄-N/100 g toprak olarak bulunmuştur. 5. ay ve hasat dönemlerinde ise DAP uygulamalarında sırasıyla 39,35 ve 38,59 mg NH₄-N/100 g toprak olarak uygulamasında belirlenirken bunu yine her iki dönemde de Organomineral gübre uygulaması sırasıyla 38,38 ve 37,01 mg NH₄-N/100 g toprak olarak izlemiştir. Her üç dönemde de bütün uygulama konularında belirlenen üreaz enzim aktivite değerleri kontrol parselinden daha yüksek belirlenmiştir. Bütün uygulama konularında, toprakların üreaz enzim aktivite değerlerinin kontrol topraklarında belirlenen değerlerin üzerinde çıkması istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Üreaz, ürenin CO₂ ve NH₃'a hidrolizini katalize eden enzimdir. Üreaz doğada yaygındır ve mikroorganizmalarda, bitkilerde ve hayvanlarda belirlenmiştir. HOFMANN ve HOFFMAN (1966), toprakların üreaz enzimini aktivitelerine göre düşük (<8), normal (8-16) ve yüksek (>16) terimleriyle 3 sınıfa ayırmak-

tadır. Toprak örneklerinde belirlenen üreaz aktivitesinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde 1.ayda belirlenen enzim seviyesinin 5.ayda arttığı, hasat döneminde ise azaldığı belirlenmiştir. Organik maddenin mineralizasyonuna bağlı olarak toprak pH'sının düşmesinin de üreaz aktivitesinde küçük bir azalmaya yol açabileceği düşünülmüştür. Deneme süresince her iki yılda da toprak pH'sının zamanla azaldığı tespit edilmiştir. Üreaz aktivitesi substrata bağımlı olduğu için topraktaki substrat konsantrasyonuna bağlı olarak artmış ve maksimum seviyeye ulaştıktan sonra azalma eğilimi göstermiştir. Substrat olarak azot elementinin enzim sentezini aktive ettiği düşünülmüştür. Uygulamalar arasındaki değişim incelendiğinde organik materyal içeren uygulamalarda üreaz enzim aktivitesinin daha fazla belirlendiği saptanmıştır. PASCUAL vd. (1998) yaptıkları çalışmada toprağa eklenen organik materyallerin üreaz aktivitesini kontrole kıyasla önemli ölçüde artırdığını belirlemişlerdir. Organik toprak düzenleyicilerin artan doza bağlı olarak toprağın organik madde miktarlarını kontrol topraklarına göre artırdığını, toprakların organik madde kapsamı ile enzim aktiviteleri arasında önemli pozitif korelasyon belirlendiğini bildiren TAMER ve KARACA (2006), bulgularımızı desteklemektedir. Araştırma sonucunda elde ettiğimiz bulgular OKUR ve ÇENGEL (1995), ÖZDEMİR vd. (2000), LAIC vd. (2002), LIU vd. (2002), KARACA vd. (2006)'ın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Uygulamaların Buğday Verimine Etkisi

Denemenin birinci yılında en düşük verim kontrol parselinde 121,27 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. En yüksek ise 213,42 kg da⁻¹ olarak BiyoSÜPERDAP uygulamasında ve bunu takiben tohum kaplama+DAP+yapraktan humik asit uygulamasında 206,97 kg da⁻¹ olarak saptanmıştır (Çizelge 4). Tüm uygulama konularında belirlenen verim değeri kontrol parselinde belirlenen verim değerinden yüksek bulunmuştur. Buğdayda verim bakımından yapılan varyans analizi sonucunda uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,01). Denemenin ikinci yılında belirlenen en düşük verim kontrol parselinde 256,1 kg da⁻¹ olarak belirlenirken, en yüksek verim tohum kaplama+DAP+yapraktan humik asit uygulamasında 373,86 kg da⁻¹ olarak saptanmış olup bunu BiyoSÜPERDAP+yapraktan humik asit uygulaması 360,6 kg da⁻¹ olarak takip etmiştir. Tüm uygulama konularında belirlenen verim değeri, kontrol parselinde belirlenen değerden yüksek belirlenmiştir. Bütün uygulama konularında verim değerlerinin kontrol topraklarında belirlenen değerlerin üzerinde çıkması istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4. Farklı uygulama faktörlerinin, zamana ve uygulama faktörlerine bağlı olarak ürün döneminde belirlenen buğdayda verim (kg da⁻¹) değerleri

	VERİM (kg da ⁻¹)		
	2007-2008	2008-2009	Ort.
Kontrol	121,27±2,77 f	256,10±3,09 e	188,69
DAP (15 kg da ⁻¹)	167,19±4,95 bcde	334,26±4,71 cd	250,73
BSDAP (27 kg da ⁻¹)	213,42 ±9,73 a	354,72±5,23 abc	284,07
15 kg da ⁻¹ DAP + YaprHA	204,0 ±18,9 abc	342,64±5,15 bcd	273,32
BSDAP (27 kg da ⁻¹)+yaprHA	189,1 ±13,6 abcd	360,60±3,94 ab	274,85
K-hmt (750 g da ⁻¹)+DAP (15 kg da ⁻¹)	173,4±19,4 abcde	333,49±9,12 cd	253,45
tohm kap+ 15 kg da ⁻¹ DAP	189,9 ±22,9 abcd	327,10±15,8 d	258,50
tohm kap+DAP+yprHA	206,97 ±7,41 ab	373,86±0,84 a	290,42
P<0.01	LSD: 41,6069	LSD: 21,50322	

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada; organik madde kaynakları olan bazı organik toprak düzenleyicilerin bazı toprak özelliklerine, topraktaki mikrobiyal canlılığın göstergesi olan C, N ve P döngülerinde yer alan enzim aktivitelerine etkilerini araştırmak ve birbirleriyle olan ilişkilerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla, Ankara-Haymana ekolojik koşullarında ve kuru şartlarda yürütülen tarla denemeleri sonunda aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır. Araştırmada; kuru koşullarda yapılan buğday yetiştiriciliğinde, buğday bitkisinin verim ve kalite özelliklerine iklim şartlarının, özellikle de yağış miktarının, önemli bir etken olduğu görülmüştür. Yılların birleştirilerek yapıldığı varyans analizi sonuçlarına göre, incelenen karakterlerde yıllar arasındaki farklılıklar önemli bulunduğundan, her yıl ayrı olarak değerlendirilmiştir.

2007-2008 yetiştirme dönemi yağış yönünden kurak geçmiş, 2008-2009 yetiştirme dönemi ise uzun yıllar ortalamasına ve birinci yıla göre oldukça yağışlı olmuştur. Tüm dünyada son yıllarda iklimde yaşanan ekstrem değişimler nedeniyle tarımsal üretimde önemli dalgalanmalar görülmüştür. Bilindiği gibi, 2007-2008 yetiştirme döneminde Türkiye genelinde kuraklıktan dolayı kayıplar yaşanırken, 2008-2009 yetiştirme yılında bölgesel kuraklık, sel ve taşkınlar ile dolu zararları yaşanmıştır. 2008-2009 yetiştirme yılı sonunda, serin iklim tahıllarında ülkemizin birçok bölgesinde önceki yıla göre verim artışları gerçekleşmiştir.

Alkali fosfataz ve beta glikozidaz enzim aktiviteleri kimyasal ve tek başına organik içerikli uygulamalar değerlendirildiğinde yalnızca zamana bağlı değişimlerinin önemli olduğu, 1.ayda belirlenen enzim aktivitesinin 5.ayda düştüğü ve hasat döneminde yeniden arttığı tespit edilmiştir. Enzim aktivitelerinin organik maddeyi substrat olarak kullandığı ve organik maddenin zamanla mineralizasyona uğramasıyla ve substrat olarak daha fazla sunulabilmesiyle enzim aktivitesinin hasat döneminde yeniden artış gösterdiği düşünülmüştür. Toprak örneklerinde belirlenen üreaz aktivitesinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde 1.ayda belirlenen enzim seviyesinin 5.ayda arttığı, hasat döneminde ise azaldığı belirlenmiştir. Organik maddenin mineralizasyonuna bağlı olarak toprak pH'sının düşmesinin de üreaz aktivitesinde küçük bir azalmaya yol açabileceği düşünülmüştür. Dene süreince her iki yılda da toprak pH'sının zamanla azaldığı tespit edilmiştir. Üreaz aktivitesi substrata bağımlı olduğu için topraktaki substrat konsantrasyonuna bağlı olarak artmış ve maksimum seviyeye ulaştıktan sonra azalma eğilimi göstermiştir. Yetiştirme döneminde 5.ayda üst gübre ile azot verilmiştir. Substrat olarak azot elementinin enzim sentezini aktive ettiği düşünülmüştür. Uygulamalar arasındaki değişim incelendiğinde, yine tek başına organik içerikli uygulamalara kıyasla NP+organik toprak düzenleyici içeren uygulamalarda üreaz enzim aktivitesinin daha fazla olduğu saptanmıştır.

Her iki yetiştirme döneminde de arazi çalışmaları sırasında yapılan fenolojik gözlemler ile toprak ve buğdayın verim ve kalite ölçüm sonuçlarının birbirini destekler nitelikte olduğu belirlenmiştir.

Denemenin ekonomik analizinde ; 2007-2008 ürün dönemi I. yıl tarla denemesi uygulamalar arasında DAP (15 kg da⁻¹)+yapraktan humik asit, tohum kaplama+DAP+ yapraktan humik asit, tohum kaplama+yapraktan humik asit ve K-Humat (750 g da⁻¹) uygulamaları ekonomik olarak belirlenmiştir. 2008-2009 ürün dönemi II. yıl tarla denemesi uygulamalar arasında ise DAP (15 kg da⁻¹)+yapraktan humik asit, tohum kaplama+DAP+yapraktan humik asit ve Tohum kaplama+yapraktan humik asit uygulamaları ekonomik olarak saptanmıştır.

Yalnız K-Humat uygulaması ekonomik olarak belirlenmiş olsa da diğer toprak özellikleri ve buğday verim ve kalitesi açısından çok iyi sonuçlar vermediği için uygulamada uygun değildir. Organomineral gübre uygulaması, her iki yetiştirme döneminde de hem kimyasal hemde tek başına organik içerikli uygulamalarda toprak ve buğday verim ve kalite ölçümlerinde genel olarak en iyi sonuçları vermesine rağmen ekonomik olarak belirlenmemiştir. Bu durumun Organomineral gübrenin imalatında kullanılan NP ve organik toprak düzenleyici olarak leonarditin kombine olması ve kimyasal hammaddesinin maliyetinin fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Toprak ve buğday verim ve kalite ölçümlerinde Organomineral gübreden sonra tohum kaplama+DAP+yapraktan humik asit ve DAP (15 kg da⁻¹)+yapraktan humik asit uygulamalarının genel olarak iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Hem iyi sonuçlar vermiş olan hem de ekonomik olduğu

belirlenmiş olan tohum kaplama+DAP+yapraktan humik asit ve DAP+yapraktan humik asit uygulamalarının en avantajlı oldukları tespit edilmiştir.

Organik madde kaynağı olarak sayısız yararları olan organik toprak düzenleyicilerine tarım topraklarımızın ihtiyacı olduğu bir gerçektir. Bu materyallerin tek başlarına ya da diğer NPK içerikli gübrelere kompoze şekilde uygulanarak topraklarımızın gübrenmesi, verimi artırma yönünde iyi bir alternatif olacaktır. Bu sayede topraklarımıza besin elementleri takviyesi ile beraber organik madde kaynağı da sağlanmış olacaktır. Buğday, ülkemizde ve dünyada temel besin maddesi ve stratejik ürün olarak ilk sırayı almakta ve bu önemi gelecek yıllarda da sürdürüleceği görülmektedir. Tarımda kullanılabilir alanlarımızın daha fazla artırılamayacağı gerçeği de göz önüne alındığında ihtiyacın karşılanması üretimin ve kalitenin artırılmasıyla mümkün olacaktır.

Türkiye gibi beslenmesi tahıla dayalı olan ülkelerde tahılların, özellikle de buğday çeşitlerinin, verim ve kalite özelliklerine yapraktan, topraktan ya da tohumdan uygulanan organik madde kaynaklarının ve dengeli gübrelemenin etkilerinin bilinmesi, bölgemizde buğday yetiştiriciliğinde verim ve kalitenin artırılmasını, toprak özelliklerinin iyileştirilmesini sağlayacaktır. Bu konu ile ilgili detaylı çalışmaların yapılması ülkemiz tarımına yararlı olacaktır.

Kaynaklar

BEŞİRLİ, G., SÜRMEİ, N., SÖNMEZ, İ., KASIM, M.U., BAŞAY, S., KARİK, Ü., ŞARLAR, G., ÇETİN, K., ERDOĞAN, S., ÇELİKEL, S.F., PEKZOĞLU, F., EFE, E., HANTAŞ, C., TUNCER, N. (2001) Domatesin Organik Tarım Koşullarında Yetiştirilebilirliğinin Araştırılması. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu. 256-265. 14-16 Kasım 2001. Antalya.

BETTIOL, W., GHINI, R., GALVAO, J.A.H. and SILOTO, R.C. (2004) Organic and Conventional Tomato Cropping Systems. *Sci Agric* 61(3):253-259.

CHANNABASANA G., BIRADAR PATIL, N.K., PATIL, B.N., AWAKNAWAR, J.S., NINGANUR B.T. and HUNJE, R. (2008). Effects of Organic Manures on Growth, Seed Yield and Quality of Wheat. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 21(3): 366-368.

ÇOKALOĞLU, H. (2004) Organo-Mineral Gübrelere ve Gübre Kullanımı Üzerine Yeni Yaklaşımlar. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi. Tarım-Sanayi-Çevre,. S: 69-78. 11-13 Ekim 2004, Tokat.

ERDAL, İ., BOZKURT, M.A., ÇİMRİN, K., KARACA, S., ve SAĞLAM, M. (1999) Kireçli Bir Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisi (*Zea Mays* L.) Gelişimi ve Fosfor Alımı Üzerine Humik Asit ve Fosfor Uygulamasının Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Van.

HOFMANN, E. and HOFFMAN, G.G. (1966) Die Bestimmung Der Biologischen Tätigkeit in Boden Mit Enzymethoden. Reprinted from *Advanced in Enzymology and Related Subject of Biochemistry*, 28; 365-390.

JOERGENSEN, R.G., MEYER, B. and MUELLER, T. (1994) Time Course of the Soil Microbial Biomass Under Wheat. A One Year Field Study. *Soil Biol. Biochem.* 26: 987-994.

KARACA, A., TURGAY, C., TAMER, N. (2006) Effects of a Humic Deposit (Gyttja) on Soil Chemical and Microbiological Properties and Heavy Metal Availability. *Biology and Fertility of Soils* 42: 585-592.

KAYA, P. ve HAKTANIR, K. (2005). Gıda Linyit ve Bunlardan Elde Edilecek Humik Asit Uygulamalarının Buğday Verimi ile Toprağın Biyolojik Aktivitesi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Lisans Bitirme Tezi.

LAIC, C.M., LIU, K.L., JENG, G.L. and HELEN, W. (2002) Effects of Fertilization Management on Soil Enzyme Activities Related to the C, N, P and S Cycles in Soils. Symposium No. 12, S, 1382, Thailand.

LIU, K.L., LAI, C.M. and HELEN, W. (2002) Soil Enzyme Activities as Indicators Agricultural Soil Quality. Symposium No. 32, S, 1386, Thailand.

MARTENS, D.A., JONSON, J.B. and FRANKBERGER, W.T. (1992) Production and Persistence of Soil Enzymes with Repeated Addition of Organic Residue. *Soil Sci.*, 153; 53-61.

OKUR, N. ve ÇENGEL, M. (1995) Tarımsal Kökenli Organik Atıklar (Prina, Cibre ve Karasu) ile Çöp Gübresinin Toprak Solunumu ve Bazı Toprak Enzimleri Üzerine Etkileri. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt 2, S 168-178, Ankara.

ÖZCAN, F., EREKUL, O ve KONAK, C. (2004) Farklı Organik ve Mineral Azot Gübrelmesinin Ekmeklik Buğdayda Protein ve Aminoasit Miktarına Etkisi. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi. Tarım-Sanayi-Çevre., S: 391-398. 11-13 Ekim 2004, Tokat.

ÖZDEMİR, N., KIZILKAYA, R. ve SÜRÜCÜ, A. (2000) Farklı Organik Atıkların Toprakların Üreaz Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Ekoloji Çevre Dergisi* 37: 23-26.

PASCUAL, J.A., HERNANDEZ, T., GARCÍA, C. ve AYUSO, M. (1998) Enzymatic Activities in An Arid Soil Amended with Urban Organic Wastes: Laboratory Experiment, *Bioresource Technology*, 64, 131-138.

SPEIR, T. W. (1977) Studies on A Climosequence of Soil in Tussock Grass. 11. Urease, Phosphatase and Sulfatase Activities of Topsoils and Their Relationships with Other Properties Including Plant Available Sulfur. *J. Sci.*, 20; 159-166.

TAMER, N. KARACA, A. (2006) Gıda ve Linyitin Toprağın Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (38): 14-22.

TURGAY, O.C., KARACA, A. UNVER, S., TAMER, N. (2011) Effects of Coal Derived Humic Substances on Some Soil Properties and Bread Wheat Yield. *Communications in Soil Science and Plant Analyses.* 42:9, 1050-1070.

UYANÖZ, R., ÇETİN, Ü ve KARAARSLAN, E. (2004) Çeşitli Organik Materyallerin Buğday Bitkisinin Çeşitli Mineral Madde Alımı Üzerine Etkisi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(34): 20-27.

HAYVANSAL ATIKLARIN ÇEVRESEL ETKİLERİ, ALTERNATİF KULLANIM ALANLARI VE YÖNETİMİ

Dr. Efsun DİNDAR

*Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Bölümü, Nilüfer/BURSA*

Özet

Hayvansal üretimden kaynaklanan atıkların bilgisizce ve tekniğine uygun olmayan yöntemler ile tarımsal üretimde kullanılması gübre olarak etkinliğini azaltmakta ve çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu atıkların uygun olmayan koşullarda bekletilmesi ya da araziye gelişi güzel uygulanması sonucu, yıkanma ve buharlaşma ile önemli miktarda besin bileşimi kayba uğramakta, toprak verimliliği ve tarımsal üretim açısından beklenen yarar tam olarak sağlanamamaktadır. Kontrolsüz atık yönetimi sonucu, yüzey ve yer altı su kaynaklarını kirletebilmektedir. Bu amaçla hayvancılık işletmelerinde oluşan hayvansal atıkların olumsuz çevre koşulları yaratmaması için alınması gerekli yasal ve teknik standartlara uygun prensipler ile depolama ve projelendirme kriterlerinin incelenmesi gerekmektedir.

Hayvansal atıklar gibi organik maddelerin havasız ortamda çürümesi ile temiz bir enerji kaynağı olan biyogaz elde edilmektedir. Atıkların kontrollü bir şekilde bertaraf edilmesi, çok farklı alanlarda (ulaşım, elektrik, ısıtma) kullanılması ve biyogaz üretiminden arta kalan maddelerin biyogübre olarak kullanılması, biyogazı diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından üstün kılmaktadır. Modern teknolojilerle üretilebildiği gibi, kırsal alanlarda ilkel yöntemlerle de kullanılabilir olması biyogaza daha da değer katmaktadır. Ülkemizin mevcut hayvansal atık potansiyeli değerlendirilerek biyogaz üretiminde kullanılmasının yaygınlaştırılması ve bu tür atıkların çevre sağlığı açısından denetim altına alınması gerekmektedir. Böylece hayvansal atıkların olumsuz etkilerinin bertarafı yanında enerji üretimi ve bitkisel üretim için yararlı fermente gübre eldesi de sağlanmış olacaktır.

Anahtar kelimeler: Biyogaz, çevre kirliliği, enerji, gübre, hayvansal atık.

ENVIRONMENTAL IMPACTS of ANIMAL WASTES, ALTERNATIVE USES and MANAGEMENT

Abstract

Wastes from animal production are used in agricultural production with methods which are not suitable to the techniques and without knowledge, reduce the effectiveness as fertilizer and lead to environmental pollution. Whether these wastes are kept on inappropriate conditions or landfill, resulting in significant amounts

of nutrient loss through washing and evaporation. In this reason, the expected benefits in terms of soil fertility and agricultural production are not fully achieved. Uncontrolled waste management can pollute surface and ground water resources. For this purpose, in order to prevent animal wastes from livestock enterprises from creating adverse environmental conditions, it is necessary to examine the principles and standards of storage and projecting in accordance with the legal and technical standards. Biogas is obtained as a clean energy source by decaying organic matter (such as animal waste) in anaerobic conditions. Controlled disposal of wastes, use in many different areas (transportation, electricity, heating) and use of remaining substances from biogas production as biofertilizer, make biogas superior to other renewable energy sources. It can be produced with modern technology and used with primitive methods in rural areas, making the biogas even more valuable. It is necessary to evaluate the animal waste potential of our country and make it widely used in biogas production and to control such wastes in terms of environmental health. Thus, besides the elimination of the negative effects of animal wastes beneficial fermented fertilizer will also be provided for energy production and crop production.

Keywords: Biogas, environment pollution, energy, biofertilizer, animal waste.

Giriş

Hayvancılıkta mevcut uygulamalar ve gelişen teknolojiyle birlikte üretim artmakta ve elde edilen ürünlerin kalitesi ve islenme koşulları yükselmektedir. Hızla gelişmekte olan hayvancılık işletmelerindeki modernleşme ve yoğun işletmecilik, bir takım sorunları da beraberinde getirmektedir. Aynı zamanda önemli bir ekonomik potansiyel olan atıklar hayvan sayısı ile birlikte çevre için büyük sorun olmaktadır. Gün geçtikçe artan nüfusun hayvansal kaynaklı protein gereksinimini karşılayabilmek amacıyla, hayvancılığın yoğun bir şekilde yapılması zorunlu hale gelmiştir. Ancak bu durum özellikle büyük yerleşim merkezlerine yakın işletmelerde çevre kirliliği açısından bir takım sorunları da beraberinde getirmiştir (MUTLU 1999). Hayvansal üretim yapan çiftliklerden çıkan atıklar ile slaj gibi tarımsal ürünlerin depolanması sonucu oluşan sızıntılar, su kirliliğine neden olur. Hayvancılık teknolojilerindeki gelişmelerin çoğu tarımı, çevreyi kirlen bir kaynak olarak ortaya çıkmıştır. Bu potansiyel kirleticiler büyük ölçüde azaltılabilmekte fakat tamamen giderilememektedir (ÖZEK, 1994). Barınak dışında ortaya çıkan zararlı atıklar; gübrenin uygun bir depoda toplanmaması, ölen hayvanların çukur açılıp gömülerek üzerine kireç dökülmemesi, işletmede yeterli kapasitede projelenmiş kesimhane ve yem depolarının olmaması gibi nedenler ve bu olumsuz koşulların yarattığı koku ve görüntü kirliliğini de kapsayan çevre kirliliği şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla hayvancılık işletmelerinde oluşan hayvansal atıkların olumsuz çevre koşulları yaratmaması için alınması gerekli

yasal ve teknik standartlara uygun prensipler ile depolama ve projelendirme kriterlerinin incelenmesi gerekmektedir (MUTLU 1999).

Hayvancılık işletmelerinin ortaya çıkardığı kirlilik kaynakları, endüstriyel ve kentsel kirlilik kaynaklarından farklı olarak noktasal kirlilik kaynakları olmayıp daha geniş alanlara yayılmış olması, bu kaynakların neden olduğu su kirliliğinin boyutlarının bilinmesini daha da güç kılmaktadır. Dağınık kirlilik kaynakları olarak nitelendirilen gübreler, hayvansal atıklar vb. yüzey sularına veya yer altı sularına ulaşarak su kaynaklarının kalitesini bozmakta ve kullanılamaz duruma getirmektedir (ÖZEK 1994; ONGLEY 1996).

Hayvansal Atıklar

Hayvan barınaklarından üretilen gübre kontrol edilmez ve uygun koşullar altında değerlendirilmeden kontrolsüz şekilde dış ortama, çevreye terk edilirse istenmeyen sonuçlar doğuracak, fayda sağlanabilecek bir materyal olmasına rağmen zararlı hale gelecektir (WASKOM 1999). Dış ortama gelişigüzel bırakılan gübre ve diğer atıklar zaman içinde kokuşmaya, bozulmaya (dekompozisyon) başlayıp çevreye kötü kokular, zararlı gaz ve tozlar yayacaktır. Bozulma sonucu ise, kimyasal kirliliğin yanı sıra, görüntü kirliliği ve kötü kokular ortaya çıkar.

Gübre ve İdrar

Hayvan barınaklarında uygun şekilde temizlenip depolanmayan gübre, hem barınak içinde hem de dış ortamda büyük oranda çevre kirliliği yaratmaktadır. Bu amaçla barınaklarda ortaya çıkan gübrenin barınak havasına yaydığı koku ile hava içerisinde bulunan zararlı maddelerin çok iyi bilinmesi ve bunların hayvanlara ve insanlara zarar vermeyecek şekilde tolera edilmesi gereklidir (ALAGÖZ vd. 1996). Önceleri çayır-mera ya da tarla gibi arazilerde kullanılan gübrelerin oluşturduğu sorunlar üzerinde fazla durulmamıştır. Ancak günümüzde hayvancılığın hızlı bir şekilde gelişme göstermesi, hayvansal atıkların bir sorun olarak karşımıza çıkmasına neden olmuştur (ALYANAK ve FİLİBELİ 1987). Gübre ve idrar tarım işletmelerinde birlikte ve belirli ölçülerde kullandıklarında bir atık değil, bitkisel üretimi artırma amacıyla değerlendirilen bir ticari madde olarak önem kazanırlar. Bu şekildeki kullanımda organik maddeler açısından toprağın dengesi korunur. Toprağın fiziksel yapısını düzeltmek ve bitkisel üretime destek amacıyla gübre ve idrar kullanımı belirli ölçüleri aştığında bitkisel üretim miktarı, ürün niteliği, toprak yapısı, yer altı ve yer üstü suları olumsuz yönde etkilenmeye başlar. Ayrıca toprak, bitki, su, hayvan ve insanlara hastalık yapıcı etkenlerle bulaşarak, çevreye ağır bir koku yayılır. Barınak içinde hayvanların gübreye bulaşması ile bakterilerin yerleşmesi ve sonuçta ortama koku yayılımı daha kolay olacaktır (ERGÜL 1989; ALAGÖZ vd. 1996). Atık suların doğrudan araziye boşaltılması son derece yanlış bir uygulamadır. Çünkü arazinin geçirgenliği düşük killi toprak

ise atık su bir yer üstü su kaynağına ulaşır onu kirletinceye kadar toprak yüzeyinde akışına devam edecektir. Diğer yandan toprak geçirgen ise, su aşağılara doğru sızarak yer altı suyunu kirletecektir (BONNER vd. 1995; BARKER 1996).

Hayvancılık işletmelerinde her türlü atık (yem atıkları, ahır yıkama suları vb.) ve gübre ile idrardan kaynaklanan kirli suların geçirgen topraklardan sızarak taban suyuna ulaşması önemlidir. Bu karışma eğimli arazilerde ve yağışlı havalarda yüzey suları için de söz konusu olur ve akarsu başka yöreye taşıdığı kirliliği o yöredeki taban suyuna da geçirebilir. Kirlenen taban suları özellikle nitrat bakımından zenginleşirken, yüzey suları fosfor ve nitrojen içerikleri bakımından yüksek değerlere ulaşmaya başlar. Gübrenmemiş çayır mera arazilerinde taban suyunda 1 mg/ml nitrat bulunurken, normal ölçülerde gübrenmiş arazilerde bu değer 31 mg/ml'ye çıkabilmektedir. Yüzey sularında oluşan hayvan gübresine bağlı fosfor bulaşmaları, azota göre daha az tehlike oluşturur. Burada söz konusu olan fosfor, organik olarak bağlı durumdadır ve bu nedenle suda toksik etki yaratmaz. Daha çok ürenin amonyağa dönüşmesiyle varlığını gösteren nitrojenin etkisi ise daha ağırdır. Özellikle azot, amonyak formunda ortamdaki balıkların yaşama olanaklarını önemli ölçüde kısıtlar. Balık ölümlerinin en önemli nedenlerinden biri de suya gübre ile gelen organik maddelerin çürümeleri sırasında kullanılan oksijenin, su içi oksijen miktarlarını azaltmasıdır. Diğer yandan yüzey sularına karışan gübre, idrar ve silo yemi sızıntıları ortamdaki alglerin ve otların çoğalmasında hızlandırmakta, daha sonra bunlar çürüyerek ve çürürken de oksijen kullanarak ek bir kirlenmeye neden olmaktadır.

Gazlar, Koku ve Toz

Bir canlı olarak hayvanlar, bitki ve insanlar gibi ortama gaz yayarlar. Gaz hayvanlardan solunum ve bağırsak yolu ile doğrudan doğruya yayılabileceği gibi, atılan gübre ve idrardan da kaynaklanabilir. Hayvan barınaklarında oluşan gazların çevre üzerinde ağır koku yayma şeklinde etkisi de söz konusudur. Gübre kokusunun yayılma fazlalığı, kötü bakım teknikleri ve gübredeki işletim işleri ile yakından ilgilidir. Koku özellikle hayvandan yayılabileceği gibi daha çok gübre ve idrardan olmak üzere bozulmuş yem yığınlarından da kaynaklanabilir. Bu kaynaklardan oluşan koku rüzgarın etkisi ile uzak yerlere taşınabilir. Açık gübreliklerde gübre boşaltma ve doldurmalarda, kompostun tarlaya serilmesi sırasında daha yoğun koku oluşur. Hayvansal atıklar ve hayvan gübresi konutların yakınlarında üstü açık bir şekilde depolandığında, çevreye kötü kokular yayarak hava kirliliğine neden olmakta ve başta sinek olmak üzere çeşitli haşerelerin çoğalmasında kolaylaştırarak çevre sağlığının bozulması ve bulaşıcı hastalıkların yayılmasına zemin hazırlamaktadır (GÜR 1993).

Hayvancılık işletmelerinde yığılan gübre önceleri zayıf bir koku çıkarır. Daha sonra yüksek ısı ve nem etkisi ile bakteriyolojik parçalanma başlar. Ürik asit hızla amonyum tuzlarına dönüşür. Amonyak çıkışı artarak çevreye rahatsız edici kesif bir koku yayılır.

Barınaklardan yayılan koku, hayvansal atıkların mikroorganizmalar yardımıyla ayrışması veya parçalanması ile ortaya çıkar. Hayvansal atıklar % 50- 75 oranında bakteriler yardımıyla ayrışabilen organik maddeleri içerir. Mikroorganizmalar için enerji kaynağı da olan bu organik maddeler proteinler, yağlar ve karbonhidratlardır. Organik maddelerin ortamdaki oksijen durumuna bağlı olarak ayrışımı sonucu kokular oluşur. Oksijenin bol ve yeterli olduğu barınaklarda, hayvansal atıklar hızlı bir şekilde ayrışarak ortama karbondioksit, su ve bazı kokusuz bileşikler yayılır. Hayvansal atıkların aerobik koşullar altında hızlı ayrışımında azot ve kükürdün inorganik bileşikleri de ortaya çıkar.

Hayvansal Atıkların Çevresel Etkileri

Oluşan katı gübreler ve sıvı atıklar usulüne uygun olarak depolanıp, rehabilite edilmezse alıcı ortamda ciddi çevre kirliliğine yol açmaktadır. Hayvansal atıkların çevreye zararı barınak dışında ortaya çıkan zararlı atıklar; gübre, idrar ve atık suların uygun depoda toplanmaması, ölen hayvanların çukurlara gömülerek üzerine kireç dökülmemesi, kesimhane ve yem depolarının yeterli kapasitede olmaması gibi nedenler ve bu olumsuz koşulların yarattığı koku ve görüntü kirliliğini kapsayan çevre kirliliği şeklinde oluşmaktadır (KARAMAN 2006).

Hayvan barınaklarından elde edilen gübre uygun bir şekilde depolanmadığında içerisindeki besin elementleri ve mikroorganizmalar yüzey ve taban suyu kirliliğine neden olabilir. Gübrenin depolanması üreticilere bitkisel üretim için en iyi besin kaynağı kullanımına olanak verir. Gübre işletme içerisinde rasgele açıkta biriktirildiğinde hem çevre kirliliği, hem de içerisindeki kimyasal maddeler nedeniyle hava kirliliği yaratmaktadır. Bu nedenle her işletmede çıkan gübreyi belirli süreler içerisinde uygun şekilde depolayabilecek gübrelik planlanmalıdır.

Gübre depolarının planlanmasında yapının zemini sızdırmaz olmalı, sızma oluşursa sıvı atıklar depo ortamında potansiyel kirlilik etkisi yaratmadan boşaltılmalıdır. Gübre depolama tesislerinin kapasitesi doğrudan tahliye veya yüzeysel akıntı ve toprağa karışma yoluyla su kirlenmesini önleyecek şekilde kapalı olmalıdır.

Katı gübre gereken önlemler alınmadan ve yağmur suyuna maruz bırakılmış bir şekilde depolanması nedeniyle, gübre içinde bulunan N (Azot) ve K₂O (Potasyum di Oksit) miktarının azalmasına neden olmaktadır. Yanlış depolanan gübreden N (Azot)'un süzülmesi yüzey ve yeraltı sularında kirliliğe neden olur. Bundan dolayı işlenmek ve araziye uygulanmak üzere depolanan gübre gerekli önlemler alınarak korunmalıdır

HAHNE vd. (1996), çiftlik hayvanlarının atıklarının çevreye olan etkilerinin derecesinin hayvan sayısına ve yoğunluğuna bağlı olduğunu bildirmektedirler. Bunun yanında hayvansal atıkların iyi tarım uygulamalarına göre uygun alanlarda değerlendirilme durumları da çevre kirliliğini önleme açısından önemli olmaktadır. Hayvansal atıkların çevreye olan negatif etkileri; iklim koşulları, atık

karakteristikleri, yemleme tekniği ve atık yönetiminde uygulanan teknikler gibi faktörlere bağlıdır (MORLACCHINI vd. 1992). Hayvansal atıklar, kontrolsüz atık yönetimi sonucu, yüzey ve yer altı su kaynaklarını kirletebilmektedir. Bu olay; hayvanların doğrudan bir su kaynağına ulaşması, gübre yığınlarından, barınaklardan ve açık yemleme alanlarından gelen yüzey akış suları, gübre depolama yapılarından oluşan sızıntılar, depolama alanlarının sular altında kalması gübre uygulanan alanlardan gelen yüzey akış suları ve meralardan olan yüzey akış suları etkisiyle gerçekleşir (ANONİM 2005)

Organik atıklar yüksek biyokimyasal oksijen gereksiniminden dolayı su kirliliğine neden olurlar. Ayrıca hayvansal atıklar patojen kirlenmenin olası bir kaynağı olabildiği gibi, su içinde potansiyel azot ve fosfor kaynaklarıdır. Küçük hayvancılık işletmelerinde atık sorunu olmayıp ortaya çıkan gübre toprak ışlah edici bir materyal olarak kabul edilmektedir. Sığır ve kümes hayvanlarının yoğun üretiminin başlaması ile birlikte, hayvansal gübrenin dağılımlı sorun olmuştur (ÖZEK 1994).

Hayvansal üretimden evre üzerine yaptığı en olumsuz etki, bir takım bulaşıcı hastalık etkenlerinin kaynağını oluşturmasıdır. Bu etkenlerin çevreye yayılma yolları doğrudan atım ve dolaylı atım şeklinde olmaktadır. Ahır ve kümeslerden uzaklaştırılan atıkların depolandıkları çukurlar, insan ve hayvanlar için hastalık kaynağı olarak büyük tehlike oluştururlar. Hayvanlardan kaynaklanan bazı hastalık etkenlerinin doğada yaklaşık 1 hafta ile 3 yıl canlı kalabilmeleri, çevrede oluşacak kirliliğin çok uzun zaman etkin olabileceğini göstermesi bakımından önemlidir (ERGÜL 1989).

Hayvan gübresinde su kirliliğine neden olan esas olarak 4 unsur yer almaktadır. Bunlar; azot, fosfor, patojen mikroorganizmalar ve organik maddedir. Gübre içindeki bitki besin elementlerinin kaybolmaması, gübrenin araziye dağıtımının kolaylaşması ve içindeki bitki besin elementlerinin, besin maddesi üretiminde kullanılmak üzere yeniden çevrime girmesi açısından, kapalı ortamda muhafaza edilmesi gerekmektedir. Açıkta biriktirilen gübre içindeki bakteri ve diğer mikroorganizmalardan kaynaklanan kirlilik, komşu alanlarda sıkıntı yaratabilir.

Gübreden kaynaklanan kirlilik içerisinde üzerinde en fazla durulan konu suların nitrat (NO_3) ile kirlenmesidir. Çünkü nitrat (NO_3), hayvansal üretimde çıktı ve bitkisel üretimde ise girdi olarak nitelenen gübrelerle gün geçtikçe artan miktarlarda toprakta birikmektedir. Biriken bu nitrat (NO_3)'ın toprak, topografya, iklim vb. koşullara göre değişen miktarları yıkanarak toprak derinliğine hareket etmekte ve çoğunlukla da yüzey ve yeraltı su kaynaklarına karışmaktadır (KAPLAN vd. 1999). Yer altı su kaynaklarında nitrat kirliliği bütün dünyada tarımsal alanlara yakın olan bölgelerde önemli bir problem olarak göze çarpmaktadır (MCLAY vd. 2001).

iftliklerdeki gbreliklere ya da fosseptiğe yakın olarak bulunan kuyu sularındaki nitrat düzeyi insanlar ve hayvanlar için tehlikeli seviyelere çıkabilmektedir. Yüksek miktarda nitrat alımı hayvanlarda sancı, kusma ile koma ve ölümlere yol açmakta-

dır (KAYA 2002). İnsanlarda ise bağışıklık sisteminin bozulmasından çeşitli türde kalıtsal hastalıkların oluşumuna yol açabilmektedir (WEYER 2002). Belli koşullar altında nitrat, çok daha zehirli olan nitrit'e ve daha sonrada kanserojen özellikteki nitrozamine dönüşebilmektedir. Yetişkinlerde yüksek tansiyona, altı aydan küçük bebeklerde methemoglobinemiye (mavi bebek hastalığı) neden olmaktadır.

Su ortamlarındaki fosfor kirliliğini oluşturan kaynaklar, toprak erozyonu, fosforlu gübre uygulamaları, hayvan gübresi, kanalizasyon sızıntıları, gıda ve deterjan endüstrisi atıklarıdır (GILLIAM vd., 1998). Fosfor, toprakta hareketsiz olduğu için yeraltı sularına fazla sızamaz. Ancak yüzey su kaynaklarında kirlilik oluşturur. Yüzey su kaynaklarına karışan fosfor içme suyu tesisleri, balıkçılık işletmeleri ve göller gibi insan sağlığına doğrudan etkili kaynakları kirletmektedir. Suda mavi-yeşil alglerin gelişmesine ve böylece denge bozularak, ötrofikasyon olayının gerçekleşmesine yol açmaktadır. Sudaki oksijeni azaltarak, diğer su canlılarının ölümüne ve ortamda daha fazla fosfor birikimine neden olurlar (ZHANG vd., 2002).

Polay ve Olgun yaptıkları (2009) çalışmada, hayvancılık işletmelerine yakın olarak seçilen 3 adet yüzey su kaynağı ve 10 adet içme suyu amaçlı kullanılan kuyu araştırma materyali olarak seçilmiştir. Gözlemlerin ve deneysel çalışmaların sürdürüldüğü 2005–2007 yılları arasında, seçilen su kaynaklarındaki nitrat ve fosfor düzeyleri ile bunların değişimleri belirlenmiştir. Buna göre yüzey sularında, nitrat düzeyleri 62.9 ± 0.090 mg/L, fosfor düzeyleri 3.2 ± 0.092 mg/L aralıklarında değişim göstermiştir. Yeraltı sularında ise bu değerler sırasıyla, 21.3 ± 0.088 mg/L ve 0.4 ± 0.086 mg/L olarak belirlenmiştir. Bölgedeki hayvancılık işletmelerinden kaynaklanan sıvı atıkların doğrudan yüzey sularına deşarjı, yüzey ve yeraltı sularında nitrat ve fosfor konsantrasyonlarının artmasına neden olmaktadır. Özellikle de yağışlı günlerden sonra bu konsantrasyonlardaki artışın daha da fazla olduğu belirlenmiştir.

Hayvansal Atıkların Alternatif Kullanım Alanları

Biyogaz Üretimi

Biyogaz, organik maddelerin fermantasyon sonucu açığa çıkan ve üretim şekli ile üretilen ham maddeye bağlı olarak meydana gelen renksiz, yanıcı ve karışımında genellikle %60-70 metan, %30-40 CO₂ ve az miktarda kükürtlü hidrojen, azot, hidrojen ve karbon monoksit bulunan bir gazdır (KOÇER vd. 2006) Biyogaz enerjisi oldukça avantajlı bir enerji türü olup, hemen hemen hiçbir dezavantajı bulunmayan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Çünkü biyogaz tesisi kurulduğunda çevreye ve insanlara hiç bir zarar ve rahatsızlık vermez.

Biyogazın üretiminde hammadde olarak genellikle organik atıklardan yararlanılmaktadır. Bu atıklar içerisinde de hayvan gübresi önemli bir yer tutmaktadır. Hayvan gübresinden biyogaz üretilirken, hem gaz elde edilmekte hem de gübre, fermantasyon süresi içerisinde olgunlaşarak, tarlaya erken atılması sağlanmakta-

dır. Böylece hayvan gübresinin tarlaya atılmadan önce yaklaşık bir yıl süren bekletilme süresi 15-20 güne kadar düşürülebilmektedir. Bu durum aynı zamanda gübrenin bekletilmesi sırasında meydana gelen bitki besin maddelerinin kayıplarını da önlemektedir. Böylece biyogaz teknolojisi ile üretilen bu gaz, organik kökenli atıklardan hem enerji elde edilmesine hem de atıkların toprağa kazandırılmasına imkan vermekte ve böylece tarım alanlarında verimlilik artmaktadır.

İlk biyogaz üretimi, kayıtlara 1895 yılında İngiltere’de geçmiştir. II.Dünya Savaşı sırasında küçük çaplı üreteçler Almanya ve Fransa’da kullanılmaya başlanmıştır. Bu enerji sistemlerine III. Dünya ülkeleri büyük bir önem vermiş ve ilk üretim 1939 yılında Hindistan tarafından yapılmıştır. Halen Hindistan’da 80.000’in üzerinde biyogaz üretim ünitesi bulunmaktadır. Biyogazın dünyadaki yeri ve önemine bakıldığında tarım ve hayvancılığın çok yaygın olduğu, başta Çin olmak üzere özellikle uzak doğu ülkelerinde yüzbinlerce biyogaz üreticinin çalışır durumda olduğu görülmektedir (DALGIÇ 2003). Ülkemizde ise; biyogazla ilgili olarak ilk çalışmalar 1960’lı yıllarda “Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü” ile “Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü”nde gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki dönemlerde, özellikle 1980’li yılların başlarında tüm dünyada yaşanan petrol krizinin etkisiyle Köy Hizmetleri Ankara Topraksu Araştırma Enstitüsü’nde bir biyogaz birimi kurulmuş ve biyogazın ülke çapında yaygınlaştırılma çalışmaları hız kazanmıştır (BİLGİN 2003)

Hayvansal atıklardan anaerobik arıtımla biyogaz üretiminin avantajlarını şu şekilde sıralanabilir:

- Biyogaz ile elektrik ve ısı üretimi ekonomik kazanç elde edilmesini sağlar.
- Arıtmadan çıkan atık gübre olarak kullanılabilir. Biyogaz üretiminden sonra elde edilen gübre daha kolay kullanılabilir gübredir.
- Küresel ısınmanın en önemli etkeni olan sera gazları azaltılır. Metan en kötü sera gazlarından biridir. Açığa atılan hayvansal atıklardan yayılan metan gazı aynı hacimdeki CO₂’den yirmi katı daha fazla sera gazı etkisi yapar. Oysa biyogaz tesislerinde elde edilen metan yakılarak CO₂’e dönüştürülür.
- Çok ucuz ve çevreci atık çevrimi sağlar. Evlerde çıkan diğer benzeri evsel atıklar ve tarımsal atıklar da hayvansal atıklarla birlikte biyogaz üretiminde kullanılabilir.
- Daha sağlıklı, hijyenik yaşam alanlarının yaratılmasını sağlar.
- Özellikle ülkemizde hayvancılığın gelişmesine teşvik edici unsur olacaktır. Dolayısıyla suni gübreye bağımlılığı azaltarak sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunur. Ayrıca ülkemizin dışarıya olan enerji bağımlılığını azaltır (ÖZTÜRK 2005; TOLAY vd. 2008)

Biyogaz doğal gazın kullanım alanlarıyla paralel olarak kullanılan bir enerji kaynağıdır. Biyogaz kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir:

- Doğrudan yakarak ısınma ve ısıtma,
- Motor yakıtı olarak kullanımı suretiyle ulaşım,
- Türbin yakıtı olarak kullanımı ile elektrik üretimi,
- Yakıt pillerinde kullanımı,
- Mevcut doğal gaza katılarak maliyetlerin düşürülmesi,
- Kimyasal maddelerin üretimi sırasında biyogaz kullanımı

Biyogaz Reaktörlerinden Çıkan Atıklar ve Kullanımı

Biyogaz üretimi sonucu sıvı formda fermente organik gübre elde edilmektedir. Biyogaz üretim reaktörlerinden çıkan ve çamur veya atık olarak adlandırılan bu maddeler Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K) ve birçok element içeriğinden dolayı bitkiler için iyi bir besin kaynağı ve organik madde açısından iyi bir toprak iyileştirici maddesidir.(ARDIÇ ve TANER 2005). Elde edilen gübre tarlaya sıvı olarak uygulanabilir, granül haline getirilebilir ve/veya beton-toprak havuzlarda doğal kurumaya bırakılabilir. Fermantasyon sonucu elde edilen organik gübrenin temel avantajı anaerobik fermantasyon sonucunda patojen mikroorganizmaların büyük bir bölümünün yok olmasıdır. Bu özellik kullanılacak olan organik gübrenin yaklaşık %10 daha verimli olmasını sağlar.

Bu atıklar kurutulduğunda hayvan yemlerine katılan katkı maddesi olarak da değerlendirilmektedir. Ancak fermentöre beslenen maddelerde bulunabilecek zehirli maddeler (pestisit vs.), reaktör çıkışında yoğunlaşacağından, reaktörlerden çıkan maddelerin değerlendirilmesinden önce detaylı analizlerin yapılması önemlidir.

Sonuç

İnsan beslenmesi ve sağlığı açısından hayvansal yiyeceklerin önemi hiçbir zaman küçümsenemez. Artan nüfusa bağlı olarak hayvan sayısı ve hayvansal ürün artışını bu nedenle doğal karşılamak gerekir. Ancak insanın sağlıklı yaşaması ve doğanın korunması da yiyecek kaynaklarının çoğaltılması kadar büyük önem taşır. Bu bakımdan gösterilecek titizlikle bir alanda kazanılan ilerlemeler, diğer alanda yerini başarısızlığa ve olumsuzluğa bırakmamış olur.

Hayvancılık işletmelerinde çevre sorunlarına neden olan atıklar, aynı zamanda önemli bir ekonomik potansiyeldir. Hayvansal kaynaklı atıkların çoğunun gübre ve yem üretimi gibi alanlarda kullanımı olasıdır. Bu nedenle hayvancılığa bağlı atıkların değerlendirilmesi yoluna gidilmesi ile çevre baskısı azaltıldığı gibi atıl durumda bulunan ekonomik kaynak değerlendirilmiş olacaktır.

Kaynaklar

ANONİM, (2005). Code of Good Agricultural Practice for the Prevention of Pollution of Water Department of Agriculture and Rural Development. ISBN: 1 85527 577 5, North Ireland. www.scotland.gov.uk

ALAGÖZ, T., KUMOVA, Y., ATILGAN, A., AKYÜZ, A. (1996). Hayvancılık Tesislerinde Ortaya Çıkan Zararlı

Atıklar ve Yarattığı Çevre Kirliliği Üzerine Bir Araştırma. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu

Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı, Mersin Üniv. Müh. Fak., Mersin, 441-448.

ALYANAK, İ., FİLİBELİ, A. (1987). Tavuk Çiftliği Atıklarının Çevre Etkilerinin Önlenmesi ve Yararlı Hale Getirilmesi Alternatifleri. Uluslararası Çevre'87 Sempozyumu, Bildiriler, İstanbul, 79-93.

ARDIÇ, İ., TANER, F. (2005). "Biyokütleden Biyogaz Üretimi I: Anaerobik Arıtımın Temelleri," Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, YEKSEM 2005 Elektrik Mühendisleri Odası Mersin Şubesi, 19-21 Ekim, Mersin, p. 242-245.

BARKER, J.C. (1996). Lagoon Design and Management For Livestock Waste Treatment and Storage. North Carolina State Univ. Coop. Ext. Serv. Publ. 103-83. Raleigh, North Carolina. 8 p.

BİLGİN, N. (2003). Biyogaz Nedir? Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü, 2003.

BONNER, J., THOMAS, J., CRENSHAW, M., MCKINLEY, B., BURCHAM, T.N. (1995) Managing Animal Waste Nutrients. Mississippi State Univ. Coop. Ext. Serv. Mississippi State, Mississippi. Publ. No: 1937, p.59.

DALGIÇ, A.C., (2003) Biyogaz Uygulamaları, Müh. Fak., Gıda Mühendisliği Böl., Gaziantep.

ERGÜL, M. (1989). Hayvansal Üretim ve Çevre Kirliliği. Yem Sanayi Derg., Sayı, 64, Ankara, 20-25.

GILLIAM, J.W., BAKER, J.L., REDDY, K.R., (1999). "Water quality effects of drainage in humid regions", in R. W. Skaggs and J. van Schilfhaarde (eds.), Agricultural drainage, Agron. Monogr. 38. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, pp. 801-830.

GÜR, K. (1993). Tarımda Çevre Sağlığı Problemleri ve Çözüm Yolları. Ziraat Mühendisliği Derg., Sayı, 265, Ankara.

HAHNE, J., BECK, J. and OECHSNER, H., (1996). Management of livestock manure in Germany – a brief overview. Ingénieries-EAT. Animal manures in Europe, pp. 11-22. Waste Management, Vol.23, Issue 10, 2003, pp.917-932, Elsevier

KAPLAN, M., SÖNMEZ, S. VE TOKMAK, S., (1999). Antalya Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. Turkish. Journal of Agriculture and Forestry 23, 309- 313© Tübitak, Ankara.

KARAMAN, S. (2006). Hayvansal Üretimden Kaynaklanan Çevre Sorunları ve Çözüm Olanakları KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(2)

KAYA, S., AKAR, F., (2002). Metaller, Diğer Organik Maddeler ve Radyoaktif Maddeler 240- 243.Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji 2. Baskı. Ed: S. Kaya, İ. Pirinççi, A. Bilgili., Ankara.

KOÇER N.N, ÖNER C, SUGÖZÜ İ. 2006, “Türkiye’de Hayvancılık Potansiyeli ve Biyogaz Üretimi”, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, Cilt :4 Sayı:2, 17-20.

MCLAY, C.D.A, DRAGTEN, R, SPARLING, G., SELVARAJAH, N., (2001). Predicting groundwater nitrate concentration a region of mixed agricultural land use: a comparison of three approaches. Environmental Pollution Journal, 115,191-204.

MORLACCHINI, M., AMERIO, M. and PIVA, G., (1992). L'alimentazione quale mezzo per ridurre l'azione inquinante delle deiezioni suine supplemento a l'informatore agrario. N.18, April 1992, pp. 7-10.

MUTLU, A., (1999). Adana İli ve Çevresindeki Hayvancılık Tesislerinde Ortaya Çıkan Atıkların Yarattığı Çevre Kirliliği Üzerinde Bir Çalışma. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Yüksek Lisans Tezi. ADANA.

ONGLEY, E.D. (1996). Control of Water Pollution From Agriculture. FAO Irrigation and Drainage No:55, Roma.

ÖZEK, E. (1994). Tarımdan Kaynaklanan Çevre Kirlenmesi ve Simülasyon Çalışmaları. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 79 s.

ÖZTÜRK, M., (2005) ‘Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretimi’, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Müsteşarlığı, Ankara,

POLAT, H.E., OLGUN, M., (2009), GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(2), 71-80.

TOLAY, M., YAMANKARADENİZ, H., YARDIMCI, S., REİTER, R., (2008). Hayvansal Atıklardan Biyogaz Üretimi”, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES’2008, İstanbul.

WASKOM, R.M, (1999). Best Management Practices for Manure Utilization.568A,

WEYER, P.J., CERHAN J.R., KROSS B.C., HALLBERG, G.R., KANTAMNE-Nİ J., BREUER G., JONES M.P., ZHENG W., LYNCH C.F., (2001). Municipal Drinking Water Nitrate Level and Cancer Risk in Older Women: The Iowa Women’s Health Study. Epidemiology. May 12(3). 327-338.

ZHANG, H., JOHNSON, G., FARM, M., (2002). Managing phosphorus from animal manure. Oklahoma state University Extension Service, F-2249, USA.

AYDIN MERKEZ İLÇESİ PAMUK ÜRETİMİNDE TOPRAK ORGANİK MADDESİ ve DİĞER TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN VERİM, LİF ve TOHUM ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

MEHMET AYDIN¹ HARUN ALBAYRAK² MUSTAFA ALİ KAPTAN¹

¹Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fak.

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Aydın.

²S.S 46. Numaralı Aydın Pamuk ve Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifi, Aydın.

Özet

Bu çalışma, Aydın ilinde, farklı organik madde ve toprak özelliklerinin pamukta verim, lif ve tohum özellikleri üzerine etkisini irdelemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, Aydın merkez ilçesinde pamuk yetiştiriciliği yapılan 30 farklı araziden toprak, yaprak ve kütlü pamuk örnekleri alınmıştır. Toprak ve yaprak örneklerinin analiz sonuçları sınır değerleri ile karşılaştırılarak arazilerin verimlik durumları saptanmıştır. Ayrıca, lif ve tohum özelliklerinin genel dağılımı ve bunların toprak özellikleriyle olan ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, toprakların büyük bölümünde organik madde içeriklerinin düşük seviyelerde bulunduğu ve dar sayılabilecek değerler arasında değiştiği, kum, kil, suyla doygunluk, tuz ve kireç değerlerinin geniş bir bant içinde bulunduğu tespit edilmiştir. Yapılan korelasyon analizlerinde, verim, verim komponentleri, tohum ve kalite parametreleri ile toprak özellikleri arasında istatistikî açıdan önemli korelasyon katsayısı değerleri elde edilmiştir. Özellikle toprakların kum, kil, suyla doygunluk, kireç, tuz, N, K, Ca ve Mg içeriklerinin pamukta verim, lif ve tohum özellikleri üzerine etkili parametreler oldukları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Pamuk, verim, lif ve tohum özellikleri, korelasyon.

EFFECT of ORGANIC MATER and OTHER SOIL PROPERTIES on YIELD, FIBER AND SEED CHARACRERISTICS in the COTTON PRODUCTION of CENTRAL DISTRICT of AYDIN

Abstract

This study, has been performed to examine effect of different organic matter sand soil properties on yield, fiber and seed characreristics of cotton in Aydın province. For this purpose, soil, leaf and lint samples were collected at 30 different fields of Aydın province. The results of soil and leaf samples analysis were evaluated with critical values in order to determine the soil fertility level. In addition, the overall

distribution of fiber and seed traits and the irrelations with soil properties and growing conditions have been determined.

According to research results, organic mater contents were low with very narrow range, while sand, clay, water saturation and lime levels were in a wide range. Yield, yield components, seed and quality parameters had showed statistically significant correlations with the soi lcharacteristics and growing conditions. Particularly, soil's sand, clay, saturation, lime, salt, N, K, Ca and Mg contents were found the most effective parameters on the yield, fiber and seed characeristics of cotton.

Keywords: Cotton, yield, leaf and seed characterictics, correlation.

Giriş

Pamuk, tohumlarından lif elde edilen bir bitkidir. Üretiminde asıl amaç olan lifte, ortalama randımanın % 35-40 olması nedeniyle birim alandan elde edilen küt lünün % 60'ı tohumdur. Çırçırılama sonrasında lifleri alınan tohumlarda (çiğit) % 17-24 oranında yağ bulunmaktadır. Yaklaşık 700 bin ha' lık bir alanda, 1.3 milyon ton tohum üretimini yapılması, düşük yağ oranına rağmen, ülkemiz için pamu ğu önemli miktarda yağ elde edilen bir bitki konumuna getirmiştir (KOLSARICI vd. 2012).

Pamuğın yetiştiriciliğinde verime, kaliteye ve tohumun kalite özelliklerine birçok faktör etki etmektedir. Genel toprak özellikleri yanı sıra üretim sezonundaki iklim verileri, çiftçilerin taban ve üst gübreleme faaliyetleri gibi birçok faktör pamuk üretiminde kaliteli ürün elde edilmesini sınırlandırmaktadır. Aydın yöresinde yapılan pamuk üretiminde hasattan sonra geriye kalan bitki artıklarının toprağa karıştırma yerine tarladan toplanarak yakıt veya kâğıt sanayiinde kullanımı oldukça artmıştır. Bu durumun zaten düşük olan organik madde seviyesinin daha da düşük olmasına neden olabileceği konusu yeterince kavranamamaktadır. Oysa yüzey toprağında yeteri kadar ayrışmış organik madde atıklarının bulunması durumunda bunun mineral toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkisi büyük olmaktadır (ÖZBEK vd. 1993). Sürdürülebilir tarımsal bir faaliyet için verimli bir toprak gereklidir. Toprak kalitesini anlamak demek, mevcut optimal fonksiyonları ile gelecekteki kullanımları için bozulmasını önlemede toprağı okumak ve yönetmek demektir (DORAN vd. 1996).

FAO'ya göre dünya toprak varlığının yaklaşık 1/3'ü verimsiz durumdadır ve gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için diğer faktörlerin yanında, insanların toprak üzerindeki uygulamalarının, toprağın temel işlevlerini azaltacak ya da tüketecek işlemlerden uzak olması gerektiği bildirilmektedir. Ancak pamuk yetiştiriciliği gibi endüstriyel üretim süreçlerinde toprakların temel özellikleri her geçen gün biraz daha bozulmaktadır.

Yapılan bu çalışmanın amacı, Aydın yöresinde, farklı toprak koşulları ve uygulama tekniklerinde üretilen pamuklarda verim, lif ve tohum özelliklerinin dağılı-

mını irdelemek, özellikle toprak özellikleri ile verim, verim komponentleri ve lif kalite özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır.

Materyal ve Metot

Bu araştırma 2012 pamuk üretim sezonunda, Aydın ili Merkez, Çeştepe, Ovaeymir, Kuyulu, Işıklı, Kadıköy, Böcek, Tepecik mahalleleri arazilerinde 30 üretici tarlası, S.S 46. Numaralı Aydın Pamuk ve Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifi (TARİŞ) çevre arazilerinde gerçekleştirilmiştir. Seçilen arazilerde, ST 373 pamuk çeşidi ekilmiştir.

Araştırmada yer alan arazilerde hasat sonrası alınan pamuk örneklerinde çırçırılama işlemi yapılarak randıman hesaplanmıştır. Hasat edilen pamuklar Aydın Tariş' e çiftçiler tarafından teslim edilmiş, teslim sırasında gerekli tartım işlemleri yapılarak her çiftçi için dekarda elde edilen kütlü pamuk verimi tespit edilmiştir. Araziler tüm üretim sezonunda uygun şekillerde kontrol edilip kayıtlar alınmıştır.

Çiftçiler taban gübresi olarak 15-15-15, 15-15-15+1 Zn ve diamonyum fosfat (18-46-0) gübresi kullanmıştır. Ayrıca bazı çiftçiler ekim öncesi topraklara hümkik asit uygulamıştır. Üst gübre olarak sıra arasına amonyum sülfat (% 21 N) ve üre (% 46 N), sulama öncesi ise amonyum nitrat (% 33 N) uygulamıştır. Yaprak gübresi olarak Humastar, Rootkey, Aminostar, Nutripak, Lithovit, Promixcrop Liquid, Tariş Zf, Ferroline Combi, Valupak, % 10 Zinc, Proforte Plus, Bozn, Nutripak, Colorsine adlı yaprak gübreleri ve Pix adlı bitki gelişim düzenleyicisi kullanılmıştır.

Ekimler 20.04.2014 tarihi ile 01.06.2012 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Ekim öncesi toprak, çiçeklenme döneminde yaprak örnekleri alınmıştır. Hasat döneminde olgun kütlülerden örnekler alınarak çırçırılama işlemi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma topraklarının temel toprak özelliklerine ait ortalama değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Toprakların organik madde kapsamları % 0.94 ile % 2.29 arasında değişmiş ve ortalama olarak % 1.54 olarak bulunmuştur. SCHLINCTING ve BLUME (1960)' in yaptığı sınıflandırmaya göre, toprakların organik madde içeriğinin % 83.3 ünün en az seviyede olduğu görülmüştür. Toprakların organik madde içeriğinin % 3.4 ü az, % 13.3 ü ise orta çıkmıştır. Toprakların suyla doygunluk (%), kum, silt kil dağılımları, tuz ve kireç içerikleri oldukça geniş sayılabilecek sınırlar içinde değişmiştir.

Elde edilen bu değerler yörede yapılan benzer çalışmalarda (DÜZBASTILAR 1984; AYDIN vd. 2008; ÖZDOĞAN 2014), belirlenmiş olan değerler ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 1. Aydın yöresi pamuk yetiştiriciliği yapılan alanlarda 0-30 cm derinlikteki toprak örneklerinin kimi temel özellikleri

Arazi no	S. doy. %	Bünye			Tuz %	O.M %	pH	Kireç %
		%Kum	% Silt	% Kil				
Min.	36.4	47.16	13.45	6.50	0.0050	0.94	8.20	3.63
Max.	82.5	79.27	33.90	35.30	0.1000	2.29	8.60	20.78
Ort.	58.7	58.80	23.78	17.41	0.0330	1.54	8.41	13.91

Çizelge 2. Araştırma topraklarının organik madde kapsamı ile bazı temel toprak özellikleri arasında ikili korelasyonlar

Toprak özelliği	Korelasyon katsayısı (r)	Önemlilik düzeyi
Kil içeriği	0.628	0.000
Kum içeriği	-0.586	0.001
Suyla doyumluk	0.639	0.000
Kireç içeriği	0.564	0.001
Tuz içeriği	0.254	0.210
pH	-0.048	0.804
Toplam N içeriği	-0.251	0.190
Yarayışlı P içeriği	-0.076	0.695
Değişebilir K içeriği	-0.093	0.633
Değişebilir Ca içeriği	-0.044	0.819
Değişebilir Mg içeriği	-0.286	0.132

Çalışma sonucunda kütlü verimleri 500 ile 625 kg/da arasında değişmiş ortalama olarak 561 kg/da olmuştur. Çırcır randımanı %36 ile 40 arasında değişmiş ortalama olarak ise %37.2 olmuştur. Yapılan korelasyon analizlerine göre, verim ve verim unsurları üzerine etkili olan toprak özelliklerinin analiz değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Toprakların organik madde kapsamı dar sayılabilecek sınırlar içinde yer almasına rağmen kil, kum suyla doyumluk ve kireç içeriği değerleri ile olan korelasyon katsayısı değerleri istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Örnek sayısının kısıtlı olmasının da etkisiyle tuz, pH ve besin elementi içerikleri ile olan ilişkileri ise önemsiz düzeyde çıkmıştır. Organik madde miktarının ele alınan tüm komponentler ile olumlu veya olumsuz bir ilişki içinde bulunduğu pek çok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (HAYNES ve NAIDU, 1998 ; AYDIN vd. 2002). Ancak topraklarda organik madde miktarının tek başına yüksek olması verimlilik açısından bir anlam ifade etmemektedir. Onun toprak derinliği (ki araştırma toprakları oldukça derin profile sahip) ve özellikle azot içeriği ile oranı önemli olmaktadır (FRANZLUEBBERS 2002).

Araştırmada yer alan arazilerde pamuk verimi ve verim unsurları üzerine etkili olan toprak özellikleri arasında ikili korelasyonlar Çizelge 3’de verilmiştir.

Araştırma topraklarının tuz, azot, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriği ile çırçır randımanının pozitif ilişki içinde oldukları tespit edilmiştir. Toprakların kalsiyum içeriğinin kütlü pamuk verimini olumlu yönde etkilediği, ekim tarihine ve toprakta kum miktarı artışına bağlı olarak kütlü pamuk verimini olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır. Çizelgede yer almamakla birlikte, sulama sayısı ve taban gübresi (NPK) kullanım miktarı, ekim tarihi ve toprakta artan kum miktarının kütlü pamuk verimini olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır. Araştırma topraklarının azot, potasyum ve kalsiyum içeriği ile 100 tane ağırlığı arasında pozitif ilişki, toprakların kum içeriği ile 100 tane ağırlığı arasında negatif ilişki olduğu saptanmıştır.

Toprak azot içeriği ile çırçır randımanı arasındaki pozitif ilişkiye dair bulgular KARTHIKEYAN ve JAYAKUMAR (2002)’ in çırçır randımanının azot dozlarının artması ile birlikte azaldığını bildiren bulguları ile uyum göstermemektedir. Toprak potasyum içeriğinin çırçır randımanı arasındaki ilişkiye ait bulgular, PETTIGREW vd.(1996)’nın potasyum uygulamasız kontrolde çırçır randımanını azaldığına; MULLINS vd. (1999)’nın 100 kg/ha potasyum uygulamasının, kontrole oranla çırçır randımanı arttırdığına ilişkin bulguları ile benzerlik göstermektedir. SAWAN vd.(2001) tarafından pamukta yapılan çalışmada, kalsiyumun kütlü verimini arttırdığı belirtilmiştir.

Çizelge 3. Verim ve verim unsurları üzerine etkili olan toprak özellikleri arasında ikili korelasyonlar

Verim ve verim unsurları	Toprak özelliği	Korelasyon katsayısı (r)	Önemlilik düzeyi
Çırçır randımanı	Organik madde	-0.333	0.077
Çırçır randımanı	Tuz içeriği	0.445	0.015
Çırçır randımanı	Toplam N içeriği	0.643	0.000
Çırçır randımanı	Değişebilir K içeriği	0.448	0.013
Çırçır randımanı	Değişebilir Ca içeriği	0.719	0.000
Çırçır randımanı	Değişebilir Mg içeriği	0.540	0.002
Kütlü pamuk verimi	Değişebilir Ca içeriği	0.412	0.023
Kütlü pamuk verimi	Kum içeriği	-0.359	0.051
100 tane ağırlığı	Toplam N içeriği	0.637	0.000
100 tane ağırlığı	Değişebilir K içeriği	0.517	0.003
100 tane ağırlığı	Değişebilir Ca içeriği	0.619	0.000
100 tane ağırlığı	Kum içeriği	-0.435	0.016

Yapılan korelasyon analizlerine göre, araştırmadaki pamuklarda lif kalite unsurları üzerine etkili olan toprak özelliklerine ait korelasyon katsayısı ve önemlilik düzeyi değerleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Lif kalite ve özellikleri üzerine etkili olan yetiştirme koşulları ve toprak özellikleri arasında ikili korelasyonlar

Kalite özelliği	Toprak özelliği	Korelasyon katsayısı (r)	Önemlilik düzeyi
Olgunluk indeksi (mat)	Organik madde içeriği	0.317	0.094
Elastikiyet	Tuz içeriği	-0.436	0.017
Elastikiyet	Değişebilir Ca içeriği	-0.541	0.002
Olgunluk indeksi (mat)	Suyla doygunluk	0.422	0.022
Eğrilebilirlik	Suyla doygunluk	0.594	0.007
Eğrilebilirlik	Tuz içeriği	0.505	0.005
Eğrilebilirlik	Değişebilir Ca içeriği	0.353	0.055
Eğrilebilirlik	Değişebilir Mg içeriği	0.365	0.046
Mukavemet	Tuz içeriği	0.599	0.000
Mukavemet	Değişebilir K içeriği	0.408	0.025
Mukavemet	Kil içeriği	0.444	0.013

Araştırma topraklarının tuz ve kalsiyum içeriğinin pamuk liflerinin elastikiyeti üzerine negatif etki yaptığı belirlenmiştir. Toprakların suyla doygunluğu ile olgunluk indeksi arasında pozitif ilişki olduğu saptanmıştır. Toprakların suyla doygunluk, tuz, kalsiyum ve magnezyum içeriklerinin, lif eğrilebilirliği üzerine pozitif etki yaptığı belirlenmiştir. Diğer taraftan, toprakların tuz, potasyum ve kil içeriklerinin lif mukavemetini pozitif yönde etkiledikleri tespit edilmiştir. Çizelge 4’de yer almamakla birlikte taban gübresi (NPK) kullanım miktarı ve taban + üst gübre (NPK) kullanım miktarının lif inceliği üzerine negatif etki yaptığı saptanmıştır.

Toprak potasyum içeriği ile lif kopma dayanıklılığı arasındaki pozitif ilişkinin varlığına ilişkin bulgular; ÇAĞIRGAN ve BARUT (2000)’un yaptığı çalışmada yoğun potasyum noksanlığının lif kopma dayanıklılığında 2 g/tex’ lik bir düşüş gösterdiği; GUTSTEIN (1972)’ın Akala tipi pamuk çeşitlerinde potasyum uygulamasının lif kopma dayanıklılığını arttırdığı ; SING vd. (1989)’ nin fazla azotun lif kalitesini düşürdüğü; KARAALTIN vd. (2000)’nin lif inceliği üzerine N ve P dozlarının önemli bir etkisinin olmadığı; CASSMAN vd. (1990)’nın potasyum uygulanan bitkilerden elde edilen liflerde mukavemetin arttığını belirttiği sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Yapılan korelasyon analizlerine göre, pamuk tohumlarının yem ve yağ değerleri üzerine etkili olan toprak özelliklerine ait korelasyon katsayısı ve önemlilik düzeyi değerleri Çizelge 5’de belirtilmiştir.

Çizelge 5. Yem ve yağ değerleri üzerine etkili olan yetiştirme koşulları ve toprak özellikleri

Yem ve yağ değerleri özelliği	Toprak özelliği	Korelasyon katsayısı (r)	Önemlilik düzeyi
Ham selüloz	Değişebilir Na içeriği	0.349	0.050
Ham selüloz	Değişebilir Mg içeriği	0.419	0.021
Ham selüloz	Yarıyıllı B içeriği	0.422	0.020
Ham selüloz	Kil içeriği	0.350	0.050
Ham yağ	Suyla doygunluk	-0.359	0.055
Ham yağ	Organik madde içeriği	-0.399	0.031

Araştırma topraklarının sodyum, magnezyum, bor ve kil içeriklerinin, pamuk tohumlarında ham selüloz değerlerini pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir. Toprakların su ile doygunluk ve organik madde içeriğinin tohumlardaki ham yağ değerlerini negatif yönde etkilediği belirlenmiştir. BELLALOUİ vd. (2009), soyada yaptıkları bir çalışmada toprak bor değerleri ile tane protein ve oleik asit içerikleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Pamukta, toprak özellikleri ile tohum kalitesi arasındaki ilişkilere ait çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, elde edilen bulgular oldukça önem arz etmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Aydın Merkez ilçesinde yapılan bu araştırmanın sonuçlarına bakıldığında; çalışmanın yürütüldüğü arazilerin düşük organik madde, yüksek kireç ve yüksek pH gibi çok zor değişen olumsuz özelliklere sahip olduğu, azot, fosfor ve potasyum ile beslemede eksiklikleri olduğu, çeşidin çırçır randımanı değerinin düşük, kütlü veriminin ise yüksek olduğu, lif kalitesi ve tohumun beslenme özellikleri bakımından ise iyi durumda olduğu belirlenmiştir. Özellikle toprakların değişebilir K, Ca ve Mg ile lif kalite parametreleri arasında pozitif ilişki çıkması, daha kaliteli pamuk üretme açısından oldukça önemlidir. Gelecekte bu konular üzerine yeni araştırmalar yapılması yararlı olacaktır. Ayrıca, araştırma kayıtlarına göre üreticilerin sadece kimyasal gübre ve yaklaşık %30 civarındaki bölümü, ekim öncesinde toprak düzenleyicisi olarak 2 lt/da dozunda hümik asit kullanmaktadır. Kimyasal gübreleme yerine organik gübre veya organomineral gübre uygulamalarının arttırılması toprakların korunması ve verim istikrarı bakımından önem arz etmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma, lisansüstü tez çalışmasının bir bölümünden hazırlanmış ve ADÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- AYDIN, M., YOLTAŞ, T. (2002) The Effects of Some Soil Properties on Soluble Solids (Obrix) of Processing Tomato. In *VIII International Symposium on the Processing Tomato 613* (pp. 185188).
- AYDIN, M., BAŞAL, H., ŞEKER, G., MERKEN, Ö., KAPTAN, M.A. (2008) Aşağı Büyük Menderes Vadisi Topraklarında Yetißen 2. Ürün Mısırın Beslenme Durumu, Gübre Uygulamaları ve Sorunları. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, (8-10 Ekim 2008), pp.174-183, Konya.
- BELLALOUI, N., ABBAS, H. K., GILLEN, A. M., ABEL, C. A. (2009) Effect of Glyphosate-Boron Application on Seed Composition and Nitrogen Metabolism in Glyphosate-Resistant Soybean. *J. Agric. Food Chem* 57.
- CASSMAN, K.G., KERBY, T.A., ROBERTS, B.A., BRYANT, D.C., HIGASHI, S.L. (1990) Potassium Nutrition Effects on Lint Yield and Fiber Quality of Acala Cotton. *CropScience*30 (3) 672-677.
- ÇAĞIRGAN, O., BARUT, A. (2000) Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsündeki Genetik-Stok Pamuk Çeşitlerinin Özellikleri. Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 58, Nazilli, Aydın.
- DORAN, J.W., SARRANTONIO, M., LIEBIG M.A. (1996) Soil Health and Sustainability. *Advances in Agronomy*56 1-54.
- DÜZBASTILAR, M. (1984) Büyük Menderes Havzası Pamuk Tarımı Yapılan Toprakların Gübreleme Yönünden Durumu. pp.6-3, İzmir.
- GUTSTEIN, Y. (1972) Differential Cotton Cultivar Responses to Levels of K-Availability. *Plant Foods for Human Nutrition* 22 (1)107-118.
- FRANZLUEBBERS, A. J. (2002) Soil Organic Matter Stratification Ratios as an Indicator of Soil Quality. *Soil and Tillage Research* 66(2) 95-106.
- HAYNES, R. J., NAIDU, R. (1998) Influence of Lime, Fertilizer and Manure Applications on Soil Organic Matter Content and Soil Physical Conditions: A Review. *Nutrientcycling in agroecosystems* 51(2) 123-137.
- KARAALTIN, S., BERBEROĞLU, F., YILMAZ, A. (2000)The Effect of Different Levels of Nitrogen (N) and Phosphorus (P₂O₅) Fertilizers on Yield and Fiber Characteristics of Cotton. The Interregional Cooperative Research Network on Cotton. A Joint Workshop and Meeting of the All Working Groups 20-24 September, Adana.
- KARTHIKEYAN, P.K., JAYAKUMAR, R. (2002) Effect of Nitrogenous Fertilisers and Plant Growth Regulator on Cotton Cultivar (MCU-7), 17thWCSS, 14-21 August, Thailand, ISSN: 1308-0040, E-ISSN: 2146-0132, [www.nobel.gen.tr], pp.133-136.

KOLSARICI, Ö., GÜR, A., BAŞALMA, D., KAYA, M.D., İŞLER, N. (2012) Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretimi. Konu Biyodizel Dosyası. pp 3-15, Ankara.

MULLINS, G.L., SCHWAB, G.J., BURMESTER, C.H. (1999) Cotton Response to Surface Application of Potassium Fertilizer: A 10-Year Summary. *Journal of Production Agriculture* 12 (3) 434-440.

ÖZBEK, H., KAYA, Z., GÖK, M., KAPTAN, H.(1993) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi Kitabı, Yayın no: 73, Ders Kitapları Yayın no: A-16, ss: 77-119, Adana.

ÖZDOĞAN, N. (2014) Aşağı Büyük Menderes Havzasında Yetiştiriciliği Yapılan Sanayi Domatesinin Beslenme Durumunun Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Aydın.

PETTIGREW, W. T., HEITHOLT, J.J., MEREDITH, W.R. J.R. (1996) Genotypic Interactions with Potassium and Nitrogen in Cotton of Varied Maturity. *Agronomy Journal*88 (1) pp.89-93.

SAWAN, Z. M., HAFEZ, S. A., BASYONY, A.E. (2001) Effect of Phosphorus Fertilization and Foliar Application of Chelated Zinc and Calcium on Seed, Protein and Oil Yields and Oil Properties of Cotton. *The Journal CottonScience*136 (2) 191-198.

SCHLICHTING, E., BLUME, H. P. (1960) *Bodenkundliches Praktikum*. P. 209. Series No: 9. Asa Inc. Pub. Madison, pp. 1179-1237, Wisconsin, USA.

SINGH V., NAGWEKAR S.N., SINGH V. (1989) Effect of Weed Control and Nitrogen Levels on Quality Characters in Cotton. *J. Indian Soc. Cotton Improvement* 14, 60-64.

PAMUK ÜRETİMİNDE ÜST ÜSTE İKİ YIL FARKLI DOZLARDA HUMİK MADDE KULLANIMININ TEMEL TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

MUSTAFA ALİ KAPTAN¹ MEHMET AYDIN¹

¹Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Aydın.

Özet

Üst üste iki yıl toprağa farklı seviyelerde uygulanan humik maddenin, toprağın temel özellikleri ve besin elementi içeriklerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada katı formda humik madde içeren leonardit (ticari adı: Agrolig) kökenli materyal kullanılmıştır. Kullanılan leonardit miktarları 0 - 200 - 400 kg/ ha⁻¹ olup, ekim öncesi toprağa karıştırılmıştır. Test bitkisi olarak bölgede yaygın yetiştiriciliği yapılan pamuk (*Gossypium hirsutum* L. Carmen) kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre toprağa uygulanan humik maddeler toprak organik maddesi üzerine doğrudan olumlu katkıda bulunmuştur. Toprak pH' sı ve bitki besin elementleri üzerine doğrudan bir etkinin olmadığı, dolaylı bir etkinin var olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak humik madde içeren materyallerin, organik madde kaynağı olarak organomineral gübre yapımında kullanılmasının tarım toprakları için yararlı olduğu görülmüştür. Ayrıca organomineral gübre üretiminin ve kullanılmasının büyük ölçeklerde teşvik edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Humik madde, leonardit, organik madde, bitki besin elementleri.

EFFECTS of DIFFERENT DOSES of HUMIC SUBSTANCE APPLIED OVERLAPPED TWO YEARS on SOIL BASIC PROPERTIES at COTTON GROWTH

Abstract

It was aimed to investigate the effects of the different doses of humic substance, overlapped two years applied to soil, the basic properties and nutrients contents of the soil. The solid form of humic substance contained leonardite (trade name: Agrolig) was used. Leonardite levels used are 0 - 200 - 400 kg/ ha⁻¹ applied to soil before sowing. As a test plant, cotton (*Gossypium hirsutum* L. Carmen) which is widely cultivated in the region was used. According to the findings, it has been found that the humic substance applied to the soil have a direct positive contribution to the soil organic matter. It is thought that there is no direct effect on soil pH and plant nutrients contents and might be an indirect effect. As a result, it has been found that the use of humic substance contained materials as an organic

matter source in the production of organomineral fertilizers is beneficial for agricultural soils. It has also come to the conclusion that the production and use of organomineral fertilizers should be encouraged at large scale.

Keywords: Humic substance, leonardite, organic matter, plant nutrients.

Giriş

Dünyada tarımsal üretim alanlarının hızla azalması, artan nüfusun taleplerini karşılamakta yetersiz kalacaktır. Üretimin artırılması için konvansiyonel tarımın yanı sıra birçok yeni tarım sistemleri geliştirilmiş ve geliştirmeye devam edilmektedir. Her bir sistemin kendine has özellikleri olsa da kullanılan gübre ya da gübre kaynakları benzerlik göstermektedir. Ancak zengin toprak kaynaklarının hoyratça kullanılması, yoğun olarak inorganik gübrelerin kullanılması gibi nedenlerle toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri bozulmaktadır. Hem tarımsal verimliliğin devamı hem de toprak sistemlerinin korunması adına geliştirilen sistemlerde, gübre ya da gübre kaynaklarının doğru kullanılabilmesi için örneğin Avrupa Birliği (ANONİM 2017a) ve ülkemizde Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığın (ANONİM 2017b) yönetmelikler (Resmi Gazete Tarihi: 29.03.2014 Resmi Gazete Sayısı: 28956) çıkartmışlardır. Çıkarılan bu yönetmelikler uyarınca organomineral gübreler “Kimyasal tepkime ile bir veya birkaç organik gübrenin kuru karışımıyla veya bir veya birkaç organik gübre ile inorganik gübre içeren matrisler” olarak tanımlanmaktadır. Organomineral gübrelerin yapımında sadece gübre ya da gübre kaynakları değil toprak düzenleyicilerde kullanılmaktadır. Toprak düzenleyicilerinin başlıca etkileri toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmek ve biyolojik aktiviteyi artırmak şeklinde tanımlanır. Öte yandan başlıca toprak düzenleyicilerden olan leonardit, organomineral gübre yapımında sadece düzenleyici olarak değil aynı zamanda organik madde kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Bu nedenle leonarditin esas hammaddesi olan humik maddeler, organomineral gübrelerin elde edilmesinde büyük önem arz etmektedir.

Humik maddeler genelde koyu renkli ve yüksek moleküler ağırlığa sahip olup, toprakta kolaylıkla parçalanmayan, dayanıklı, toprak organik maddesinin temelini oluşturan maddeler olarak tanımlanmaktadır (STEVENSON 1982). Yapılarında bulunan önemli kimyasal gruplar (karboksilik asitler, fenolik ve alkolik bileşikler vd.) humik maddelere negatif (-) elektriksel yük kazandırmak suretiyle katyonları absorbe edebilirler ve böylece topraklarda şelatlayıcı madde olarak görev yapabilirler. Kil minerallerine göre daha yüksek katyon değişim kapasitesine sahip olan humik maddeler toprakların katyon değişim kapasitesini artırarak toprak verimliliğini yükseltirler (STEVENSON 1994). Topraklarda bulunan humik maddelerin, bitkilerin beslenmesinde doğrudan ve dolaylı olarak etkili olduğu bildirilmiştir. LOBARTINI vd. (1997); LEE ve BARTLETT (1976) humik maddelerin düşük organik madde içeriğine sahip topraklarda, kuru madde miktarını artırdığını bildirmişlerdir. DURSUN vd. (1999) humik maddelerin domates ve

patlıcan fidelerinin makro ve mikro besin içeriklerini artırdığını bildirmişlerdir. ERDAL vd. (2000) humik maddelerin bitki kuru ağırlığını, bitki P içeriğini ve toprakta yarayışlı P içeriğini artırdığını ifade etmişlerdir. Çalışmanın yürütüldüğü Aydın yöresinde, tarımsal üretimin bugün için geniş anlamda buğday, pamuk ve mısır üzerinde yoğunlaştığı bilinmektedir. Test bitkisi olarak seçilen pamuğun tekstil başta olmak üzere, barut ve film malzemesi yapımı gibi 50 çeşit sanayi koluna hammadde sağlayan en önemli tarımsal ürünlerden birisi olduğu bilinmektedir (ÖZKAN ve KAYA 2002). Söke Ovası başta olmak üzere yoğun pamuk tarımı yapılan alanlarda toprakta var olan besin elementlerinin yarayışlılığının artırılması gibi nedenlerle humik madde uygulamaları, yaygın bir şekilde yapılmaktadır (ÖREN ve BAŞAL 2006). Bu uygulamaların varlığı ve humik maddelerin temel toprak özellikleri üzerine etkileri düşünüldüğünde, konvansiyonel tarım sisteminde humik madde kullanımının değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, üst üste iki yıl farklı seviyelerde toprağa uygulanan humik maddelerin, toprağın temel özelliklerinden olan organik madde oranı, pH ve toprakta ki bazı bitki besin elementlerinin değişimi üzerine etkisinin değerlendirilmesidir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Çiftliğinde, 2011-2012 yetiştirme periyodunda, çakılı deneme şeklinde üç farklı humik madde seviyesinin (0- 200- 400 kg ha⁻¹) Carmen pamuk çeşidi ekili toprağa uygulanması şeklinde yürütülmüştür.

Deneme alanına ait toprak analiz sonuçlarına göre toprağın bünyesi tınlı kum, toprak reaksiyonu alkali, organik maddesi çok düşük ve kireçli olduğu bulunmuştur. Öte yandan toprağın besin elementi içeriklerine bakıldığında; değişebilir potasyum ve sodyumun (sırasıyla 173, 10 mg kg⁻¹) düşük olduğu, alınabilir fosfor, değişebilir kalsiyum, magnezyum, yarayışlı demir, çinko, mangan ve bakır değerlerinin (sırasıyla 26, 3399, 255, 18, 1.28, 5.90, 2.92 mg kg⁻¹) yeterli ve bor içeriğinin (0,92 mg kg⁻¹) ise kritik olduğu görülmektedir. Çalışmada, ticari bir firmadan temin edilen "Agrolig" isimli, leonarditten elde edilen granüler humik madde kullanılmış olup, buna ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan humik asit materyalinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

AGROLIG	
Toplam Organik Madde	75 (% w/w)
Toplam Humik ve Fulvik Asit	65 (% w/w)
Maksimum Nem Oranı	22 (% w/w)
Üründe Kullanılan Hammadde	Leonardit
pH	3.5-5.0

Humik madde uygulaması ekim öncesinde toprağa karıştırılarak yapılmıştır. Elde edilen toprak analiz sonuçlarına göre, her iki yılda da 25 kg da⁻¹ 15-15-15 kompoze (Gold) ve 10 kg da⁻¹ Amonyum Nitrat (%33 N) gübrelere verilmiştir. Kompoze gübre, ekim öncesinde toprak altına, amonyum nitrat ise sulama suyu ile verilmiştir. Pamuğun sulaması, damla sulama yöntemi ile (taraklanma döneminin başlangıcından-hasat başına kadar gün aşırı olarak günlük buharlaşma kaybı dikkate alınarak) yapılmış olup, her parsele eşit miktarda su verilmiştir. Diğer kültürel işlemler arazi şartlarına göre yapılmış olup, pamuklardan bölge ortalamasının üzerinde verim elde edilmiştir. Her iki yılda da deneme öncesinde ve sonrasında alınan toprak örnekleri kurutulmuş, öğütülmüş, 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra aşağıda belirtilen yöntemler ile analiz edilmiştir. Toprağın organik madde içeriği Walkey-Black metoduna göre (BLACK 1965), toprak reaksiyonu JACKSON (1958); toplam azot BREMNER (1965); alınabilir P, OLSEN ve DEAN (1965); değişebilir K, Ca, Na ve Mg (KACAR 1972); yarayıklı Fe, Cu, Zn ve Mn Miktarı LINDSAY ve NORVELL (1978) metoduna göre yapılmıştır.

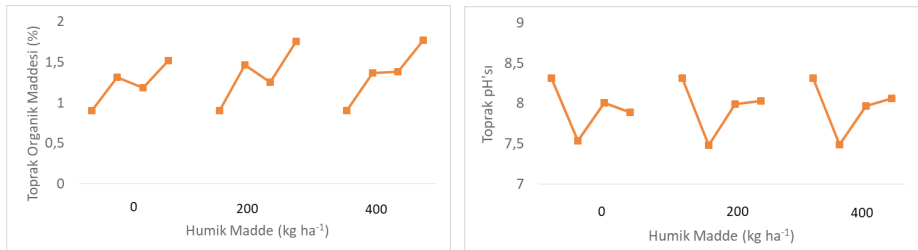
Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında yapılan toprak analizlerinin sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, humik madde uygulamalarının bazı temel toprak özellikleri ile bazı bitki besin elementi içeriklerine üzerine kısmen faydalı etkisinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Toprak organik maddesi üzerine doğrudan olumlu bir etki gözlenmiştir. Ancak diğer incelenen özelliklerde doğrudan etkiye dair bulgular belirgin olmamıştır.

Çizelge 2. Humik madde uygulamaları sonucunda elde edilen toprağın bazı temel özellikleri ve besin elementi içeriklerine ait değerler.

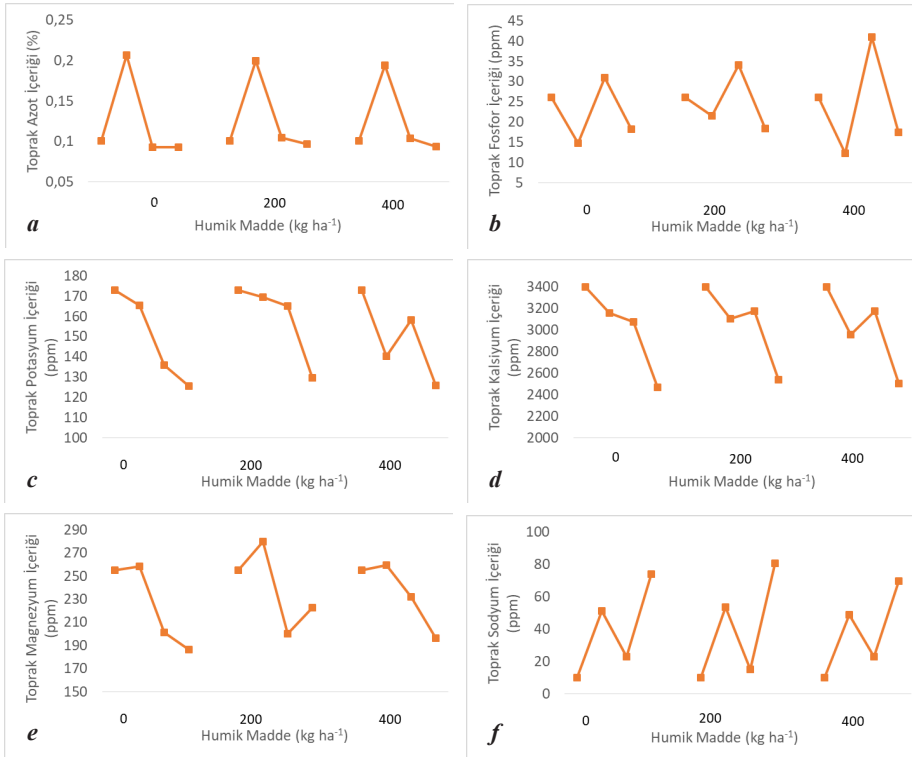
Humik Madde (kg ha ⁻¹)	Yıl	Dönem	pH	Organik Madde	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	B
				%	mg kg ⁻¹										
0	2011	İlk	8.31	0.90	0.101	26	173	3399	255	10	18.44	1.28	5.90	2.92	0.92
		Son	7.54	1.32	0.207	15	165	3155	258	51	34.97	1.22	31.42	3.91	1.40
	2012	İlk	8.01	1.18	0.093	31	136	3075	201	23	27.54	0.86	5.64	3.22	1.28
		Son	7.89	1.52	0.093	18	126	2469	186	74	5.26	0.41	2.75	1.18	1.57
200	2011	İlk	8.31	0.90	0.101	26	173	3399	255	10	18.44	1.28	5.90	2.92	0.92
		Son	7.48	1.46	0.199	22	169	3105	280	54	42.21	1.37	33.19	4.13	1.20
	2012	İlk	7.99	1.25	0.105	34	165	3174	200	15	38.24	0.95	7.08	3.38	1.35
		Son	8.03	1.75	0.097	18	130	2535	222	80	4.27	0.40	2.58	1.18	1.97
400	2011	İlk	8.31	0.90	0.101	26	173	3399	255	10	18.44	1.28	5.90	2.92	0.92
		Son	7.49	1.36	0.194	12	140	2954	259	49	28.30	1.34	30.13	3.63	1.09
	2012	İlk	7.97	1.38	0.104	41	158	3174	232	23	42.50	0.77	6.90	3.16	1.40
		Son	8.06	1.77	0.093	17	126	2502	196	70	4.05	0.42	3.05	1.35	1.98

İki yıllık çalışma sonucunda, humik madde uygulamaları kontrole göre toprağın organik madde seviyesini yükseltmiştir. İkinci yıl sonunda en yüksek artış 400 kg ha⁻¹ humik madde uygulamasından elde edilmiş (% 1.77) ve bunu 200 kg ha⁻¹ uygulamasının (% 1.75) takip ettiği belirlenmiştir. Kontrol uygulamasına göre % 16 oranında bir artış elde edilmiştir (Şekil 1). Humik madde uygulamalarının toprak reaksiyonu (pH) üzerindeki etkisi incelendiğinde, birinci yıl sonunda pH değerleri düşmüş, ancak ikinci yılda ise pH değerleri humik madde uygulamalarının etkisiyle yükseliş eğilimine girmiştir (Şekil 1).



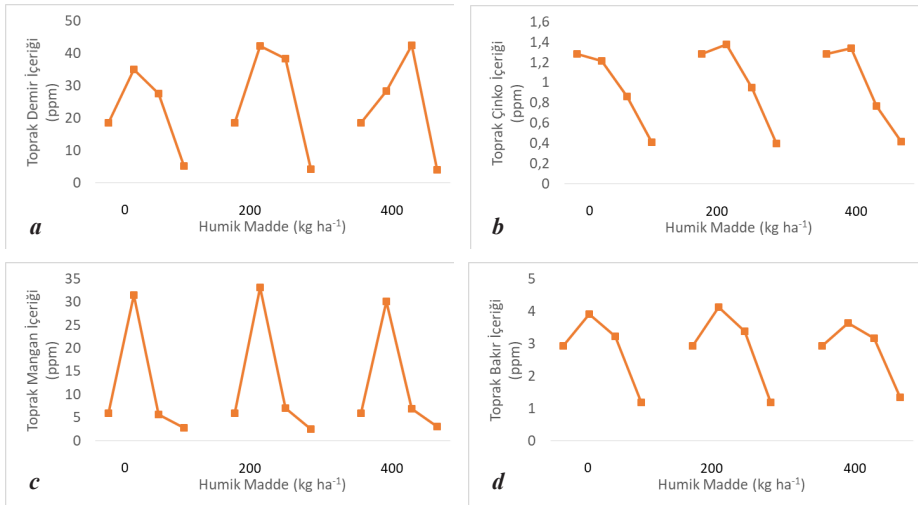
Şekil 1. Humik madde uygulamalarının toprak organik maddesi (%) (a) ve toprak pH'sı (b) üzerine etkisi

Humik maddenin toprak organik madde içeriğini yükseltmesi, birçok araştırmacının bulgularıyla örtüşmektedir (STEVENSON 1994; KARACA vd. 2006; GÜNEŞ 2007). Toprak verimliliği, sadece besin elementi içerikleri ile değil aynı zamanda içerdiği organik maddenin varlığına göre değişir. Organik maddenin temeli pasif fraksiyon olan humus kabul edilmekte ve humusun oluşumu sürekli devam eden bir süreç olmaktadır (GONZALEZ vd. 2003). Toprak pH'ındaki değişimlere bakıldığında pH seviyesindeki değişimlere humik madde uygulamalarının doğrudan etkisinin olmadığı, Ca, Mg ve K gibi bazı katyonların sömürülmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Üst üste pamuk yetiştirmek suretiyle toprağa her ne kadar potasyumlu gübre verilmiş olsa da, bitkinin bunu tükettiği görülmüştür. Elde edilen bulgular, humik madde uygulamasının pH'nın nötralizasyonu ile ilgili çalışmalarla çelişmektedir. YILMAZ (2007) humik maddelerin toprak pH'sını nötralize ettiğini ifade etmiştir. Burada önemli bir diğer husus kullanılan humik madde miktarıdır.



Şekil 2. Humik madde uygulamalarının toprağın toplam N (a), alınabilir P (b), değişebilir K (c), Ca (d), Mg (e) ve Na (f) içerikleri üzerine etkisi

Toprağın makro besin elementi içeriklerinde ki değişimler değerlendirildiğinde, humik madde uygulamalarına ait belirgin bir etki gözlenmemiştir (Şekil 2). Benzer şekilde toprağın mikro besin elementleri içeriklerinde de önemli bir bulgu saptanmamıştır (Şekil 3). İki yıl üst üste pamuk yetiştirildiğinde toprak besin elementlerinin tüketildiği, incelenen tüm besin elementlerinde görülmüştür. Çalışmanın birinci yılında pamuğun hasat döneminde bazı besin elementlerinde (N, Mg, Na, Fe, Mn, Cu, Zn) yükselmeler, bazılarında (P, K ve Ca) ise azalmalar olduğu belirlenmiştir. İkinci yılda ise Na dışında diğer tüm besin elementleri azalma eğiliminde olmuştur.



Şekil 3. Humik madde uygulamalarının toprağın yarayışlı Fe (a), Mn (b), Zn (c) ve Cu (d) içerikleri üzerine etkisi

Elde edilen bulguların, yapılan önceki çalışmalarla kısmen uyduğu, kısmen de çeliştiği görülmektedir. DORMAAR (1985) fasulye ve yumak otu ile yaptığı çalışmada uygulanan humik asit dozlarının bitki besin elementi içeriklerinde değişimlere neden olmasına rağmen, bitki besin elementlerinin alınımına etkisinin olmadığını bildirmiştir. KATKAT vd. (2006) yaptıkları çalışmada, uygulanan humik asidin topraktan kaldırdığı besin elementi miktarları üzerine etkilerinin değişken olduğunu ifade etmişlerdir. ŞEKER ve ERSOY (2005), humik asit uygulamalarının bitkinin K, Ca ve Mg alımlarını istatistiksel olarak önemsiz olmasına karşın azalttığını belirtmişlerdir. Öte yandan SÖZÜDOĞRU vd. (1996); ERDAL vd. (2000) ; BÜYÜKKESKİN (2008) gibi kimi araştırmacılar ise humik madde uygulamalarının toprakların besin elementi içeriklerine olumlu katkıları yaptığını bildirmişlerdir.

Sonuç

Bu çalışmada humik madde uygulamalarının toprak organik maddesi üzerine doğrudan olumlu katkıda bulunduğu sonucu elde edilmiştir. Toprak pH' sı ve besin elementi içerikleri konusunda doğrudan bir etkisinin olmadığı ancak dolaylı bir etkinin varlığı gözlenmiştir. Çalışmada her yıl en fazla 400 kg/ ha humik madde kullanılmış olmasının, beklenen doğrudan etkinin görünmesini zorlaştırdığı düşünülmektedir. Tarla şartlarında yürütülen bu çalışmanın daha yüksek dozlar da da sürdürülmesi gerektiği kanaatine varılmıştır. Ancak fiziksel ve kimyasal yapısı bozuk olan, bitki gelişiminin sınırlandığı topraklarda (tuzluluk, alkalilik, yaşlık, bor toksitesi vd.) humik madde uygulamasının yararlı etkilerinin olabileceği görülmüştür. Ayrıca humik madde içeren organik materyallerin organomineral gübre yapımında kullanılmasının faydalı olacağı görülmüş, organomineral gübre üretiminin ve kullanımının büyük ölçeklerle teşvik edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, lisansüstü tez çalışmasının bir bölümünden hazırlanmış ve ADÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

ANONİM (2017a) Annexes to the Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Laying Down Rules on the Making Available on the Market of Ce Marked Fertilising Products and Amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009. Erişim adresi: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/en/1-2016-157-en-f1-1-annex-1.pdf>. Erişim tarihi: 02.08.2017.

ANONİM (2017b) Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete Tarihi: 29.03.2014 Resmi Gazete Sayısı: 28956.

BLACK, C.A. (1965) Methods of Soil Analysis. Part 2, American Society of Agronomy Inc., Madisson, pp.1372-1376, Wisconsin, U.S.A.

BREMNER, J.M. (1965) Total Nitrogen. In: C.A. Black et al. (ed). Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9:1179-1237. Am.Soc.of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.

BÜYÜKKESKİN, T. (2008) "Hümik Asitin *Vicia faba* L. (Bakla) da Fide Gelişimine ve Alüminyum Toksisitesine Etkisinin Belirlenmesi", Doktora tezi, M.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- DORMAAR, J.F. (1985) Effects of Humic Substances from Chernozemic Ah Horizons on Nutrient Uptake by *Phaseolus vulgaris* and *Festuca scabrella*. Can, J., Soil Sci. 55:111-118.
- DURŞUN, A., GÜVENÇ, İ., TURAN, M. (1999) Improved Crop Quality by Nutrient Management. In: Macro and Micro Nutrient Contents of Tomato and Eggplant Seedlings and Their Effects on Seedling Growth in Relation to Humic Acid Application. (Anaç, D. and Martin-Prevel, P., Eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- ERDAL, İ., BOZKURT, M. A., ÇİMRİN, K.M. (2000) Hümik Asit ve Fosfor Uygulamalarının Mısır Bitkisinin (*Zea mays* L.) Fe, Zn, Mn ve Cu İçeriği Üzerine Etkisi, A. Ü. Z. F. Tarım Bilimleri Dergisi 6 (3) 91-96.
- GONZALEZ, MG., CONTI, ME., PALMA, RM, ARRIGO, NM. (2003) Dynamics of Humic Fractions and Microbial Activity Under No-Tillage or Reduced Tillage, as Compared with Native Pasture (Pampa Argentina) Biol Fertil Soils. 39:135-138.
- GÜNEŞ, A. (2007) Allüviyal Materyaller Üzerinde Oluşan Topraklarda Yetiştirilen Mısır Bitkisinin (*Zea Mays* L.) Verim ve Besin İçeriği Üzerine Organik ve Mineral Gübre Uygulamalarının Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Erzurum.
- JACKSON, M. (1958) Soil Chemical Analysis. P. 1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ, USA.
- KACAR, B. (1972) Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, II. Bitki Analizleri, A:Ü: Zir. Fak. Yayınları, 453.
- KARACA, A., TURGAY, O.C., TAMER, N. (2006) Effects of a Humic Deposit (gyttja) on Soil Chemical and Microbiological Properties and Heavy Metal Availability. Biol Fertil Soils (2006) 42: 585–592.
- KATKAT, A.V., AŞIK, B.B., TURAN, M.A., ÇELİK, H.(2006) Farklı Kireç Dozları ve Tuz Konsantrasyonlarında Artan Miktarlarda Toprakta ve Yaprakta Uygulanan Humik Maddelerin Mısır ve Buğday Bitkilerinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementleri İçeriği Üzerine Etkisi. Tübitak Proje No: TOVAG-105 0 345.
- LEE, Y.S., BARTLETT, R.J.(1976) Stimulation of Plant Growth by Humic Substances. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 876-879.
- LINDSAY, W.L., NORVELL, W.A. (1978) Development of DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn, and Cu. Soil Sci. Amer. Journal 42 421-428.
- LOBARTINI, J.C., ORIOLI, G.A., TAN, K.H. (1997) Characteristics of Soil Humic Acid Fractions Separated by Ultra Filtration. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 28(9&10) 787-796.

OLSEN, S.R., DEAN, L.A. (1965) Phosphorus (Ed. C. A. Black) Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy. Inc. Publisher Madison Wisconsin U.S.A.

ÖREN, Y., BAŞAL, H. (2006) Humik Asit ve Çinko (zn) Uygulamalarının Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Verim, Verim Komponentleri ve Lif Kalite Özelliklerine Etkisi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2006 3(2) 77 – 83.

ÖZKAN, İ., KAYA, T. (2002) Aydın İlinde Pamuğa Dayalı Sanayinin Bu Güncü Durumu ve Geleceği. Türkiye V. Pamuk, Tekstil ve Konfeksiyon Sempozyumu, (28-29 Nisan), pp.230-233, Diyarbakır.

SÖZÜDOĞRU, S., KÜTÜK, A.C., YALÇIN, R., USTA, S. (1996) Humik maddenin Fasulye Bitkisi Gelişimi ve Besin Maddeleri Alımı Üzerindeki Etkisi. A.Ü.Z.F. Yayınları No:1452, Bilimsel Araştırma ve İnceleme No:800, Ankara.

STEVENSON, F. J. (1982) Humus Chemistry. Wiley, New York.

STEVENSON, F.J. (1994) “Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions”, 2nd. Edition, John Wiley and Sons, Inc, New York s: 285.

ŞEKER, C., ERSOY, İ. (2005) Değişik Organik Gübreler ve Leonarditin Toprak Özellikleri ve Mısır Bitkisinin (*Zea mays* L.) Gelişimi Üzerine Etkileri. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 19 (35) 46-50.

YILMAZ, C. (2007) “Hüyük ve Fülvik Asit”, Hasad Bitkisel Üretim, Ocak, 260 74.

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM UYGULAMALARINDA YEM BİTKİLERİ

UĞUR BİLGİLİ

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, BURSA

Özet

Yem bitkileri hayvansal üretim sistemlerinin başarılı bir şekilde devam etmesi için gereklidir. Yem bitkileri, hayvansal üretim için ekonomik besin kaynağı olmasına karşın, toprak bütünlüğünü, suyun ve havanın kalitesini korumaya da yardımcı olurlar. Özellikle baklagil yem bitkilerinin ekim nöbeti ile ilgili; toprak kalitesini ve verimliliği artırma, toprak erozyonunu azaltma, yabancı otları önleme ve bitki hastalık döngüsünü durdurma gibi çok sayıda yararları bulunmaktadır. Baklagiller protein bakımından zengindir ve havanın serbest azotunu toprağa bağlamada, mineral azotlu gübrelemenin azaltılmasında organik ve sürdürülebilir tarımın geliştirilmesi bakımından vazgeçilmezdir. Bu bitkiler, yalnızca hayvan yemi olarak değil, aynı zamanda yeşil gübre bitkileri olarak da kullanılırlar.

Anahtar Kelimeler: Yem bitkileri, ekim nöbeti, azot bağlama, yeşil gübreleme.

FORAGE CROPS in SUSTAINBLE AGRICULTURAL PRACTICES

Abstract

Forage crops are essential for the successful operation of animal production systems. While forages are an economical source of nutrients for animal production, they also help conserve the soil integrity, water supply and air quality. There is a great deal of information about the benefits of including forage crops, especially forage legumes, in cropping systems. Forage crops improve soil quality and fertility, reduce soil erosion, suppress weeds, and help break plant disease cycles. Legumes are rich in protein and their ability to fix nitrogen from the air and to reduce the fertilization with mineral nitrogen makes them desirable for the development of organic and sustainable agriculture. Legumes are used not only for animal feed but also as catch crops for green manure.

Keywords: Forage crops, crop rotation, nitrogen fixation, green manuring.

Giriş

Yem bitkisi, hayvan yemi olarak yetiştirilen, ancak bunun yanında toprak ve suyu muhafaza etme, ekim nöbeti içerisinde kendinden sonra gelen ürünlerin verimini artırma özellikleri taşıyan, doğrudan doğruya veya sonradan yedirilmek üzere hasat edilerek kurutulan veya silajı yapılan bitkilere denir. Yem bitkileri çok farklı yönlerden sınıflandırılabilirler. Bunlar;

Botanik Yönden Sınıflandırma

Bu çalışmada sadece yem bitkilerinin botanik yönden sınıflandırmasının detaylarına yer verilecektir.

Baklagiller Familyasından Yem Bitkileri (Fabaceae=Leguminosae)

1. Yonca (*Medicago sativa*)
2. Korunga (*Onobrychis sativa*)
3. Fiğ (*Vicia sativa*)
4. Burçak (*Vicia ervilia*)
5. Macar fiği (*Vicia pannonica*)
6. Koca fiğ (*Vicia narbonensis*)
7. Yem bezelyesi (*Pisum arvense*)
8. Sarı çiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus*)
9. Ak üçgül (*Trifolium repens*)
10. Çayır üçgülü (*Trifolium pratense*)
11. Melez üçgül (*Trifolium hybridum*)
12. Kırmızı üçgül (*Trifolium incarnatum*)

Buğdaygiller Familyasından Yem Bitkileri (Poaceae=Gramineae)

1. Otlak Ayırığı (*Agropyron cristatum*)
2. Mavi ayrık (*Agropyron intermedium*)
3. Yüksek otlak ayırığı (*Agropyron elongatum*)
4. Kılçıksız brom (*Bromus inermis*)
5. Domuz ayırığı (*Dactylis glomerata*)
6. Çayır kelp kuyruğu (*Phleum pratense*)
7. Çokyıllık çim (*Lolium perenne*)
8. İtalyan çimi (*Lolium italicum*)
9. Koyun yumağı (*Festuca ovina*)
10. Kırmızı yumak (*Festuca rubra*)
11. Kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*)

Diğer Familyalardan Yem Bitkileri

1. Ispanakgiller (Chenopodiaceae) familyasından-Hayvan pancarı (*Beta vulgaris* ssp. *rapa*)

2. Şemsiye çiçekliler (Umbelliferae) familyasından-Hayvan havucu (*Daucus carotasp. sativa*)
3. Bileşikgiller (Compositae) familyasından-Yer elması (*Helianthu tuberosus*)
4. Kabakgiller (Cucurbitaceae) familyasından-Yem kabağı (*Cucurbita pepo convar. citrullinina*)
5. Gülgiller (Rosaceae) familyasından-Çayır düğmesi (*Sanguisor baminör*)
6. Haçlı çiçekliler(Cruciferae) familyasından-Yem şalgamı (*Brassica rapa*), Yemlik kolza (*Brassica napus olifera*)

İklim İstekleri Yönünden Sınıflandırma

- a) Serin mevsim yem bitkileri
- b) Sıcak mevsim yem bitkileri

Ömür Uzunlukları Yönünden Sınıflandırma

- a) Tek yıllık yem bitkileri
- b) İki yıllık yem bitkileri
- c) Çok yıllık yem bitkileri

Kullanım Amaçlarına Göre Sınıflandırma

- a) Yeşil yem bitkileri
- b) Kuru ot bitkileri
- c) Tane yemi bitkileri
- d) Yeşil gübre bitkileri
- e) Silaj bitkileri
- f) Yumru yem bitkileri

Yem Bitkilerinin Önemi

Yem bitkileri, hayvansal üretimin en önemli girdilerden birini oluşturan ucuz bir kaynak olması, hayvanların mide mikro florası için gerekli besin maddelerini içermesi, mineral ve vitaminlerce zengin olması, hayvanların üreme gücünü artırması ve yüksek kalitede hayvansal ürün sağlaması bakımından hayvan beslemede önemlidir (SERİN ve TAN, 2001). Yem bitkilerinin hayvan beslemedeki önemi dışında daha birçok faydaları bulunmaktadır. Bunlar:

1. Toprak ve su erozyonunu önlerler,
2. Baklagiller familyasından yem bitkileri köklerinde oluşturdukları nodozitlerdeki bakteriler aracılığıyla, havanın serbest azotunu toprağa bağlarlar,
3. Aynı zamanda toprağın derinlerindeki bazı besin elementlerini, toprağın üst tabakalarına taşıyarak kendinden sonra gelecek ürün için faydalı hale getirirler,

4. Yabancı otların gelişmesini engellerler,
5. Ekim nöbeti sistemi içerisinde toprak verimliliğini artırarak kendinden sonra gelen ürün verimini de arttırlar.
6. Yem bitkileri ekildikleri toprakları verimli hale getirmekle kalmaz, bırakmış oldukları kök ve toprak üstü artıkları ile toprağın organik madde miktarını ve böylece toprağın su tutma ve besin maddesi kapasitesini artırır.
7. Çim alan oluşturmada en çok kullanılan; çok yıllık çim, kırmızı yumak, çayır salkım otu, tavus otları, köpek dişi gibi türler buğdaygil yem bitkisi türleridir.
8. Yem bitkileri çayır meralar üzerindeki baskıyı azaltarak, bu doğal ot üretim alanlarımızın sürdürülebilir kullanımlarına yardımcı olurlar.

Gübreler, tarımsal üretim sonucu topraktan eksilen bitki besin maddelerini tekrar toprağa kazandıran ve toprağın verim gücünü artıran maddelerdir. Bitkilerde gübrelemenin amacı, toprakta eksikliği tespit edilen bitki besin maddelerini toprağa ilave etmek suretiyle, mümkün olduğu kadar yüksek bir bitkisel üretim ve kaliteli ürün elde etmektir. Türkiye’de toplam tarım alanlarında bir gerileme söz konusudur. Tarım alanları 2001 yılında 26.3 milyon hektar iken 2015 yılında 23.9 milyon hektara gerilemiştir. Ancak tarım alanlarındaki bu azalmaya karşın tüketilen kimyasal gübre miktarında bir artış söz konusudur. Tüketilen gübre miktarı 2007 yılında 5.1 milyon ton iken, 2016 yılında %16 artışla 5.9 milyon tona ulaşmıştır.

Sürekli mineral gübre kullanımı bazı sorunları beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan bazılarını şöyle sıralayabiliriz (KOZAK, 1996; COŞKAN, 2004; DOĞAN vd. 2006; GÖK vd. 2006). Bunlar;

- Nitrat ve nitrit gibi bileşikler, insan ve hayvanların sindirim sistemlerinde nitrozaminlere dönüşerek kanserojen etki yapmaktadır.
- Tarımsal ürünlerin dayanımları azalmakta, kaliteleri düşmektedir.
- N bağlayıcı bakteriler ölmekte ve toprak zayıflamaktadır.
- Bitkilerinin hastalık ve zararlılara olan direnci azalmaktadır.
- Aşırı miktarda tarım ilacı kullanılmasına neden olmaktadır.
- Azotlu bileşiklerin taban suyuna ve içme suyuna karışması çevre kirliliğine neden olmaktadır.
- Denitrifikasyon sonucu ortaya çıkan azot gazları küresel ısınmaya da neden olmaktadır
- Daha fazla gübre-daha fazla ilaç kısır döngüsüne girilmektedir.
- Bunların dışında, insanlarda sinir sisteminde bozukluklara, beyin fonksiyonlarının azalmasına ve hafıza kaybına, immün sisteminin ve troit bezinin zayıflamasına etkileri de bilinmektedir

Mineral azotlu gübrelerin üretimi ve kullanımı sırasında ortaya çıkan çevre sorunları nedeniyle; doğada azot bağlayıcı mikroorganizmalar, özellikle *Rhizobium spp.* bakterilerin baklagil bitkileri ile ortak yaşamı sonucu gerçekleştirilen biyolojik azot fiksasyonunun önemi gün geçtikçe artmaktadır (GÖK, 2009). Bitkilerin ihtiyaç duydukları azot, mineral gübrelerin toprağa verilmesi ile karşılandığı gibi, atmosfer azotunun bakterilerce toprağa bağlanması ile de karşılanabilmektedir. Bitkiler ve mikroorganizmaların çoğu atmosferde bulunan N gazından besin maddesi olarak yararlanamazlar. Ancak bazı mikroorganizma grupları serbest azot gazını redükte ederek amonyak formuna çevirirler. Bu olay biyolojik azot fiksasyonu olarak tanımlanmaktadır. Bitkiler ise nitrat (NO^{-3}) ve amonyum (NH^{+4}) iyonları halindeki azotu kullanabilirler.

Azot fiksasyonu genel olarak fide döneminde başlar ve vejetatif gelişme dönemi boyunca devam eder. Çiçeklenme döneminde azot fiksasyonu maksimuma ulaştığı ve bakla dolumuyla da hızla düştüğü belirtilmektedir (SPERT 1976, ANONYMOUS 1996, ADJEI vd. 2002, KROUMA ve ABDELY 2003, COŞKAN 2004, CHAU 2006).

Azot topraktan; hasat, yıkanma, erozyon, denitrifikasyon ve bitki artıklarının yakılması şeklinde uzaklaşmaktadır. Döngüde toprağa azot ilavesi kimyasal gübreler, organik atıklar, biyolojik fiksasyon ve yağışlarla olmaktadır.

Bu bilgiler ışığı altında toprak verimliliğinin korunması ve sürdürülebilirliği bakımından yem bitkilerinin önemi;

- a) Ekim nöbeti ve
- b) Yeşil gübre bitkisi, olarak ön plana çıkmaktadır.

a) Yem bitkilerinin ekim nöbeti bakımından önemi

Ekim nöbeti; aynı tarla üzerinde farklı kültür bitkilerinin belirli sıra dahilinde birbirini takip edecek şekilde yetiştirilmesine denir. Ekim nöbetinde asıl amaç toprağın üretkenliğinin sürdürülebilmesi ve birim alandan elde edilen verimin artırılmasıdır (TUĞAY, 1988; SENCAR vd. 1994). Ülkemiz toprakları genellikle organik madde yönünden fakir olduğu için, toprakların hem toplam azot içerikleri hem de fiziksel-kimyasal-biyolojik verimlilikleri oldukça düşüktür. Buna karşın bitkilerin azot gereksinimlerini karşılamak için toprağın azot miktarını artırmada önemli rolü olan baklagillerin ekim nöbetine konması gerekmektedir (GÖK ve SAĞLAMTİMUR 1991). Özellikle tahıl-nadas sisteminin uygulandığı kurak alanlarda, toprağa eklenen organik madde miktarı çok azdır. Yem bitkileri, toprağa bol miktarda organik madde sağlayan bitki gruplarının başında gelir. Örneğin üçgül türlerinin yer aldığı 3-5 yıllık ekim nöbeti sistemlerinde, topraktaki organik madde ve azot oranının yıldan yıla arttığı belirlenmiştir (AÇIKGÖZ 2001). Derin kök sistemine sahip baklagil bitkileri toprağı iyi gölgelediklerinden ve C/N oranı 13/1 olduğundan parçalanma orta şiddette olur. Tahıl artıklarının C/N oranı

80/1- 90/1 arasında bulunduğundan toprakta ayrışmaları yavaş olmakta ve çok uzun zaman (6-12 ay) almaktadır. Pancar ve patates gibi çapa bitkilerinin C/N oranı 29/1 olup, toprağa az kalıntı bırakırlar ve daha çok humus sömürücüdürler.

Yem bitkilerinin ekim nöbetindeki etkinliklerini ve önemini maddeler halinde aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz (SOYA vd. 2005).

- Toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzeltirler,
- Toprağı organik maddece zenginleştirirler,
- Yağış rejimine uymayı kolaylaştırırlar,
- Doğayı korurlar, toprağın su ve rüzgarla taşınmasını önlerler,
- Topraktan üst düzeyde verim alınmasına olanak tanırırlar,
- Drenaja yardımcı olurlar,
- Topraktan yararlanmayı sürekli kılarırlar,
- Ekonomik ve doğal koşullardan oluşabilecek zararları önlerler,
- Zararlılarla savaşta ve toprak yorgunluğunu gidermede önemli etkinlikler yaratabilirler,
- İşletmelerde iş gücünün yıl içerisinde dağılımına yardımcı olurlar,
- Evcil ve yabani hayvanlar için çok değerli yem kaynağıdırılar.

Belçika'da yapılan bir çalışmada, yağışın yeterli olması durumunda fiğ-buğday ekim nöbeti sisteminde verimin buğday-buğday'a göre %16 ile %18 daha fazla olduğu belirtilmiştir (FRANKINET vd. 1979). LOPEZ BELLIDO, (1998) baklagil-buğday ekim nöbetinde nadas-buğday sistemine göre daha yüksek tane verimi ve ham protein oranı elde edildiğini belirtmişlerdir. Ekim nöbetine baklagillerin girmesi ile buğdayda fazla verim ve ham protein oranının buğday-buğday ekim sistemine göre arttığı ve azotlu gübre ihtiyacının azaldığı tespit edilmiştir (ANDERSON vd.1997, DALAL vd. 1998).

TISDALE ve NELSON (1982), adi fiğ-mısır ekim nöbetinde mısırdan 489 kg/da tane verimi alındığını, buna karşın adi fiğin yer almadığı parsellerden elde edilen tane veriminin 163 kg/da'da kaldığını tespit etmişlerdir. KARA vd. (2005) yaptıkları çalışmada buğday tanesindeki en yüksek protein oranının, fiğ ve fasulyeden sonra ekilen buğdaylardan elde edildiğini bildirmişlerdir. GÜL vd. (2008) baklagillerin ön bitki olarak kullanıldığı çalışmalarında baklagillerin mısır için çok iyi bir ön bitki olduğu ve mısırın kuru madde verimini artırdığı ve mısırın azot ihtiyacını azalttığını bildirmişlerdir.

b) Yem Bitkilerinin Yeşil Gübre Bitkisi Olarak Önemi

Yeşil gübre esas olarak toprakta gerekli organik maddeyi sağlamak amacıyla yetiştirilen bitkilerin, gelişmelerinin belli bir devrelerinde ve henüz yeşil halde iken

sürülerek toprak altına getirilmesidir. Ülkemizde ve dünyada, yeşil gübre bitkileri temel olarak;

- 1) Esas Bitki,
 - 2) Alt Bitki,
 - 3) Anıza Ekim Bitkisi olarak yetiştirilmektedir.
- 1) **Esas Bitki:** Yeşil gübreleme yapılacak tarlada o vejetasyon periyodunda sadece yeşil gübre bitkisinin yetiştirilmesidir. Ülkemizde nadasa bırakılan yerler için düşünülebilir. Fakat bu sistemde yeşil gübre bitkisinin en geç ilkbahar sonunda toprağa gömülmesi gerekir. Aksi takdirde parçalanma için yeterli su bulamaz ve sonbahar ekimlerinde problemler doğar.
 - 2) **Alt Bitki:** Yeşil gübre bitkisinin alt bitki olarak yetiştirilmesi özellikle 600 mm'nin üstünde bol yağış alan ve özellikleri iyi olan topraklarda çok iyi olmaktadır. Bu sistemin uygulanmasında su ve toprak özellikleri yanında bitki tesiri olarak üst bitkinin gelişme süresinin de dikkate alınması ve seçilecek üst bitkinin gelişmesini mümkün olduğu kadar çabuk tamamlayarak tarlayı en kısa zamanda terk etmesi gerekir.
 - 3) **Anıza Ekim Bitkisi:** Esas bitkinin hasadından sonra anız üzerine yeşil gübre bitkilerinin ekiminin yapıldığı bir sistemdir. Ekilecek bitkiye göre sonbahar veya ilkbaharda toprağa karıştırılır.

Yeşil gübrelemede baklagil yem bitkilerinin seçilmesi en uygundur. Yeşil gübre bitkileri yaklaşık olarak % 10 çiçeklendikleri dönemde pullukla sürülerek toprağa gömülür ve toprakta çürümeleri sağlanır. Yeşil gübre bitkisi olarak yetiştirilen bitkiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yeşil gübre bitkileri (KACAR ve KATKAT 1999).

Baklagil Bitkileri	Baklagil olmayan bitkiler
Yonca	Çavdar
Çayır üçgülü	Yulaf
Taş yoncası	Arpa
Soya fasulyesi	Darı
Kanada yem bezelyesi	Karabuğday
Yem börülcesi	Buğday
Kırmızı üçgül	Çim
Japon üçgülü	Sudan oto
Yabani tüylü fiğ	Hardal
Avusturya bezelyesi	Kolza

Baklagillerin yeşil gübre olarak tercih edilme nedeni, köklerinde bulunan nodüller yardımıyla havadaki serbest azotu organik formda toprağa bağlayarak toprağa azot kazandırmasıdır. Baklagiller dışında yeşil gübre olarak kullanılan bitkiler de vardır. Ancak bunlar toprağa havanın azotunu bağlama özelliğine sahip değildir (EKİCİ 2004).Yeşil gübreler; toprağa ekilecek yeni ürünün yararlanabileceği azot ve diğer besin maddeleri yönünden katkıda bulunurlar. Toprağa organik madde ve azot kazandırarak toprağın verimlilik gücünü artırır, toprağı erozyondan korurlar,toprağın fiziksel şartlarını düzelterek bitkilerin besin elementlerinden daha fazla yararlanmalarını sağlarlar, yıkanmayı önleyerek besin maddelerinin birikmesini kolaylaştırır ve toprak tavını koruyarak topraktaki biyolojik faaliyeti artırır. Bu gibi bitkiler, kendilerinden sonra ekilecek ürünlerin veriminde yüzde 100 artış sağlayabilirler (ATALLAH and LOPEZ-REAL, 1991; JIAO 1983). Yetiştirildiği yörenin iklim koşullarına göre değişmekle birlikte, genellikle yeşil gübre bitkileri toprağa karıştırıldıktan 2-3 hafta sonra yetiştirilecek bitkinin ekimi yapılmalıdır. Killi topraklarda 5-15 cm,hafif kumlu topraklarda ise 10-20 cm toprak derinliğine karıştırılarak uygulanmalıdır (ER ve BAŞALMA 2008).

CEYLAN vd. (2013) çalışmalarında yeşil gübre uygulamaları ile toprak organik madde içeriğinin önemli derecede arttığını belirtmişlerdir. Deneme topraklarında koca fiğ parselinde % 25 organik madde artışı kaydetmişlerdir. SNAPP vd. (2002), Güney Afrika'da, sınırlı imkanlar nedeniyle gübrelenemeyen alanlarda yapılan mısır üretiminde elde edilen verimin çok düşük olduğunu ancak sisteme bir baklagil yeşil gübre bitkisi dahil edilmesi halinde 1 dekar toprağa 50 kg'a kadar azot kazandırılabilceğini rapor etmişlerdir.Yeşil gübrelemede bitki türüne göre toprağa bağlanan azot miktarları Çizelge 2'de,dünyada farklı ekosistemlerde biyolojik N fiksasyonu ile kazanılan tahmini azot miktarları ise Çizelge 3'de yer almaktadır.

Çizelge 2. Yeşil Gübrelemede Bitki Türüne Göre Toprağa Bağlanan Azot Miktarları (ANONYM 2006).

Ürün	Kazanç (kg N/da/yıl)
Yonca	24
Mercimek	13
Fiğ	10
Bezelye	9
Soya fasulyesi	7

Çizelge 3. Dünyada Farklı Ekosistemlerde Biyolojik N2-Fiksasyonu ile Kazanılan Tahmini Azot Miktarı (GÖK vd. 2001).

Ürün	(milyon ton/yıl)
Baklagiller	75
Çeltik	7
Baklagil olmayan diğer bitkiler	8
Okyanus ve denizler	28
Orman, çayır ve benzeri alanlar	57
Toplam	175

Yeşil gübreleme ile toprağa organik materyalin uygulanması, toprak mikroorganizmalarına besin kaynağı sağlanması nedeniyle, toprakta mikroorganizmaların nicelik ve işlevleri üzerine olumlu etki yapar. Yeşil gübrelemede baklagillerle toprağa sağlanan besin maddeleri miktarı Çizelge 4'te verilmektedir.

Yeşil gübreleme ile yetiştirilen bitkiler toprağın derinliklerinden aldıkları bitki besin elementleri ile toprağın üst kısımlarının verimli hale gelmelerine yardımcı olurlar. Yeşil gübre bitkileri toprak yüzeyini çeşitli etkenlere ve özellikle erozyona karşı korurlar. Bir bitkinin amaca uygun yeşil gübre bitkisi olabilmesi için hızlı gelişmesi, bol miktarda vejetatif organ oluşturması ve verimsiz topraklarda bile iyi gelişebilmesi gerekir.

Çizelge 4. Yeşil Gübrelemede Baklagillerle Toprağa Sağlanan Besin Maddeleri Miktarı (kg/da) (ATİLLA 1999).

Bitki, ot olarak	Ürün, kg	Azot		Fosfor		Potasyum	
		Üst	Kök	Üst	Kök	Üst	Kök
Börülce	182,6	10,6	2,5	2,2	0,7	7,6	1,5
Soya fasulyesi	213,1	8,4	1,5	2,4	0,6	8,5	1,6
Soya fasulyesi	253,7	18,5	1,0	4,7	0,2	12,217,1	0,7
Bakla	194,3	19,2	3,6	3,4	0,7	18,3	2,2
Fiğ	243,5	17,1	3,0	4,1	0,8	17,0	2,5
Çayır Üçgülü	253,7		4,9	3,6	1,5		3,6

Ancak yağışı az olan bölgelerde zaten sınırlı olan su, yeşil gübre bitkisi tarafından da kullanılacağı için esas bitkinin su güçlüğü çekme riski bulunmaktadır. Ayrıca toprakta suyun az bulunması nedeniyle yeşil gübre bitkisinin toprakta ayrışması da uzun zaman alacaktır. O nedenle kurak bölgelerde yeşil gübrelemede de dikkatli olunmalıdır.

Çizelge 5. Baklagil bitkilerine uygun *Rhizobium* türleri

Bitki Grubu	Bakteri Grubu	Bitki
Yonca Grubu	<i>R. meliloti</i>	Taş yoncası, yonca
Üçgül Grubu	<i>R. trifoli</i>	Üçgüller
Bezelye Grubu	<i>R. leguminosarum</i>	Bezelye, fiğ, mercimek
Fasulye Grubu	<i>R. phaseoli</i>	Fasulyeler
Bakla Grubu	<i>R. lupini</i>	Bakla, sardelle
Soya Grubu	<i>R. japonicum</i>	Soya fasülyesi
Börülce Grubu	<i>R. cowpea</i>	Hayvan börülcesi, yer fıstığı, akasya

Yeşil gübreleme, toprakların organik maddesini artırmak koşuluyla uygun olmayan fiziksel ve biyolojik özelliklerini iyileştirmektedir. Ancak kullanılan yeşil gübre bitkisinin baklagil olması durumunda toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirici etkinin dışında, köklerinde simbiyotik olarak yaşayan *Rhizobium* bakterileri aracılığıyla havanın azotunun toprağa kazandırılması da söz konusu olmaktadır. Baklagil bitkilerine uygun *Rhizobium* türleri Çizelge 5'te yer almaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Türkiye'de kültür bitkilerine ve toprak özelliklerine göre değişmekle beraber ortalama mineral azot kullanımı 150-200 kg/ha'dır. Buna karşın kullanımı çevreye üretim açısından daha fazla avantaj sağlayan yeşil gübreleme yeterince yaygın değildir. Azot fiksasyonunda rol oynayan mikroorganizmalar, mineral azot girdisini azaltarak hem daha ucuz yolla toprağa azot kazandırmakta, hem de mineral azotun sebep olabileceği sorunları en aza indirmektedir. Baklagillerle toprağa fikse edilen azot miktarı yılda 70-300 kg/ha'dır. Sıcak iklim kuşağında yeşil yem bitkileri toprağa yılda 200 kg/ha azot bağlarken tropik ve subtropik iklimlerde 100 kg/ha azot bağlamaktadır.

Mineral gübre kullanımının çok yönlü olumsuz etkilerinden dolayı tarımsal üretimde verim artışı sağlayacak, buna karşın yan etkileri minimum düzeyde olan alternatifler geliştirilmeli ve üreticilere sunulmalıdır. Yeşil gübrenin sahip olduğu avantajlardan dolayı; kullanımının yaygınlaştırılması teşvik edilmelidir. Yeşil

gübreler arasında azot fiksasyonu bakımından daha üst sıralarda yer alan baklagil yeşil gübre bitkileri kullanımda tercih edilmelidir. İnsanların yaşamlarını sürdürmesi için tarımsal faaliyetler gerçekleştirmeleri kaçınılmaz ve gerekli olmakla birlikte; su, toprak ve havanın kirletilmemiş olması da son derece önemlidir. Bu amaçla; tarımsal üretimde çevre üzerinde zararlı etki oluşturan yöntem ve araçların yerine, zararsız veya daha az zarar verenlerin kullanılması tercih edilmelidir.

Kaynaklar

AÇIKGÖZ, E. (2001) Yem Bitkileri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, No: 182, Bursa, 410 s

ANDERSON, W.K., SHACKLEY, B.J., SAWKINS, D., BRAUN, H.J, ALTAY, F., KRONSTAD, W. E., BENIWAL, S.P.S., McNAB, A. (1997) Grain Yield and Quality. Proceedings of the 5 th. International Wheat Conference, Ankara, Turkey, 10-14 June 1996, 249- 254

ANONİM (2006) Gübreler. Rehber Ansiklopedisi 2.

ATALLAH, T. AND LOPEZ-REAL, J. (1991). Potential of green manure species in recycling nitrogen, phosphorus and potassium. Biological Agriculture & Horticulture, 8:53{65.

ATİLLA, A. (1999). Yeşil Gübreleme. Ekolojik Tarım. Ekolojik Tarım Eğitimi Ders Notları, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir, 60-78

COŞKAN, A. (2004) Anız Yakımı ve Tütün Atığı Uygulamalarının SoyaVejetasyonu Altında Toprakta Azot Mineralizasyonuna, Denitrifikasyona ve Dane Verimine Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Anabilim Dalı.Doktora Tezi. ADANA.

COŞKAN, A., İŞLER, E., KÜÇÜKYUMUK, Z., ERDAL, İ. (2009) Isparta Koşullarında Soyada Bakteri Aşılmasının Nodülasyona ve Dane Verimine Etkisi.Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 4 (2): 17-27, 2009 ISSN1304-9984.

DALALI, R.C., STRONG, W. M., WESTON, E. J., COOPER, J. E., WILDERMUTH, G. B., LEHANE, K. J., KING, A. J., HOLMES, C.J. (1998) Sustaining Productivity of a Vertisol at Warra, Queensland, with Fertilisers, No-Tillage, or Legumes. 5th. Wheat Yields, Nitrogen Benefits and Water-UseEfficiency of Chickpea- Wheat Rotation. Aust. J. Exp. Agr., 38(5): 489-501.

DOĞAN, K., GÖK, M., COŞKAN, A. (2006). Denitrification Rated Soil Respiration with Respect to Organic Substrate Applications. Proceedings of the International Workshop for the Research Project on the Impact of Climate Changes on Agricultural Production System in Arid Areas (ICCAP), Kyoto, Japan, Marc 9-10,2006

EKİCİ, Y. (2004) Toprağın Gıdası , Organik Atıklar Adlı Makale Buğday Ekolojik Yaşam Kapısı

FRANKINET, M., RIXHON, L., CROHAIN, A. (1979) Tillage or No Tillage, Depth of Ploughing, Consequences on Yields. Proceedings of the International Soil Tillage Research Organization, ISTRO (8th Conference), Volume I, 45-50.

GÖK, M., SAĞLAMTİMUR, T. (1991) Çeşitli Yeşil Gübre Bitkilerinin Toprağın N İçeriğine Etkisi. TİD. 11. Bilimsel Toplantısı, Yayın No. 6, S. 391-401.

GÖK, M., MARTIN, P. (1993) Farklı Rhizobium Bakterileri ile Aşılamanın Soya,Üçgül ve Fiğde Simbiyotik Azot Fiksasyonuna Etkisi. Doğa-Tr. J. of Agriculture and Forestry 17, 753-761.

GÖK, M., SAĞLAMTİMUR, T., COŞKAN, A., İNAL, İ., ONAÇ, I., TANSI, V. (2001) Organik ve Mineral Gübrelemenin Tarla Koşullarında Toprakta Azot Transformasyonuna ve Denitrifikasyonla Azot Kaybına Etkisi. Kesin Sonuç Raporu, Proje No:TARP-1785, TÜBİTAK.

GÖK, M., DOĞAN, K., COŞKAN, A. (2006) Effects of Divers Organic Substrat Application on Denitrification and Soil Respiration Under Different PlantVegetation in Çukurova Region. International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture. April 4-8, 2006,Adana-Turkey.

GÖK, M., (2009). Ekolojik Tarım Ders Notları Bölüm 2, Çukurova Üniv. Adana Güleç, H., Karaman, M. R., 2004. Tarımsal Sistemde Potansiyel Azot Kazancı ve Azot Dengesi. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Cilt:1,663-671.

GÜL, İ., YILDIRIM, M., AKINCI, C., DORAN, İ., KILIÇ, H. (2008) Response of Silage Maize (*Zea mays* L.) to Nitrogen Fertilizer After Different Crops in a Semi Arid Environment. Turk J Agric. and For. 32: 513-520.

KACAR, B., KATKAT, A.V.(1999). Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:144, VıpaşYayın No: 20, Bursa.

KARA, K., ÇALDAR, Ö., DORU, Ü., ÖZTÜRK, E., POLAT, T. (2005) Sulu Şartlarda Buğday İçin Uygun Olan Ön Bitkilerin Belirlenmesi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül, Antalya Cilt I, Sayfa 143-148.

KOZAK, B., (1996) Örtü Altı Domates Yetiştiriciliğinde Organik Gübreleme ve Mineral Gübrelemenin Ürün Kalitesiyle Bazı Hastalıklara Etkisi,Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi,S.1, Adana.

LOPEZ BELLIDO, L.,FUENTES, M., CASTILLO, J.E., LOPEZ GARRIDO, F.J. (1998) Effects Tillage, Crop Rotation and Nitrogen Fertilization on Wheat-Grain Quality Grown Under Rainfed Mediterranean Conditions. Field Crops Res., 57(3): 265-276.

- SENCAR, Ö., GÖKMEN, S., KANDEMİR, N. (1994) Tarla Bitkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 3, 302 s, Tokat.
- SERİN, Y., TAN, M., 2001. Baklagil Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 190, 177 s.
- SNAPP, S. S. , ROHRBACH, D. D., SIMTOWE, F., FREEMAN, H. A. (2002) Sustainable Soil Management Options for Malawi: Can Small Holder Farmers Grow More Legumes Agriculture, Ecosystems and Environment, 91:159-174.
- SOYA, H., ULUSOY, Ö., KIR, B., DEMİROĞLU, G. (2005) Sorgum Sudano-tu Melezinde Değişik Azotlu Gübreler ve Veriliş Zamanlarının Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya, 907-912.
- TUĞAY, M.E. (1988). Tarla Tarımı. Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:4, 200 s, Tokat.

TÜRKİYE'DE KOMPOST ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ ve YASAL DÜZENLEMELER

OSMAN YALDIZ¹ RECEP KÜLCÜ²

¹Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya

²Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Isparta

Özet

Kompostlaştırma, organik atıkların aerobik mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılması ve bu işlem sonucunda toprak düzenleyici ve gübre değeri olan bir ürünün üretilmesi işlemidir. Kompostlaştırma sırasında organik materyaller içerisindeki bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından kullanılabilirliği artmakta ve açığa çıkan ısı enerjisiyle ürün pastörize edilmektedir. Kompost, topraklarda organik madde seviyelerinin yükseltilmesi, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin düzenlenmesi ve bitki besleme gibi amaçlarla tarımsal üretim, erozyonla mücadele ve peyzaj düzenlemeleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Türkiye'de kompost üretimi 3 farklı amaçla gerçekleştirilmektedir. Bu amaçlar tarımsal gübre üretmek, kentsel atıkların bertarafını sağlamak ve mantar yetiştirme ortamı oluşturmaktır. Kentsel atıkların bertarafı için kurulan kompostlaştırma tesisleri genellikle kar hedefi olamayan, önceliği atık kütlesi ve hacminin azaltılması ve patojen mikroorganizmaların pastörizasyonu olan tesislerdir. Tarımsal gübre ve mantar yetiştirme ortamı üretilen tesisler ticari önceliklerle kurulmuş kompost tesislerdir. Ülkemizde tarımsal amaçlı lisanslı kompost üretimi 1988 yılında başlamıştır. Bu yıllarda ne sektör ne de yasa hazırlayıcılar kompostlaştırma işlemine ve teknolojisine tam olarak hâkim değildiler. Bu nedenle ilk kurulan kompost tesislerinde, mikrobiyolojik işlem doğru yönetilemiyordu ve kompost yerine kurutulmuş ürün üretiliyordu. Ancak ülkemizde kompostlaştırma sektörü 2000'li yıllardan itibaren büyük bir ivme kazandı, üretim kapasiteleri arttı, yasal düzenlemelerle sektörün standartları oluşturuldu. Sektördeki büyüme ve yasal düzenlemeler günümüzde sektörü teknolojik altyapısını yükseltmeye zorlamaktadır.

Bu çalışmada ülkemizde kompostlaştırma sektörünün gelişimi, yasal düzenlemelerdeki değişiklikler ile üretim teknolojilerindeki gelişmeler ve sorunlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kompost, kompost teknolojisi, yasal düzenlemeler.

COMPOST PRODUCTION TECHNOLOGIES and LEGAL REGULATIONS in TURKEY

Abstract

Composting is the process of digesting organic wastes by aerobic microorganisms and producing a product that is soil-regulating and organic fertilizer. During composting, the usability of plant nutrients in organic materials increases and the product is pasteurized by the heat energy that is released. Compost is used to regulate the physical and chemical properties of soils, to combat erosion and to feed plants.

Compost production in Turkey occurs for 3 different purposes. These aims are to produce agricultural fertilizers, to provide the disposal of urban wastes and to create a mushroom growing media. Composting facilities for urban wastes are generally not profit targets, priority is to reduce waste mass and volume, and pasteurization of pathogenic microorganisms. Agricultural fertilizers and mushroom growing facilities are commercial priority compost plants. Compost production licensed for agricultural purposes in our country began in 1988. In these years neither the sector nor the legislator was fully dominant in the composting process and technology. For this reason, in the first compost plants, the microbiological process could not be managed properly and the dried product was produced instead of the compost. However, the composting sector in our country has gained momentum since 2000, the production capacities have increased, and the legal standards have set the sector standards. Growth and legal regulations in the sector today are pushing the sector to upgrade its technological infrastructure.

In this study, the development of the composting industry in our country, the changes in legal regulations and the changes and problems in production technologies are evaluated.

Keywords: Compost, composting technology, legal regulations.

Giriş

Ülkemizde ve dünyada nüfusun hızlı artışına, sanayi ve tarım sektöründeki gelişmelere paralel olarak atık miktarları da artmaktadır. Atıkların yönetimi çevre ve insan sağlığı için büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilir atık yönetimi yaklaşımı içerisinde atıklar işe yaramayan materyaller olarak değil, doğaya ve ekonomiye kazandırılması gereken hammaddeler olarak görülmektedir. Bu yaklaşımla atıkların geri dönüşümü ve değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Tarımsal atıklar da bu yaklaşım içerisinde doğaya ve ekonomiye kazandırılması gereken materyallerdir. Tarımsal üretimden açığa çıkan atıklar, bitkisel ve hayvansal kökenli atıklardır. Bitkisel atıklar Karbon, hayvansal atıklar ise Azot

içerikleri açısından zengindirler. Ülkemizde hayvansal üretim sonrasında yılda yaklaşık 160 milyon ton gübre ve bitkisel üretim sonrasında yaklaşık 12.8 milyon ton organik atık açığa çıkmaktadır (BAŞÇETİNÇELİK vd. 2006).

Dünyada tarımsal atıkların değerlendirilmesinde kompost ve biyogaz teknolojileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Her iki işlemde mikroorganizmalar aracılığıyla gerçekleştirilmekte fakat farklı kullanım amaçları bulunmaktadır. Biyogaz işlemi organik atıkların oksijensiz (anaerob) şartlarda fermente edilerek yanıcı bir gazın (CH₄) üretildiği bir işlemdir ve hedefi enerji üretmektir. Kompostlaştırma ise organik atıkların oksijenli şartlar altında (aerob) mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılması işlemidir. Bu işlem sonucunda organik atıklardan toprak düzenleyici ve gübre değeri olan bir ürün elde edilmektedir (SÖNMEZ 2012; SARANGI and LAMA 2013).

Ülkemizde kentsel ve tarımsal atıkların değerlendirilmesinde kompostlaştırma işlemi yetersiz bir oranda da olsa kullanılmaktadır. Kentsel organik atıklardan kompost üreten 4 tesis bulunmaktadır. İzmir, Antalya, Denizli ve İstanbul'da bulunan bu tesislerde organik atıklardan aerob şartlarda kompost üretimi gerçekleştirilmektedir. Antalya ve İstanbul'da bulunan kompost tesisleri etkin olarak çalışmakta ve üretilen kompost ağırlıklı olarak peyzaj düzenlemelerinde kullanılmaktadır. Antalya GATAB (Güney Antalya Turizmi Geliştirme ve Altyapı İşletme Birliği) tarafından işletilen kompost tesisinden üretilen kompostun bir kısmı bölgedeki seralarda ve diğer tarımsal uygulamalarda da kullanılmaktadır.

Tarımsal organik atıklar hayvancılık ve bitkisel üretim faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde bitkisel kaynaklı organik atıklar kontrolsüz olarak yakılmakta veya alıcı ortamlara bırakılmaktadır. Hayvansal atıklar (büyük oranda hayvan dışkıları) ise kontrolsüz yığınlar haline getirilmekte ve büyük oranda anaerobik ve uzun süren ayrıştırma işlemi sonrasında tarımsal alanlarda organik gübre olarak kullanılmaktadır. Kontrolsüz anaerobik yığınlardan metan gazı oluşumu nedeniyle küresel ısınmanın sorumlusu olarak kabul edilen sera gazı emisyonu açığa çıkmakta, uzun süren ayrışma ve yıkanma yoluyla bitki besin elementleri kaybolmakta ve mikrobiyolojik dezenfeksiyon sağlanamamaktadır (KÜLCÜ ve YALDIZ 2004).

Kompostlaştırma Sistemleri

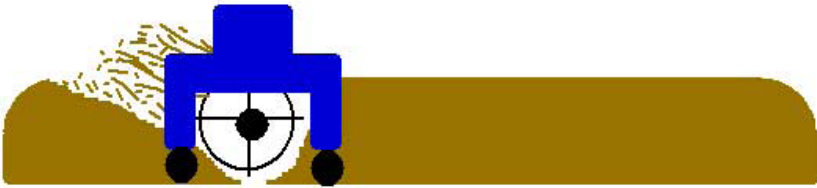
Kompostlaştırma sistemleri temel olarak açık ve kapalı sistemler olarak ayrılmaktadır. Açık sistemlerde kompostlaştırma işlemi namlu halinde hazırlanmış yığınlarda gerçekleştirilmektedir. İşlem süresince aerob mikroorganizmaların ihtiyacı olan oksijen, statik sistemlerde fanlar tarafından hava üflenerek, karıştırılmalı yığın sistemlerinde ise yığın karıştırıcılarla periyodik karıştırma yapılarak sağlanmaktadır. Kapalı sistemlerde işlem ortam şartlarından izole edilmiş hacimler içerisinde gerçekleştirilmektedir. Uygulamada yaygın olarak kullanılan kompostlaştırma sistemleri (HAUG, 1993; RYNK vd., 1992);

- Karıştırmalı yığın,
- Statik yığın (Doğal havalandırma),
- Statik yığın (Zorlamalı havalandırma),
- Konteynır sistemleri,
- Tünel tipi sistemler,
- Dönen tambur tipi olarak sıralanabilir.

Kapalı sistemlerde işlem başarısı ve pastörizasyon etkisi oldukça yüksektir. Ancak kapalı sistemlerin yatırım ve işletme maliyetleri yüksektir. Kapalı sistemler, pastörizasyon etkisinin tarımsal atıklardan daha önemli olduğu arıtma çamurları ve koku kontrolünün önemli olduğu kentsel atıkların kompostlaştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarım sektöründe kapalı sistemler mantar kompostu üretiminde tercih edilmektedir. Tarımsal gübre ve/veya toprak düzenleyici ürün olarak kompost üretiminde büyük oranda açık sistemler kullanılmaktadır. Ülkemizde tarımsal kompost üretiminde genellikle karıştırmalı sistemlerin kullanıldığı bilinmektedir. Proses başarısı düşük olmasına rağmen karıştırmalı sistemlerin tercih edilmesinin en önemli nedeni, statik yığın sistemlerinin ihtiyaç duyduğu işlem kontrol ve komuta düzenlerinin yurt dışından ithal ediliyor olmasıdır (KÜLCÜ 2013).

Karıştırmalı yığın sistemleri

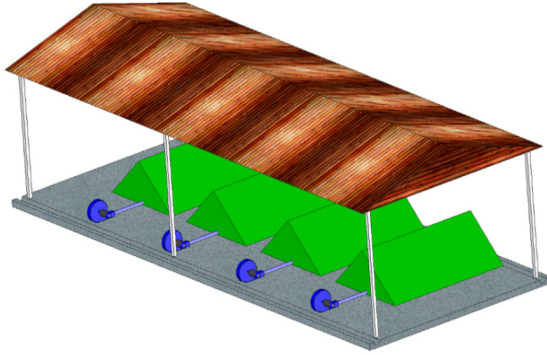
Karıştırmalı yığın sistemlerinde, ön işlemlerde kompostlaştırma için uygun özellikler kazandırılan materyaller yığınlar haline getirilir ve oluşturulan yığınlar belirli periyotlarla karıştırılarak havalandırılmaları sağlanır. Karıştırma işleminde traktörden hareket alan karıştırıcılar veya kendi yürür karıştırıcılar kullanılmaktadır. Karıştırma işleminin periyodu materyalin özelliklerine, teknik ve ekonomik imkânlarla bağlıdır. Yapılan araştırmalar bu periyodun 3-5 gün olmasının işlem açısından uygun olduğunu göstermiştir (DIAZ vd. 1993). Karıştırma işlemi sırasında materyal boyutları küçülür ve karışımın daha homojen hale gelmesi sağlanır (*Şekil 2*).



Şekil 2. Yığınların karıştırılması

Statik yığın sistemleri

Statik yığın sistemlerinde, ön işlemlerden geçirilmiş materyaller biyolojik işlem aşamasında, işletmenin ve sistemin özelliklerine göre yığınlar haline getirilirler. Yığınlar genellikle üçgen veya trapez kesitlidirler. Yığınlar havalandırılma şekillerine göre zorlamalı havalandırılmalı ve doğal konveksiyonlu olarak adlandırılırlar (HAUG 1993). Doğal konveksiyonlu sistemlerde materyallerin havalandırılması için herhangi bir mekanizasyon uygulaması yapılmaz, kompostlaştırma işleminde oluşan ısı ile yığınların kendiliğinden havalanması sağlanır. Zorlamalı havalandırılmalı sistemlerde ise yığınların havalandırılmasında aspiratör veya vantilatörler kullanılmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Statik yığın tipi kompostlaştırma sistemi

Karıştırmalı yığın tipi tesislerde, oksijen desteği karıştırma periyoduna bağlıdır ve pratikte haftada iki kere karıştırma yapılır. Bu karıştırma sonucunda sağlanan oksijen ise kısa sürede mikroorganizmalar tarafından tüketildiği için kompostlaşma süreci daha uzun ve proses sıcaklığı düşük olmaktadır. Statik yığın tipi tesisler; mikroorganizmalar için gerekli olan oksijen desteğinin sürekli olarak sağlanması ve sistemin otomasyona açık olması nedeniyle dünyada hızla yaygınlaşmaktadır. Ancak bu tesislerin kurulması ve işletilmesi, karıştırmalı yığın tipi tesislerden daha fazla teknik bilgi gerektirmektedir. Ayrıca statik yığın sistemlerinde yığınların porozite değerlerinin doğru ayarlanması gerekir. Porozite değerlerinin doğru ayarlanmaması yığın içerisinde havanın her bölüme nüfuz etmesine engel olmakta ve yığınlarda kompaksiyon sorununu ortaya çıkartmaktadır. Bu nedenle statik yığın sistemlerinde yığınlara boşluk yapıcı materyallerin eklenmesi gerekmektedir (DIAZ vd. 2002; KÜLCÜ ve YALDIZ 2007). Statik yığın sistemlerinde karıştırmalı yığın sistemlerinde olduğu gibi, yığınlar periyodik olarak karıştırılmadığından yığınlara yapılacak C/N oranı düzenleyici, gübre değerini artırıcı ve porozite oranını düzenleyici katkıların ilave edilmesi için hammadde karıştırıcıları kullanılması gerekmektedir. Bu durum statik yığın sistemlerinde yatırım maliyetini arttırmaktadır.

Kapalı Sistemler

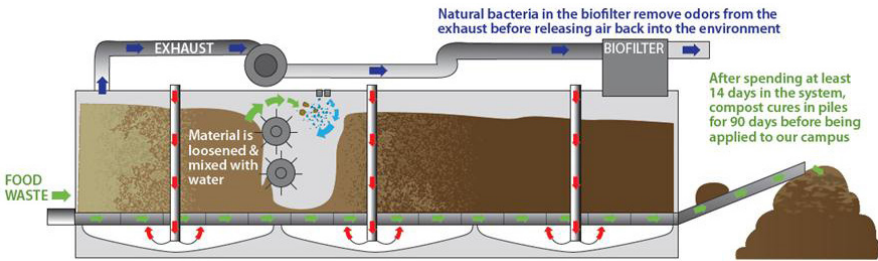
Kapalı sistemler, kompostlaştırma işleminin iklim şartlarından izole edilmiş kontrollü şartlarda gerçekleştirildiği teknolojilerdir. Bu sistemlerde kompostlaştırma işlemini gerçekleştiren mikroorganizmaların ihtiyacı olan oksijen, ortam havasının kapalı hacim içerisindeki yığına üflenmesi yoluyla verilmektedir. Buna ilave olarak bazı sistemlerde karıştırma işlemi de uygulanmaktadır. Kapalı sistemler, işlem başarısı açısından açık sistemlerden daha üstündür, ancak bu sistemlerin yatırım ve işletme maliyetleri açık sistemlere göre daha yüksektir.

Günümüzde kompostlaştırmada kullanılan kapalı sistemler, konteyner, tünel ve döner tambur tipi sistemlerdir. Konteyner tipi sistemlerde bir veya birden fazla kontayner içerisinde işlem gerçekleştirilmektedir. Sistemlerde karıştırma yapılmamakta, fanlar yardımıyla havalandırma işlemi uygulanmaktadır. Sistemlerin modüler yapısı ve taşınabilir olması önemli bir avantaj sağlamaktadır.



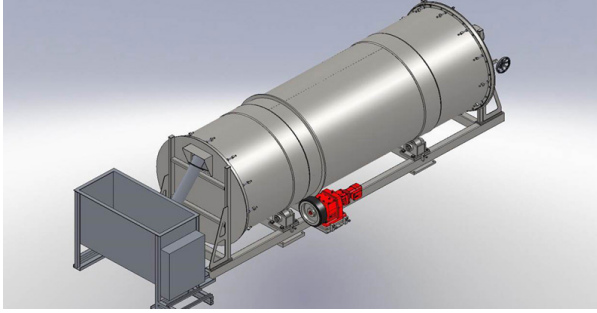
Şekil 4. Konteyner tipi kompostlaştırma sistemi

Tünel tipi sistemler ülkemizde mantar kompostu üretiminde tercih edilmektedir. Bunun temel nedeni gelişmiş bir havalandırma kontrol sistemine sahip olmalarıdır. Sistemlerde hava geri dönüşüm uygulamaları yapılarak, hem yığın içerisinde sıcaklık dağılımının tekdüzeliği sağlanmakta hem de mantar kompostu için önemli olan yüksek sıcaklıklarda pastörizasyon etkisi artırılmaktadır. Bazı sistemlerde havalandırma ile birlikte karıştırma uygulaması da gerçekleştirilmektedir.



Şekil 5. Tünel tipi kompostlaştırma sistemi

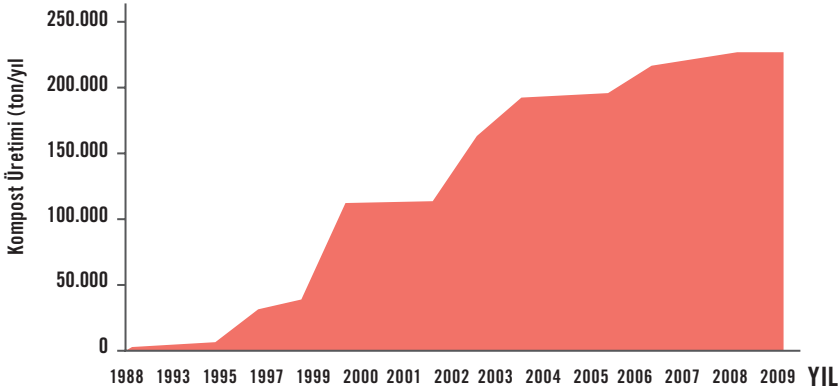
Dönen tambur tipi sistemler, kompostlaştırma işleminde aktif aşamayı hızlandırma özellikleriyle bilinmektedir. Bu sistemlerde aktif aşama 24 saate kadar düşürülmektedir. Yatırım maliyeti yüksek olan bu sistemde hem havalandırma hemde tamburun döndürülmesi yoluyla karıştırma işlemi birlikte uygulanmaktadır.



Şekil 5. Dönen tambur tipi kompostlaştırma sistemleri

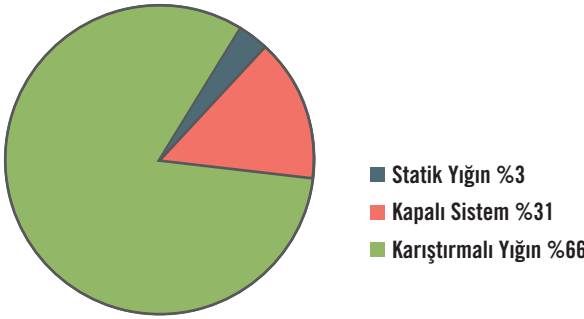
Türkiye’de Tarımsal Atıklardan Kompost Üretimi

KÜLCÜ ve ÇAYLAK (2012) ülkemizde faaliyet gösteren tarımsal atıklardan kompost üreten işletmeler ile bir anket çalışması gerçekleştirmiştir. Bu tesislerle gerçekleştirilen anket çalışmasında tesislerin kapasiteleri, teknolojileri, kullanılan hammaddeler ve yaşanan sıkıntılar ile üniversitelerden beklentileri sorulmuştur. Anket sonuçlarına göre, ülkemizde tarımsal atıklardan lisanslı olarak kompost üretimi 1988 yılında başlamış ve 2009 yılı rakamlarına göre 29 fabrikayla 236.265 t/yıl üretim kapasitesine ulaşmıştır. Şekil 6’da gösterilen grafik bu sektörün çok hızlı bir şekilde büyüdüğüne işaret etmektedir. Ancak bu kapasite, ülkemizin yıllık 160 milyon ton hayvan dışkısı ve 12,8 milyon ton bitkisel atık potansiyeli ile karşılaştırıldığında oldukça yetersizdir.



Şekil 6. Ülkemizde tarımsal atıklardan kompost üretim kapasitesi

Ülkemizde faaliyet gösteren tarımsal kompost işletmelerinin yaklaşık %3'ünde statik yığın, %66'sında karıştırmalı yığın ve %31'inde kapalı sistemler kullanılmaktadır (Şekil 7). Tarımsal alanda kullanılan kapalı sistemlerin tamamı tünel tipi kompostlaştırma sistemleridir ve mantar kompostu üretiminde kullanılmaktadır. Bu sistemler yurt dışından ithal edilmişlerdir. Ülkemizde tarımsal kompostun üretiminde karıştırmalı yığın sisteminin daha çok tercih edilmesine, kompost karıştırıcı üretimini yapan birkaç yerli firmanın bulunması etkili olmuştur. Statik kompost tesislerinde proses kontrolünü yapan cihaz ve havalandırma ekipmanları, tünel sistemlerinde ise inşaat dışındaki tüm aksamlar yurt dışından ithal edilmektedir. Bu durum statik sistemlerde yatırım maliyetini artırdığı için ülkemizde sayısı az olmuştur.



Şekil 7. Ülkemizde faaliyet gösteren kompost tesislerinin kullandıkları sistem tipleri

Kompostlaştırma Konusunda Yasal Düzenlemeler

Ülkemizde kompostlaştırma alanında yasal düzenlemeler 1991 yılında 20814 sayılı resmi gazetede yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile başlamıştır. Bu yönetmelik, kentsel atıkların kompostlaştırılması konusunu kapsamaktadır. Yönetmelikte kompostlaştırma ile ilgili olarak; C/N oranının 35 olması, organik madde içeriğinin en az %35 olması, su muhtevasının %50'yi geçmemesi ve içeriğindeki yabancı madde oranının %2'nin üzerinde olmaması gibi maddelere yer verilmiştir. Kompostlaştırma konusunda başlangıç niteliğinde olan bu yönetmelik, kompostun kalitesi üzerinde sınırlayıcı maddelere sahip değildir. Bu durum, özellikle tarımsal kompost üretiminin kontrolsüz kalmasına neden olmuştur. Kompostlaştırma konusunda en kapsamlı yasal düzenlemeler; T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan kompost tebliği (5 mart 2015, resmi gazete sayı: 29286) ve T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 29 Mart 2014 tarihli ve 28956 sayılı resmi gazetede yayımlanan tarımda kullanılan organik, organomineral gübreler ve toprak düzenleyiciler ile mikrobiyal, enzim içerikli ve organik kaynaklı diğer ürünlerin üretimi, ithalatı, ihracatı ve piyasaya arzına dair yönetmelik ile "Hayvansal Yan Ürün Kullanıcı Biyogaz ve Kompost Tesislerinin Çalışma Usul İle Esaslarına İlişkin Talimat" olmuştur. T.C.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan tebliğ; kompost olgunluğu, hijyeni ve kalitesi gibi parametreleri belirlerken, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yayımlanan yönetmelik kompost kriterleri, kullanılacak hammaddeler, talimat ise kompost tesislerini teknolojik yönden belirli bir standarda getirmeyi hedeflemiştir. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan kompost tebliğinde kompostun kararlılık ve kalitesi Çizelge 1 ve 2’de verilen parametrelere göre sınırlandırılmıştır.

Çizelge 1. Kompost kalite parametreleri

Parametre	Değer	
PH	5,5 –8,5	
Hijyen değeri	Kesintisizolarak 55 C’de 2hafta, 60 oC’de 1hafta, 65 oC’de 5 gün, 70 oC’de 1saat, İşlem görmüş olacaktır.	
	Patojenler	
	ToplamBakteri	1x10 ³ kob/g veyakob/ml
	Enterobactericea grubu bakteriler	<3cfu/ml
	Mycobacterium spp.	Yok (25 g veyaml)
	Toplam maya ve küf	1<10 ⁴ kob/gr-ml
	Salmonella spp.	Yok (25 g veyaml)
	Staphylococcus aureus	Yok (25 g veyaml)
	Bacillus cereus	Yok (25 g veyaml)
	Bacillus anthracis	Yok (25 g veyaml)
	Clostridium spp.	<2 kob/g veyakob/ml
	Clostridium perfiringens	Yok
	Listeria spp.	Yok
	Staphylococcal enterotoksin	Yok
	E.coli	Yok
E.coli	0157 Yok	

Çizelge 1'in devamı

İz elementler	Parametre	Kompostta ppm (mg/kg kurumadde)
	Arsenik(As)	20
	Kadmium(Cd)	3
	Krom(Cr)	350
	Bakır(Cu)	450
	Cıva(Hg)	5
	Nikel(Ni)	120
	Kurşun (Pb)	150
	Çinko(Zn)	1100
	Kalay (Sn)	10
Kompostun Nem İçeriği	<%30	
Karbon/Azot Oranı (C/N)	10-30	
Organik Madde (kurumadde içerisinde)	>%35	
Mineral iyonlar halindeki tuzlar	<10dS/cm	
Biyobozunur Olmayan Yabancı Madde İçeriği (kuru ağırlık olarak)	<%2	
Komposttaki yabancı ot değeri	<5adet/lt	
10 mm'lik elekten ürünün % 90'ı geçecektir.		
Plastik madde ya da diğer mevcut muhtemelen geri dönüşümü olmayan madde parçacıklarının büyüklüğü 10 mm'yi geçmeyecektir.		

Çizelge 2. Kompost kararlılık parametreleri

	Birim	KARARLILIK	
OUR Testi	mg O ₂ / gr TOM/saat	<0,4	
CO ₂ Oluşum Oranı	mg CO ₂ -C / gr TOM/gün	<2	
Dewar Testi	Sıcaklık Sınıfı	V	
	Dewar İndeksi:		
	Sıcaklık Yükselmesi	Sınıf	Stabilite Tanımlaması
	0-10oC	V	Tamamen stabil kompost, epolanabilir
SolvitaTesti	İndeks Değeri	7-8	

*TOM: Toprak Organik Maddesi

T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yayımlanan “Hayvansal Yan Ürün Kullanan Biyogaz ve Kompost Tesislerinin Çalışma Usul İle Esaslarına İlişkin Talimat” içerisinde T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan kompost tebliğinde yer almayan ve kompostlaştırma tesislerinde bazı teknolojik altyapıları zorunlu kılan maddeler aşağıdaki gibidir.

1. Hammadde olarak hayvansal yan ürün kullanan kompost tesislerinde, hayvansal yan ve türev ürünler için dışarıdan herhangi bir müdahaleye imkan vermeyecek şekilde bir kapalı bölüm veya kapalı kompost reaktörü bulunmalı ve bu sistem aşağıdaki koşullarla donatılmış olmalıdır.
2. Bir saat boyunca 70 °C’lik ısının korunup korunmadığını sürekli izleyecek donanım (zamana karşı ısının ölçülebilmesi amacıyla bulunan donanım),
3. Bu donanımın verilerini sürekli kaydedecek bir cihaz
4. Yetersiz ısıtmayı önleyecek bir sistem
5. Ünitelerde kullanılan kayıt sistemi, dışarıdan müdahale edilemeyecek şekilde otomatik olarak çalışan ve üretim sırasında elde edilen verileri dijital olarak kaydeden bir cihaz veya araç içermelidir.

Kompostlaştırma Tesislerindeki Teknolojik Sorunlar ve Yasal Düzenlemeler

Ülkemizde kompostlaştırma tesislerini kapsamı içerisine alan yönetmelik ve talimatlar birlikte değerlendirildiğinde, bütün düzenlemelerin temel hedeflerinin kompostlaştırmada hijyen etkisini artırmak ve olgunlaşmayı sağlamak olduğu görülmektedir. Bu şartları sağlayabilmenin yolu tesislerde kullanılan teknoloji seviyesinin artırılması ve kompostlaştırma prosesinin optimum şartlarda gerçekleştirilebilmesidir.

2000’li yılların başından itibaren ülkemizde kompost tesislerinin sayısı hızla artmıştır. Kurulan tesislerin büyük bir kısmını, karıştırmalı yığın tipi sistemler oluşturmaktadır. Mevcut durumda, işletmeler tesislerine sadece sıcaklık ölçüm ve kayıt sistemleri dahil ederek geçici çözümlerle yasal zorunlulukları yerine getirmeye çalışmaktadırlar. Ancak yönetmeliklerde yer alan kararlılık parametrelerinin sağlanabilmesi için, kompost yığınlarında olgunlaşmayı sağlayacak sistemlere geçiş yapılmalıdır. Bu sistemler ise kapalı sistemler, statik yığın sistemleri ve karıştırmalı/statik hibrit sistemlerden oluşmaktadır.

Kompostlaştırma tesislerini mevcut yasal düzenlemeler karşısından zorlayan temel unsur, karıştırmalı yığın dışındaki sistemlerin büyük kısmının yurt dışından yüksek maliyetlerle ithal ediliyor olmasıdır.

Ülkemizde kompost üreticileri, kullanıcıları ve konuyla ilgili akademisyenlerin bir araya gelerek sorunlar ve çözüm önerilerini görüştükları 2 çalıştay düzenlen-

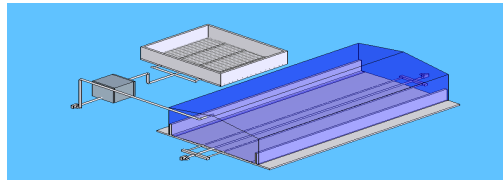
miştir. Birincisi Prof. Dr. Recep KÜLCÜ başkanlığında 2013 yılında, ikincisi 2014 yılında uluslararası düzeyde biyogaz alanında Prof. Dr. Osman YALDIZ ve kompostlaştırma alanında Prof. Dr. Recep KÜLCÜ başkanlıklarında düzenlenmiştir. Aynı organizasyon 16-18 Kasım 2017 tarihinde Antalya'da düzenlenecektir.

Çalıştay sonuç bildirgelerinde yer alan maddeler aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

1. Kompost ile ilgili çalışmalar Mühendislik, Agronomi, Bitki Besleme, gibi farklı alanları kapsamından dolayı disiplinler arası çalışma gerektirmektedir. Bu nedenle, bu alanlarda yapılacak proje, eğitim vb. çalışmalar belirtilen disiplinlerin katkısıyla oluşmalıdır.
2. Kompost mühendisliği ile ilgili çalışmalar, özellikle ülkemizin ihtiyaç duyduğu havalandırılmalı statik yığın ve reaktör sistemlerinde kullanılan stratejilerin geliştirilmesini ve bu stratejilerin kompostun olgunlaşması, proses kalitesinin artırılması ve enerji tüketimlerinin azaltılmasını içermelidir.
3. Türkiye'de kompost ile ilgili mevzuatların ve kalite kriterlerinin oluşturulmasında üniversiteler ve diğer kamu kuruluşları ile ilgili özel sektörler birlikte çalışmalıdır.
4. Kompost kullanımı ile ilgili çalışmalarda Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümleri ve Ziraat Fakültelerinin Toprak ve Bitki Besleme bölümleri vb. akademik birimler ile ortaklaşa projeler üretilebilir.
5. Kompost ulusal strateji belgesi (SWOT analizi) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı katılımı ile oluşturulmalıdır.
6. Akademisyenler, özel sektör ve yerel yönetimlerin beraberliğinde özellikle yerli teknoloji geliştirme amacıyla ortak proje çalışmaları gerçekleştirmelidir.

Çalıştay sonuç bildirgelerinde de ilgili teknolojik altyapılar konusunda yerli teknoloji geliştirilmesi konusuna vurgu yapılmaktadır. Ülkemizde yüksek kaliteli kompost üretimi hedefiyle gerçekleştirilmiş akademik çalışmalar bulunmaktadır. Akdeniz Üniversitesi ve Süleyman Demirel Üniversitesi ortaklığında yürütülen ve sonuçlandırılan bu çalışmalar aşağıdaki gibidir.

YALDIZ vd. (2009) Akdeniz Üniversitesi tarımsal araştırma çiftliklerinden açığa çıkan atıklardan kompost üretimi gerçekleştiren, statik yığın tipi bir kompostlaştırma tesisi kurmuşlardır (Şekil 8).



Şekil 8. Akdeniz üniversitesinde kurulan statik yığın tipi kompost tesisi

Tesiste yığınlar tabandan havalandırılmış ve sera içerisine alınan yığınlardan çıkan hava biyofiltrede temizlenmiştir. Tesiste havalandırma boruları birçok uygulamada olduğu gibi yığınla temas halinde konumlandırılmıştır. Proje kapsamında, yığınlarda porozite düzenleyici ve karbon kaynağı olarak öğütülmüş ağaç kabukları ve saman ile büyükbaş hayvan gübresinden oluşturulan karışımlar kompostlaştırılmıştır. Denemelerinde Rutger's ve Beltsville havalandırma kontrol stratejilerini karşılaştırmışlardır. Denemeler sonucunda Rutger's stratejisinin kompostlaştırma işlemini daha başarılı gerçekleştirdiğini bulmuşlardır. Ancak denemeleri sırasında karşılaştıkları bazı sıkıntıları da not etmişlerdir. Bunlar; her ne kadar porozite artırıcı materyal kullanılmış olsa da yığınlarda kompaktlaşmanın zamanla oluştuğu ve yığınların havalandırma borularının üzerinde ve temas halinde konumlandırılmasının hava çıkış borularından bazılarının tıkanmasına neden olduğudur.

KÜLCÜ vd. (2017) TÜBİTAK 1005 proje destekleri kapsamında "Yüksek Kaliteli Kompost Üretimi için Proses Havası Geri Dönüşümlü Mobil Tünel Tipi Kompostlaştırma Sistemi ve Proses Kontrol Cihazının Geliştirilmesi" başlıklı projeyi yönetmiştir. Projede mantar kompostu üretiminde kullanılacak tünel tipi kompostlaştırma sisteminin yazılım ve donanımı hazırlanmıştır. Tesiste kullanılan havalandırma, proses kontrol ve ölçüm sistemlerinin yazılım ve donanımları proje personeli tarafından geliştirilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Tünel tipi kompostlaştırma tesisi ve yazılımı

Sonuç

Ülkemizde kompostlaştırma sektörü önemli bir dönüm noktasına gelmiştir. 2000'li yıllarda üretim kapasitesi açısından ivmelenen sektör, yasal düzenlemelerinde etkisiyle artık teknolojik altyapısını yükseltmek durumunda kalmıştır. Sektörün daha kaliteli kompost üretmesinin ve çevresel sorunların en alt düzeye indirilmesinin temel şartı bu teknolojik değişimi yaşamaktır. Sektörün teknolojik altyapısında gerekli dönüşümleri gerçekleştirdiğinde kompost üretim maliyetleri azalacağı gibi kompostun bitki beslemedeki etkinliği artacağından pazar payı da genişleyecektir. Sektörün kompostlaştırma tesislerinde gerçekleştireceği teknolojik değişimin aynı zamanda mevcut yönetmelikleri de karşılayacak özelliklerde olması gerekmektedir.

dir. Yönetmeliklerde yer alan 70°C’de en az 1 saat süreyle işlem görme ve kapalı reaktör bulundurma şartları, hibrit sistemlerin geliştirilmesi ile sağlanabilir. Bu kapsamda tesislerde tünel, konteyner veya dönen tambur tipi ünitelerin bulunması gerekmektedir. Fakat bu sistemlerin bir ölçüde yurt dışından ithal ediliyor olmaları ve işletme giderlerinin yüksek olması üreticiler üzerinde önemli bir yük oluşturabilir. Bu durumu aşmanın yolu; mevcut karıştırmalı yığın veya statik yığın sistemlerine, sadece aktif aşamanın geçirileceği ölçekte küçük boyutta kapalı ünitelerin dahil edilmesi olarak görülmektedir. Böylece öncelikle kapalı sistemde 1 veya 2 gün işleme tabi tutulan karışımlar, hem biyolojik işlem için start-up aşamasına hızlı geçecek hem de pastörizasyon için gerekli şartları sağlayacaktır. 1-2 günlük aktif aşamadan sonra yığınlar karıştırmalı ve/veya statik yığın sistemlerinde biyolojik proseslerine hızlandırılmış bir şekilde devam edebilecektir.

Sektörün öngörülen dönüşümleri yaşarken karşılaşıacağı temel sıkıntı yerli teknolojinin bulunmaması ve prosese hakim teknik personel eksikliği olacaktır. Sistemlerin yurt dışı teknolojiler ile kurulması yatırım ve işletme maliyetlerini yükselttiği gibi, sektörün yurt dışına bağımlı hale gelmesine de neden olacaktır. Bu kapsamda, kompostlaştırma sektörü ve konu ile ilgili çalışan akademik personellerin bir araya getirileceği platformların oluşturulması gerekmektedir. Bu platformlarda sektör kendi beklentilerini ortaya koyarken, alanda çalışan akademisyenler ve/veya uzmanlar sağlayabilecekleri katkıları sunmalıdırlar. Ancak kurulacak platformların temel ekseni, sektör için stratejik öneme sahip yerli teknolojilerin geliştirmesi olmalıdır. Geçmiş deneyimler maalesef bizlere benzer platformların raporlamanın ötesine geçemediklerini göstermiştir. Bu tür atalet yaratan uygulamaların dışına çıkmanın yolu, sorunu ve ihtiyacı merkeze alan, proje tabanlı işbirlikleri oluşturmaktır.

Kaynaklar

BAPTISTA, M., ANTUNES, F., SOUTEIRO GONÇALVES, M., MORVAN, B., SILVEIRA, A.(2010) Composting Kinetics in Full-Scale Mechanical–Biological Treatment Plants. *Waste Management*. 30 (10), 1908–1921.

BAŞÇETİNÇELİK, A., ÖZTÜRK, H.H., KAYA, D., KAÇIRA, K., EKİNCİ, K., KARACA, C. (2006) Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Kullanımını Geliştirme Olanakları. VI: Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 25-26 Mayıs, Isparta.

DADHICH, S. K., PANDEY, A. K., PRASANNA, R., NAIN, L., KAUSHIK, B. D. (2012) Optimizing Crop Residue-Based Composts for Enhancing Soil Fertility and Crop Yield of Rice. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 82 (1), 85.

DIAZ, L.D., SAVAGE, G.M., EGGERTH, L.L.,GOLUEKE, C.G. (1993) Composting and Recycling Municipal Solid Waste. Lewis Publishers, Florida, 205 ss.

DIAZ, M. J., MADEJON, E., LOPEZ, F., LOPEZ, R., CABRERA, F. (2002) Composting of Vinasse and Cotton Gin Waste by Using Two Different Systems, Resources, Conservation and Recycling, 34, pp 235-248.

GREWAL, S., S. SREEVATSAN., F.C. MICHEL (2007) Persistence of Listeria and Salmonella During swine Manure Treatment. Compost Science&Utilization 15(1): 53-62.

HAUG R. T (1993) The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis. Boca. Raton. Florida. pp. 157.

HOGLAND, W., T. BRAMRYD., M. MARQUES., S. NIMMERMARK (2003) Physical, Chemical and Biological Processes for Optimizing Decentralized Composting. Comp Sci. Util 11(4): 330-336.

KULCU, R., YALDIZ, O. (2004) Determination of Aeration Rate and Kinetics of Composting Some Agricultural Wastes. BioresourceTechnology, 93, 49-57.

KULCU, R., YALDIZ, O. (2007) Composting of Goat Manure and Wheat Straw Using PineCones As A Bulking Agent. Bioresource Technology, 98, 2700-2704.

KÜLCÜ, R. (2013) Kompostlaştırma İşleminde Proses Yönetimi ve Sistemler. I. Ulusal Kompost ve Biyogaz Çalıştayı 11-14 Nisan 2013, Antalya.

KÜLCÜ, R. CAYLAK, R. (2012) Türkiye’de Tarımsal Atıklardan Kompost Üretim Sektörünün Gelişimi. 4. Ulusal Katı Atık Kongresi, 17-20 Ekim 2012, Antalya.

KÜLCÜ, R.,YALDIZ, O., ERTEKİN, C., YILMAZ, D., TOSUN, İ. (2017) Yüksek Kaliteli Kompost Üretimi için Proses Havası Geri Dönüşümlü Mobil Tünel Tipi Kompostlaştırma Sistemi ve Proses Kontrol Cihazının Geliştirilmesi”Tübitak 1005 214O266 numaralı proje.

RYNK, R., VAN DE KAMP, M., WILLSON,G., SINGLEY, M., RICHARD,T, KOLEGA, J. L., FRANCIS,G., LUCIEN,L., KAY,D., MURPHY,D., HOITINK, H., BRINTON, W. (1992) On-Farm Composting Handbook (NRAES-54). Ithaca, New York, NRAES, Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service.

SARANGI, S. K., LAMA, T. D.(2013) Straw Composting Using Earthworm (*Eudrilus eugeniae*) and Fungal Inoculant (*Trichoderma viridae*) and Its Utilization in Rice (*Oryza sativa*)-Groundnut (*Arachis hypogaea*) Cropping System. Indian Journal of Agricultural Sciences, 83(4), 420.

SÖNMEZ, İ. (2012) Determination of the Optimum Mixture Ratio and Nutrient Contents of Broccoli Wastes, Wheat Straw and Manure for Composting. Journal of Food, Agriculture and Environment (JFAE), 10 (3&4), 972-976.

TÜRKİYE'DE ORGANOMİNERAL GÜBRELERİN KULLANILDIĞI ARAŞTIRMA ÇALIŞMALARI ve ELDE EDİLEN SONUÇLAR

İBRAHİM ERDAL

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Bölümü, Isparta/Türkiye

Özet

Yapılan bu derleme çalışmasında, Türkiye'de organomineral gübrelerin kullanıldığı çeşitli araştırmaları ve bu araştırmalardan elde edilen sonuçları toplamak amaçlanmıştır. Yapılan tarama sonunda araştırmacıların genelinde organomineral gübre kaynağı olarak ticari materyalleri kullandığı görüldüğü, bir kısmının organik gübreyle kombine mineral gübre uygulamaları yaptığı, bir kısmının ise kendisinin formüle ettiği organomineral gübreleri kullandığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmaların genelinde organomineral gübre uygulamalarının gerek toprak özellikleri, gerekse bitki gelişimi ve verimi ile mineral beslenmesine olumlu katkı yaptığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Organomineral gübreleme, Türkiye.

RESEARCHS and THEIR RESULTS CONDUCTED with ORGANOMİNERAL FERTILIZERS in TURKEY

Abstract

In this review study it was aimed to collect the studies conducted with organomineral fertilizers in Turkey. Depending on the review results it was seen that most of the researchers used a commercial products as organomineral fertilizer source. However, some of them used mineral and organic fertilizer combination and the others used their own organomineral formulations. In the most studies it was seen that organomineral fertilizers applications had positive effect on soil properties, plant growth and yield and mineral nutrition.

Keywords: Organomineral fertilization, Turkey.

Giriş

Dünya nüfusunun hızla artması gıda ve tarım ürünlerine olan ihtiyacı artırmıştır. Artan ihtiyacın karşılanabilmesi için tarımsal üretimin artırılması çabası içine girilmiştir. Bu nüfusun ihtiyacını karşılamakta temel üretim ortamı olarak kullandığımız tarım toprakları, amacı dışında kullanımlara açılmaları nedeniyle giderek daralmış, mevcut alanlar ise bilinçsizce yapılan tarımsal uygulamalar nede-

niyle giderek verimsizleşmiştir. Tarımsal üretimde verimliliği artırmanın en hızlı ve etkili yolu kimyasal gübre uygulamaları olmuş ve bu uygulamalardan oldukça başarılı sonuçlar da alınmıştır. Fakat, uzun süreli ve aşırı kimyasal gübre uygulamaları toprakların çeşitli özelliklerine olumsuz etki yapması, yer altı sularını kirlenmesi vb. nedenlerle çeşitli sorunları da beraberinde getirmiştir (LIU vd. 2010; SHAN vd. 2015). Konu ile ilgili çalışmalardaki yaygın görüş olarak, bitki besin elementi sağlama potansiyeli ve toprak özelliklerinin iyileştirilmesindeki etkisinden dolayı, kimyasal gübrele en iyi alternatifin organomineral gübreler olduğu savunulmaktadır (KOMINKO vd. 2016). Gübre değeri veya toprak özelliklerini iyileştirici özellikleri bulunan organik atıklara mineral ilavesi ile oluşturulan organomineral gübreler, temel özellikleri açısından organik ve mineral gübrelerden farklı bir gübre sınıfı olarak kabul edilmektedir. Organomineral gübreler, bir ya da birden çok organik gübrenin bir veya birden fazla tekli, kompoze, ikincil veya mikro bitki besin maddeli kimyasal gübreler ile tepkimesi veya karışımı sonucu elde edilen katı ve sıvı ürünler olarak tanımlanmaktadır (KACAR 2010).

Bu tarama çalışmasında, Türkiye’de organomineral gübre kullanılarak bilimsel yöntemlerle yürütülmüş ve değerlendirilmiş tam metnine ulaşılabilen tarımsal araştırmaları incelemek amaçlanmıştır. Bunun için akademik tarama siteleri, YÖK tez tarama sayfası ve kongre kitaplarından faydalanılarak konuya ilişkin çalışmalar derlenmiş ve tarihsel sırayla aşağıda sunulmuştur. Çalışmada, araştırmaların materyal ve yöntem kısımlarıyla elde edilen sonuçlardan özetlenen bilgiler aktarılmaya çalışılmıştır.

Organomineral Gübrelerle Yürütülen Bazı Araştırmalar ve Sonuçları

Afşin-Elbistan linyit tabakaları arasındaki gyttja materyalinde bulunan humin asitlerine bitki besin elementlerinin bağlanmasıyla oluşturulan organomineral komplekslerin bitki gelişimine etkisini incelemek amacıyla yürütülen bir saksı denemesinde, humin asidi ile birlikte $FeSO_4$ ve $ZnSO_4$ uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre humin asidi, $FeSO_4$ ve $ZnSO_4$ uygulamalarının verim üzerinde istatistiksel bakımdan önemli bir etkisinin olmadığı, uygulanan $ZnSO_4$ ’ın hem toprağın hem de bitkinin Zn içeriğine arttırdığı ifade edilmiştir (ŞİPAL, 1994).

KACAR vd. (1996) çay atıklarının zenginleştirilmiş organik gübreye dönüştürülerek kullanılmasına yönelik yaptıkları bir çalışmada, içerisine çay atığı, su, taze sığır, at ve tavuk gübresi, çay gübresi ve kireç katkı maddeleri karıştırarak ihtimar sonucu organomineral gübreye dönüştürülen materyalin başarıyla kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Elbistan linyitinden üretilmiş çeşitli humatlarla organik kökenli 8-6-1-8 gübresinin sera koşullarında mısır gelişimine etkisi incelenmiştir. Üretilen sıvı humatlarda pH 9.27 ile 13.34 arasında, toplam humik asitlerde 12.12 ile 21.98 arasında

değişmektedir. Organik bazlı gübrede ise % 74.04 organik materyal, toplam humik asitler %37,4 ve bitki besin elementleri de $N + P_2O_5 + K_2O$ olarak %15.94 bulunmaktadır. yapılan çalışma sonunda organik kökenli gübrenin bitki gelişimi üzerinde daha etkili olduğu ve bu etkiye gübre içerisindeki mineral besin elementlerinin neden olduğu vurgulanmıştır (ÇÖTELİ vd. 2004).

KARACA vd. (2005), kömürlü leonardit, ile %6 ve %9 NP içeren kimyasal gübrelere tek başlarına ve kombine olarak topraklara uygulamışlar ve toprakların biyolojik özellikleri ile ağır metal kapsamlarına etkilerine bakmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; topraklara organomineral gübre olarak %6 NP+leonardit uygulamasının, toprakların biyokütle karbonu, solunum ve enzim aktivitelerini en fazla etkilediği görülmüştür. Ayrıca, topraklara tek başlarına NP içeren kimyasal gübre verildiğinde toprakların özellikle Cd, Pb, Zn ve Ni içerikleri 6 aylık inkübasyon denemesi süresince artış gösterirken, NP nin leonardit ile kombine uygulandığı topraklarda söz konusu metallerin miktarlarında azalma belirlenmiştir.

Yapılan bir diğer araştırmada, artan düzeylerde uygulanan azotlu ve potasyumlu gübrelerin kivi bitkisinin verimine ve yaprakların besin maddesi içeriklerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu nedenle, amonyum nitrat gübresinden verilen 0-200-400 g N/ omca dozları ile içeriğinde %57 K_2O , %1.2 N, %0.05 P_2O_5 , %31.5 S, %3 Ca, %1 Mg, 60 mg/kg Fe, 34 mg/kg Mn, 7 mg/kg Zn, 6 mg/kg Cu, 0.5 mg/kg Mo bulunan ORMİN-K gübresinden; 0-150-300 g K_2O /omca dozlarında K uygulaması yapılmıştır. İki yıl süreyle yürütülen denemede, gübre dozlarının artışına paralel olarak verimin arttığı görülmüş ve yüksek verime 400 g N ve 300 g K_2O uygulamalarında ulaşılmıştır (Çizelge 1). Yaprakların N ve K içeriklerinin, bu iki besin elementinin birlikte uygulanması durumunda tek başına uygulanmalarına göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (TARAKÇIOĞLU vd. 2006).

Çizelge 1. Gübre uygulamalarının kivi bitkisinin verimi üzerine etkisi

N uygulaması g /omca	1.yıl			2.yıl		
	K_2O uygulaması g/omca			K_2O uygulaması g/omca		
	0	150	300	0	150	300
0	21.9	22.4	22.8	106.5	108.8	109.1
200	22.1	23.8	24.1	99.9	110.3	112.6
400	25.6	25.7	32.4	132.5	110.4	139.9

AKINCI vd. (2007), bazı tescilli organomineral gübrelerin ekmeçlik buğdayın verim ve verim unsurları üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, organomineral gübrelerin verim, bin tane ağırlığı, bitki boyu değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli etkileri olduğunu vurgulamışlardır.

Yapılan bir başka araştırmada, leonarditten üretilmiş hümik+fulvik asitle kaplı organomineral gübrenin zeytinin verim, kalite ve mineral beslenmesine olan etkilerini 3 temel besin elementi olan N,P ve K lı kimyasal gübrelere ve çiftlik gübresine karşı incelemek amaçlanmıştır. Elde edilen deneme sonuçlarına göre gerek yıllık verimlerde gerekse ortalama verimlerde en yüksek verimin OGM uygulamasından elde edildiği, bunu MG+AG uygulamasının izlediği ifade edilmiştir. Zeytinin kalite parametrelerine uygulamaların etkisi ise önemsiz bulunmuştur (PEKCAN vd. 2009).

Bir diğere araştırmada, bitkisel kökenli sıvı organik gübrelerin, kimyasal gübreler ve bunların farklı kombinasyonlarının örtü altı hıyar yetiştiriciliğinde verim ve meyve kalite kriterleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle iki farklı organik gübrenin kimyasal gübreyle olan interaksyonu kullanılmış ve K: Kontrol; TOG: Topraktan organik gübre uygulaması (OG1+OG2); TOG: Topraktan organik gübre uygulaması (OG1+OG2); TKG (1/1)+ TOG: Topraktan kimyasal gübre+ Topraktan organik gübre (OG1+OG2); TKG (1/2)+ TOG: Topraktan yarı doz kimyasal gübre+ Topraktan Organik gübre (OG1+OG2); TKG (1/1): Topraktan kimyasal gübre uygulaması ve TKG (1/1) + YOG2: Topraktan kimyasal gübre uygulaması+ Yapraktan organik gübre olacak şekilde planlama yapılmıştır. Deneme sonunda topraktan organik gübre uygulamasının verimi kontrole göre iki kat artırmasına rağmen, kimyasal gübre ve kimyasal+organik gübre kombinasyonu uygulamalarının gerisinde kaldığı görülmüştür. Nitekim en yüksek verim, kontrole göre dört kat artış sağlayan TKG (1/1)+ TOG uygulamasıyla elde edilmiştir. Söz konusu uygulama ürün tadı ve kalitesi üzerine etki eden faktörlerden titre edilebilir asitlik ve meyve suyu EC değerlerinin de önemli oranda artmasına yol açmıştır. Meyvenin mineral madde içeriğine etki bakımından ise uygulamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 2-3). Bununla birlikte organik gübrelerin kimyasal gübrelerle birlikte verildiği uygulamalarda ise sadece kimyasal gübre verilen uygulamalara göre verim ve incelenen diğere parametrelerde önemli oranda artış sağlandığı belirlenmiştir. Sonuç olarak organik gübrelerin verim ve kalitede artışa yol açtığı, ancak tek başına sezon boyunca kullanılmasının yeterli olmayacağı, kimyasal gübrelerin ek olarak uygulanmaların gerektiği belirlenmiştir (ÖKTÜREN ASRİ vd. 2011).

Çizelge 2. Gübre uygulamalarının hıyar meyve kalitesi ve verimine etkisi

Uygulamalar	Verim (kg/ bitki ⁻¹)	pH	EC (μ mhos cm ⁻¹)	SÇKM (%)	TEA (gr 100 mL ⁻¹)	Meyve Rengi			Meyve Boyuna (cm)	Meyve Çapı (g)	Meyve Ağırlığı (g)
						L	a	b			
Kontrol	0,77 e	6,11 ab	4895 f	3,2	0,57 b	42,6	-11,7 b	23,2 ab	10,3	2,35 c	59,5 b
TOG	1,83 d	6,02 b	5000 e	3,2	0,77 a	41,6	-12,2 ab	21,1 ab	10,5	2,50 abc	61,5 b
TKG (1/1)+TOG	3,16 a	6,07 b	5220 a	3,6	0,83 a	40,00	-11,7 b	19,1 b	10,6	2,73 ab	66,0 a
TKG (1/2)+TOG	1,00 c	6,08 b	5200 b	3,5	0,70 ab	41,0	-11,6 b	19,7 b	10,8	2,79 a	65,5
TKG (1/1)	3,10 b	6,18 ab	5180 c	3,8	0,67 ab	40,4	-13,6 a	24,3 a	10,2	2,43 bc	66,0 a
TKG (1/1)+YOG	3,07 b	6,22 a	5100 d	3,6	0,79 a	41,2	-12,9 ab	18,9 b	11,0	2,30 c	66,0 a
Önemlilik derecesi	***	**	**	öd	*	öd	**	*	öd	**	**
LSD	0,03511	0,03855	17,87	öd	0,149	öd	0,9477	2,947	öd	0,286	2,469

Öd: Önemli Değil * : %5 düzeyinde önemli ** : %1 düzeyinde önemli

Çizelge 3. Gübre uygulamalarının hıyar meyvesinin mineral madde içeriğine etkisi

Uygulamalar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)
Kontrol	4,14	0,63	3,26 b	0,47 ab	0,37	68,8	18,9	25,2 a	25,2 b
TOG	3,99	0,61	3,55 ab	0,48 a	0,39	68,3	19,9	24,7 a	26,2 b
TKG (1/1)+TOG	3,64	0,70	3,69 a	0,45 ab	0,34	97,1	25,2	22,6 bc	26,2 b
TKG (1/2)+TOG	4,05	0,70	3,69 a	0,43 bc	0,35	74,5	23,6	24,1 ab	30,5 a
TKG (1/1)	3,93	0,66	3,38 ab	0,40 c	0,33	74,6	23,7	21,5 c	30,9 a
TKG (1/1)+YOG	3,95	0,67	3,37 ab	0,40c	0,35	75,0	ns	21,8 c	31,2 a
Önemlilik derecesi	ns	ns	*	**	ns	ns	ns	**	*
LSD	ns	ns	0,3107	0,04284	ns	ns	ns	1,872	4,147

Farklı humik materyallerin organik ve organomineral gübre olarak bitki verimliliği, tane verimi ve toprak organik maddesi ile bazı yararlı besin elementleri içeriklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı gitya ve humik-fulvik asitlerin bireysel ve NP ile birlikte uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda humik materyallerin bireysel ve kombinasyonlu uygulamalarının toprakların bazı özellikleri üzerinde farklı etkiler gösterdiği fakat humik materyallerin kimyasal gübrelerle birlikte olan etkilerinin bireysel uygulamalarına göre daha iyi olduğu belirtilmektedir (TURGAY vd. 2011).

Yürütülen bir başka çalışmada farklı dozlarda kullanılan organik azotlu gübrenin ısırgan bitkisinin bazı tarımsal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla kontrol bitkileri ile birlikte dekara 10, 15 ve 20 kg saf azot gelecek şekilde organomineral gübre uygulanmış ve uygulamaların bitki boyu, gövde kalınlığı, dal sayısı, yaş biomass ağırlığı ile kuru sap verimi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 20 kg/da azot dozuna karşılık gelecek şekilde yapılan OMG'nin bitkinin incelenen bütün parametreler üzerine en etkili uygulama olduğu belirtilmiştir (Çizelge 4). Ayrıca araştırmacılar, artışın lineer olarak devam ettiğini ve bu nedenle artan dozlarda yapılan uygulamaların olduğu denemelerin kurulması gerektiğini bildirmişlerdir (ÇALIŞKAN ve AYAN 2011).

Çizelge 4. Isırganda organomineral gübre doz uygulamaları ve elde edilen ölçüm değerleri

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Gövde Çapı (mm)	Dal Sayısı (adet/bitki)	Yaş biomass verimi (kg/da)	Kuru sap verimi (kg/da)
Kontrol (0kg/da)	105.8 d	7.1 b	6.5 b	1056 d	380 c
10 kg/da	110.4 c	6.9 b	6.4 b	1268 c	496 b
15 kg/da	117.0 b	7.6 b	9.6 a	1432 b	532 ab
20 kg/da	139.4 a	9.1 a	10.2 a	1956 a	656 a
% CV	9.8				

İki farklı tekstüre sahip toprakta, leonardit organik materyalinin mısır bitkisinin azot alınımına etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada, hümkik asit içeriği yüksek leonardit' in mineral azotlu gübre desteği ile bitkinin azot alımı üzerine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışmada 5 leonardit dozu (L), (0, 50, 100, 150, 200 kg/da), 4 azot dozu (0, 5, 10, 15 N/da, (%33 N içeren amonyum nitrat gübresi) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 200 kg/da leonardit ve mineral azotlu gübre uygulaması verim parametrelerinde önemli düzeyde artışa neden olmuştur. Buna göre leonardit ile birlikte mineral azotlu gübre uygulamaları sonucunda bitki boyunda en yüksek artış 100 kg L/da-15 kg N/da, bitki çapında en yüksek artışlar leonardit 200 kg L/da-15 kg N/da uygulamasından elde edilmiştir. Bitkideki azot miktarındaki artış ise, yine 200 kg L/da-15 kg N/da uygulamasında görülmüştür. Bu artışlar hiçbir uygulamanın olmadığı kontrol uygulaması ile kıyaslandığında; bitki boyu, bitki çapı ve bitkideki azot miktarının sırasıyla yaklaşık %57, %30 ve % 64 oranlarında olmuştur (SAĞLAM vd. 2012).

Çay tarımı yapılan toprakların reaksiyon değişimlerinin incelendiği ve buna neden olan etmenlerin irdelendiği bir çalışmada, aşırı derecede asitlik kazanmış çay topraklarında özellikle çayın gençleştirme zamanında belli bir program çerçevesinde, kireç içeriği yüksek olan toprak düzenleyicilerin veya organomineral gübrelere kullanılması yerinde olacağı vurgulanmaktadır (ÖZYAZICI vd. 2013).

GÜNAY (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, organomineral gübre uygulamalarının ayçiçeğinin verim ve kimi kalite parametreleri üzerine etkileri araş-

tırılmıştır. Araştırmada, %80 mineral, %20 organik madde içeren 12-12-12 ve 10-25-0 ticari organomineral gübrelere (BIOCOMP) 15 kg/da ve 25 kg/da dozları kullanılmış ve ayçiçeği tarımında çoğunlukla tercih edilen 15-15-15 ve 20-20-0 kompoze gübrelere 25 kg/da doz uygulamasıyla karşılaştırılmıştır. Deneme sonrası gübre uygulamaları karşılaştırıldığında verim özellikleri üzerine genelde en etkili uygulamanın 12-12-12 (25 kg/da) organomineral gübresi olduğu görülmüştür (Çizelge 5). Ayrıca kullanılan organomineral gübrelere oranla ayçiçeğinde temel bitki besin elementlerinden olan azot, fosfor ve potasyum içeriklerini artırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 5. Farklı gübre uygulamalarının ayçiçeği bitkisinin verim özelliklerine etkisi

UYGULAMA	TANE VERİM (kg da ⁻¹)	BİN TANE AĞIRLIĞI (g)	TABLA AĞIRLIĞI (kg)	TABLA ÇAPI (cm)	BİTKİ BOYU (m)	SAP KALINLIĞI (cm)
KONTROL	150.73 d	74.73 bc	1.52 bcd	20.86 b	1.63 b	1.83 b
20-20-0	69.90 bc	69.90 bc	1.29 cd	20.06 b	1.75 a	1.72 b
15-15-15	67.76 c	67.76 c	1.14.d	19.01 b	1.74 a	1.80 b
10-25-0(15)	82.66 ab	82.66 ab	1.71 bc	21.61 ab	1.80 a	2.03 ab
10-25-0(25)	79.83 abc	79.83 abc	1.88 b	22.01 ab	1.78 a	2.02 b
12-12-12(15)	80.30 abc	80.30 abc	1.70 bc	24.08 a	1.81 a	2.04 ab
12-12-12(25)	92.56 a	92.56 a	2.99 a	23.91 a	1.77 a	2.38 a
LSD	%1=99.16	&l=13.21	%1=0.50	%5=3.03	%5=0.08	%5=0.354

ÖZKAN (2013) tarafından yapılan çalışmada, bazı azotlu ve organomineral gübrelere çok yıllık çim çeşitlerin kalite ve gelişimine etkileri araştırılmıştır. Gübre uygulaması olarak 0, 2,5, 5 g/m² azotlu gübre (AN, % 33) dozları ve 4 g/m² olacak şekilde yavaş salımlı N, P, K içeren 2 farklı organomineral gübre (Plentkeep SPEED ve Plentkeep STANDART JPG 25) kullanılmıştır. Plentkeep SPEED içerisinde %12 organik madde, %12.5 azot, %12.5 suda çözünebilir P₂O₅, %10.5 K₂O, %0.5 Fe, %0.1 Mn, %0.1 Zn, %0.1 Cu, Plentkeep STANDART JPG içerisinde %12 organik madde, %20 N %8 suda çözünebilir P₂O₅, %8 suda çözünebilir K₂O, %0.5 Fe, %0.1 Mn, %0.1 Zn, %0.1 Cu içermektedir. Elde edilen sonuçlar üzerine gübre uygulamalarının farklı derecelerde etkili oldukları belirtilmekle birlikte, organomineral gübre uygulanan parsellerde (O1, O2) kuru madde oranlarının daha yüksek çıktığı ifade edilmektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Uygulamaların çok yıllık çim çeşitlerinin kuru madde oranlarına etkisi

ÇEŞİT	MEVSİM	GÜBRE DOZLARI (g/m ²)					ORTALAMA
		A0	A1	A2	O1	O2	
Bizet-1	İlkbahar	24.16	35.10	25.75	32.46	31.35	29.76
	Yaz	22.93	33.87	24.52	31.23	30.12	28.54
	Sonbahar	20.76	31.7	22.35	29.06	27.95	26.36
	Kış	19.42	30.36	21.01	27.72	26.61	25.02
Kokomo	İlkbahar	27.54	24.61	33.01	31.02	43.56	31.94
	Yaz	25.7	23.22	31.61	30	42.09	30.52
	Sonbahar	24.23	21.03	29.56	26.61	40.77	28.44
	Kış	22.90	19.87	27.77	26.41	38.32	27.05
Esquire	İlkbahar	28.77	37.01	45.57	44.7	29.96	37.44
	Yaz	27.65	34.84	44.34	43.47	28.73	36.24
	Sonbahar	25.23	33.52	42.17	41.30	26.56	34.02
	Kış	23.88	35.52	40.66	39.71	25.09	32.57
ORTALAMA		24.48 c	30.0 b	31.7 b	33.09 a	31.72 b	30.19

Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir.

SÜZER vd. (2016) tarafından yürütülen bir araştırmada farklı organomineral ve inorganik gübrelerin ayçiçeğinin tohum verimi ile bazı verim bileşenlerine etkisi araştırılmıştır. Denemede organomineral gübre kaynağı olarak Hexaferm isimli ticari preparatın 8-21-0 ve 6-10-10 içerikli 2 farklı tipi ile 15-15-15 ve 20-20-0 ticari gübreleri kullanılmış ve bütün gübre kaynaklarında hektara 250 kg olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Deneme sonunda tohum verimi üzerine gübre uygulamalarının kontrol'e göre tohum verimini anlamlı derecede artırdığı görülmüştür. Gübre uygulamalarının verime olan etkileri benzer olmakla beraber, en yüksek verimin Hexaferm 6.10.10 gübresinin 250 kg/ha dozundan elde edilmiştir. Diğer parametrelere uygulamaların bir etkisi olmamıştır.

Sonuç ve Değerlendirme

Ülkemizde konuya yönelik olarak yapılan çalışmalardan anlaşıldığı üzere araştırmacıların genelde gübre materyali olarak ticari ürünleri seçtikleri görülmektedir. Bazı çalışmalar organik ve ticari gübre kombinasyonları kullanılarak yürütülmüştür. Elde edilen çalışmaların genelinde organomineral gübrelerin toprak özellikleri, bitkisel verim ve kalite ile bitkilerin mineral beslenmeleri üzerinde olumlu etkilerine yönelik bulgular elde edilmiştir. Yapılan taramalar sonunda konuya yönelik olarak ülkemizde yapılan çalışmaların yeterli olmadığı göze çarpmıştır. Dolayısıyla sürdürülebilir toprak verimliliği açısından son derece önemli olan bu gübrelerin kullanıldığı araştırma çalışmalarının artırılması ülkemiz tarımı açısından oldukça yararlı olacaktır.

Kaynaklar

AKINCI, C., YILDIRIM, M., DORAN, Ğ. AKCAN, A. (2007) Ekmeklik Buğdayın Verim ve Verim Unsurları Üzerine Tescilli Organomineral Gübrelerin Etkileri, Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt:2, Erzurum, 607-611 s.

ÇALIŞKAN, Ö., AYAN A.K. (2011) Isırganda (*Urtica dioica* L.) Farklı dozlarda NPK'lı organomineral gübrenin verim ve bazı verim komponentlerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 26(3): 217-220

ÇÖTELİ, M., USUL, M., DEREKÖY, N. (2004) Elbistan Linyitinden Üretilmiş Çesitli Humatlar ve Organik Kökenli 8-6-1-8 Gübresinin Sera Şartlarında Mısır Bitkisinde Kök ve Gövde Gelişimine Etkisi. Ulusal Gübre Kongresi Bildiri Kitabı, 928-939. Tokat.

GÜNAY, A. (2014) Organomineral Gübre Uygulamalarının Ayçiçeğinin Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi.Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı. İzmir.

KACAR B., TABAN. S., KÜTÜK, C. (1996) Çay Atıklarının Zenginleştirilmiş Organik Gübreye Dönüştürülerek Kullanılması Araştırma, Geliştirme, Uygulama Projesi. Kesin Rapor. S.1-57. Çay işletmeleri Genel Müdürlüğü, Rize.

KARACA, A., TURGAY, O.C. TAMER, N. (2005) Effects of Gyttja on Soil Chemical and Properties and Availability of Heavy Metal in Soil. Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Ankara University, Turkey.

KOMINKO, H., GORAZDA, K., WZOREK, Z. (2016) "The Possibility of Organo-Mineral Fertilizer Production from Sewage Sludge" Waste Biomass Valor, DOI: 10.1007/s12649-016-9805-9.

LIU, E., CHANGRONG YAN, C., MEI, X., HE, W., BING, S.H., DING, L., LIU, Q. , LIU, S., Fan, T., (2010) "Long-Term Effect of Chemical Fertilizer, Straw, and

Manure on Soil Chemical and Biological Properties in Northwest China”, *Geoderma* 158, 173–180.

ONAT M., (2015) Organomineral Gübre Uygulamalarının Ayçiçeği Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı. İzmir.

ÖKTÜREN ASRİ, F., DEMİRTAŞ, E. I., ÖZKAN, C. F., ARI, N. (2011) Organik ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Hıyar Bitkisinin Verim, Kalite ve Mineral İçeriklerine Etkileri Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (2011), 24(2), 139-143.

ÖZYAZICI, M. A., DENGİZ, O., AYDOĞAN, M. (2013) Çay Yetiştirilen Tarım Topraklarının Reaksiyon Değişimleri ve Alansal Dağılımları. *Toprak Su Dergisi*, 2(1). 23-29.

PEKCAN, T., TURAN, H. S., & ÇOLAKOĞLU, H. (2009) Effects of Organomineral, Mineral and Farm Yard Manures on the Yield and Quality of Olive Trees (*Olea europaea* L.). In The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI.

SAĞLAM, M. T., ÖZEL, E. Z., BELLİTÜRK, K. (2012) İki Farklı Tekstüre Sahip Toprakta Leonardit Organik Materyalinin Mısır Bitkisinin Azot Alınımına Etkisi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, (1). 383-391.

SHAN, L., HE, Y., CHEN, J., HUANG, Q., WANG, H. (2015) “Ammonia Volatilization a Chinese Cabbage Field Under Different Nitrogen Treatments in the Taihu Lake Basin, China” *Journal of Environmental Sciences*, 38, 14-23.

SÜZER, S., ÇULHACI, E. (2016) Effects of Different Organomineral and Inorganic Compound Fertilizers on Seed Yield and Some Yield Components of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). 19 th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 2016.

ŞİPAL, S. (1994) Gytja’da Bulunan Humin Asitlerine Demir ve Çinko’nun Bağlanması ile Oluşturulan Organomineral Komplekslerin Bitki Gelişimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana

TARAKÇIOĞLU, C., AŞKIN, T., CANGİ, R. (2006) Organomineral Gübrenin Kivi Bitkisinin Verim ile Yaprakların Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi. II. Ulusal Üzüm Meyveler Sempozyumu, 267-272, Tokat.

TURGAY, O. C., KARACA, A., UNVER, S., Tamer, N. (2011) Effects of Coal-Derived Humic Substance on Some Soil Properties and Bread Wheat Yield. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42(9), 1050-1070.

DÜNYADA ORGANOMİNERAL GÜBRELERİN TARIMDA KULLANIMINA İLİŞKİN ÇALIŞMALAR: SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

ABUZER CENGİZ¹ M. EŞREF İRGET¹

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü
Bornova/İzmir
abuzercengiz21@gmail.com

Özet

Bu derleme dünyada organomineral gübrelerle yapılmış çalışmaların incelenmesi ile hazırlanmıştır. Bu çerçevede farklı ülkelerde (Türkiye, İngiltere, Almanya, İspanya, İtalya, Nijerya vb.) organomineral gübre uygulamalarının, çeşitli bitkilerde verim ve kaliteye olan etkileri ile toprak özellikleri, toprak mikrobiyolojisi üzerine etkisi çok sayıda çalışma ile incelenmiştir. Bu çalışmalar aynı zamanda organomineral ve mineral gübrelerin karşılaştırılması, farklı materyallerden organomineral gübre üretimi, doz çalışmaları, organomineral gübre uygulamalarına bağlı azot ve fosfor mineralizasyonu, azot yıkanması konularını da kapsamaktadır.

Bu çalışmaların sonuçları incelendiğinde, organomineral gübrelerin verime etkilerinin değişken olduğu, kimi durumlarda mineral gübrelerden daha yüksek, kimi durumlarda ise daha düşük verim değerleri sağladığı, çoğunlukla da organomineral ve mineral gübre uygulamaları ile elde edilen verim değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Organomineral gübre uygulamalarının toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerinin olumlu olduğu bildirilmektedir. Organomineral gübrelerin toprak organik maddesi ve toprağın biyolojik dinamizmine önemli katkı sağladığı rapor edilmektedir.

Organomineral gübre üretiminde geniş bir yelpazeye yayılan farklı organik materyallerden [biokatılar, kanalizasyon atıkları, bitkisel atıklar, hayvan gübreleri v.b) yararlanma olanaklarının da araştırıldığı gözlenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Organomineral gübre, verim, kalite, toprak, mikrobiyoloji, üretim.

ORGANOMİNERAL FERTILIZER USE in AGRICULTURE: RESULTS and EVALUATION

Abstract

This review has been prepared by examining the studies carried out through applications of organomineral fertilizers all over the world.

In this respect the applications of organomineral fertilizers on various crops regarding yield, quality, soil characteristics have been examined. These studies include the comparison of organomineral and mineral fertilizers and also the production of organomineral fertilizer from different materials.

Results revealed that organomineral fertilizers have different effects on yield. In some cases these effects are higher than the mineral fertilizers and lower in some other.

The application of organomineral fertilizers are reported to have positive impact on the soil microbiologic, physical and chemical characteristics. It is also reported that organomineral fertilizers contribute organic matter and the biological dynamism of the soil.

It has stated that possible to produce organomineral fertilizer by benefiting from different organic materials such as biosolids, sewage sludge, animal wastes etc.

Keywords: Organomineral fertilizer, yield, quality, soil, microbiology, production

Giriş

Bu derleme dünya ölçeğinde organomineral gübrelerin üretimi ve tarımda kullanılmasına ilişkin yapılmış çalışmaların sonuçları incelenerek hazırlanmıştır. Bu çerçevede çok sayıda yayın içerisinde organomineral gübreleri farklı yönleri ile temsil edecek 35 yayın seçilmiş ve bunların bazıları detayları ile incelenmiştir.

Dünyada Organomineral Gübre Çalışmalarının Durumu

Literatür taramalarında dünyanın farklı ülkelerinde (İngiltere, Almanya, Nijerya, Türkiye, İspanya, Brezilya, Polonya, İtalya vb.), farklı organomineral gübreler kullanılarak (farklı kompozisyon ve form), farklı konularda çok sayıda çalışma yürütüldüğü görülmüştür. Araştırmalarda geniş bir bitki deseni (silajlık mısır, buğday, kanola, çeltik, marul, lahana, karpuz, kavun vb.) materyal olarak kullanılmıştır.

Organomineral gübrelerle ilgili dünyada yürütülen çalışmalar aşağıda başlıklar halinde verilen konuları kapsamaktadır.

- 1- Farklı bitkilerde verime etkileri (Çizelge-1)
- 2- Farklı bitkilerde kaliteye etkileri (Çizelge-2)
- 3- Konvansiyonel gübreler ile organomineral gübrelerin karşılaştırılması (Çizelge-3)
- 4- Toprak özellikleri ve mikrobiyolojisine etkisi (Çizelge-4)
- 5- Toprakta azot mineralizasyonu ve yıkanmasına etkisi
- 6- Farklı materyallerden organomineral gübre üretimi
- 7- Doz Çalışmaları (Çizelge-1,2 ve 3)

Organomineral Gübrelerin Verime Etkileri

Organomineral gübrelerin verime etkilerine ilişkin kimi örnek çalışmalar Çizelge-1'de verilmiştir.

Çizelge-1. Organomineral Gübrelerin Verime Etkilerine Yönelik çalışmalar

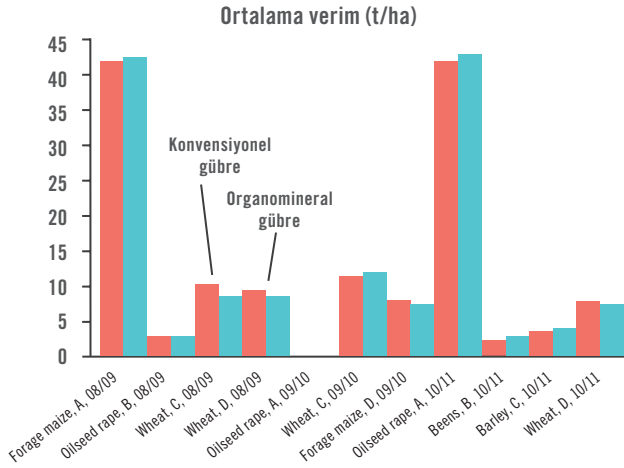
Ülke	Bitki	Konu	Literatür
İngiltere	Tarla Bitkileri	Verim	Smith ve ark., 2015.
İngiltere	Tarla Bitkileri	Verim	Deeks ve ark., 2013.
Türkiye	Ayçiçeği	Verim	Süzer ve Çulhacı, 2016.
Nijerya	Çeltik	Verim ve Doz	Egbuchua ve Enujeke, 2013.
Nijerya	Karpuz	Verim	Ojo ve ark., 2014.

Bu çalışmaların bazılarında ilişkin özet bilgiler aşağıda verilmiştir.

İngiltere'de United Utilities Water şirketi tarafından yeni geliştirilmiş bir organomineral gübre olan SMART-P™ gübresi (Şekil-1) [kanalizasyon atıklarının, inorganik azot ve potasyum ilavesi ile (azot kaynağı olarak üre, potasyum kaynağı olarak potasyum klorür kullanılmıştır) 80°C'de kurutulup granüle edilmiş organomineral gübre] ile inorganik N ve K'lu gübreler verim açısından karşılaştırılmıştır. Bu amaçla gübreler araştırma bölgesinde (Broxtton, Cheshire, UK) yaygın olarak uygulanan 4 ekim nöbeti sisteminde, 3 yıl süre ile denenmiştir. Ekim nöbetinde yer alan bitkiler Buğday, Kanola, Arpa, Fasulye ve Yemlik Mısır'dır. Araştırma sonucunda organomineral gübrenin verim üzerinde inorganik gübreler kadar etkili olduğu bulunmuştur (Şekil-2). (DEEKS vd. 2013).



Şekil 1. Araştırmada kullanılan organomineral gübrenin görünümü (DEEKS vd. 2013)



Şekil 2. Organomineral-Konvensiyonel gübre uygulamalarının farklı bitkilerde verime etkileri (DEEKS vd. 2013).



Şekil 3. Konvensiyonel (sol) ve organomineral gübre (sağ) uygulamalarının silajlık mısır'da etkileri (DEEKS vd. 2013).

Organomineral Gübrelerin Verim-Kaliteye Etkileri

Bu yönde yapılmış kimi çalışmalar Çizelge-6'da verilmiştir.

Nijerya'da yapılan bir çalışmada farklı organomineral gübre çeşitlerinin iki lahana çeşidinin besin içeriğine, depolamadan önce ve depolama sonrası etkilerini belirlemek için bir araştırma yapılmıştır. Araştırmada materyal olarak Copenhagen market ve F1 Milor lahana çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmada 4 organik gübre (Neemorganicfertilizer (NOF), Cassava peel compost (CPC), Sunshine Unfortified Fertilizer (SUF) ve Alesinloye Organic Fertilizer), 3 Organomineral gübre (Alesinloye Organomineral Fertilizer, Sunshine Fortified Fertilizer (SFF) ve Pacesetter Fortified Fertilizer (PFF) ve 1 mineral gübre(15:15:15) kullanılmıştır. Araştırmada, anılan gübrelerden 60 kg N/ha dozuna eşdeğerde gübre kullanılmıştır. Araştırmada gübre uygulamalarının bölgede yoğun olarak yetiştirilen iki lahana çeşidinin depolama öncesi ve sonrası besin içeriğine etkileri incelenmiştir (OJETAYO vd. 2011).

Çizelge-2. Organomineral Gübre Uygulamalarının Verim ve Kaliteye Etkileri

Ülke	Bitki	Konu	Literatür
Brezilya	Kavun	Kalite	Fernandes ve ark., 2003.
Nijerya	Hıyar	Verim ve kalite	Olaniyi ve ark., 2009.
Türkiye	Zeytin	Verim ve kalite	Pekcan ve ark., 2009.
Nijerya	Bamya	Verim ve kalite	Olaniyi ve ark., 2010.
Nijerya	Biber	Verim ve kalite	Olaniyi ve Ojetayo, 2010.
Türkiye	Isırgan	Verim ve kalite	Çalışkan ve Ayan, 2011.
Nijerya	Lahana	Kalite	Ojetayo ve ark., 2011.
Nijerya	Lahana	Verim	Olaniyi ve Ojetayo 2011.
Nijerya	Kabak	Verim ve kalite	Olaniyi ve Akanbi, 2007.
Nijerya	Biber	Kalite	(Olowokere, 2014)

Araştırma sonucunda, hemen yarıyışlı N kaynağı olarak kabul edilen mineral gübre ile yavaş yarıyışlı N kaynağı olarak kabul edilen organik gübre (sunshine organomineral fertilizer) kombinasyonunun lahanada, başın mineral (Ca, Mg ve K) içeriğini depolamadan önce ve sonra artırabileceği belirlenmiştir. Araştırmada Pacesetter organomineral gübresi ve onu sıra ile takip eden Sunshine ve Alesiloye Organomineral gübrelerinin yalnızca NPK (15:15:15) kullanımına göre daha iyi sonuç verdikleri saptanmıştır (OJETAYO vd. 2011).

Çizelge-3. Araştırmada kullanılan farklı organomineral ve mineral gübrelerin NPK içerikleri (OLANIYI ve OJETAYO 2011).

Konu	Gübreler	Çeşit	N	P	K
T1	NPK 15:15:15	Mineral	15.00	15.00	15.00
T2	Neem	Organik	15.00	15.00	15.00
T3	Alesiloye (A)	Organomineral	3.00	2.50	1.50
T4	SFF	Organomineral	3.50	2.50	4.00
T5	CPC	Organik	2.20	0.22	0.51
T6	Alesiloye(B)	Organik	1.00	1.00	1.50
T7	PFF	Organomineral	3.50	2.50	4.00
T8	SUF	Organik	2.50	1.70	2.00

Çizelge-4. Araştırmanın yapıldığı toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri (OLANIYI ve OJETAYO 2011).

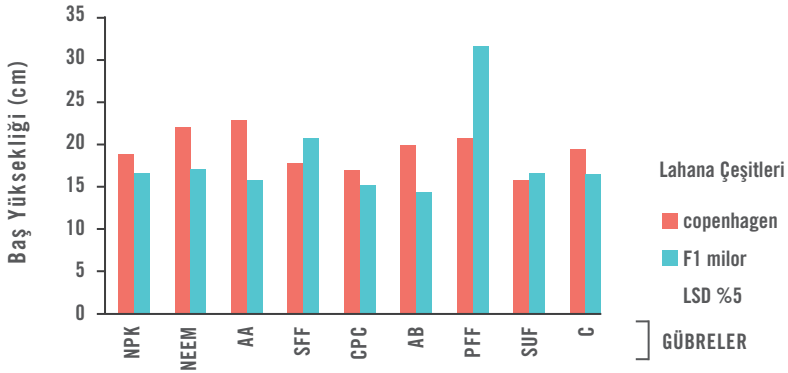
Parametre	Değer
PH	5.9
Organik Karbon (mg/kg)	0.048
EKDK (c mol/kg)	8.6
Toplam N (mg/kg)	0.003
Faydalı P (mg/kg)	5.34
Değişebilir K (c mol/kg)	0.10
Kum (%)	84
Mil (%)	4
Kil (%)	9
Bünye	Kumlu tın
Değişebilir Na(c mol/kg)	0.14
Değişebilir Ca(c mol/kg)	7.65
Değişebilir Mg(c mol/kg)	0.76
Cu (mg/kg)	1.12
Zn(mg/kg)	11.72
Fe (mg/kg)	56.44

Çizelge-5. Gübre Çeşitlerinin farklı yetiştirme evrelerinde lahana çeşitlerinin boyuna olan etkisi (OLANIYI ve OJETAYO 2011).

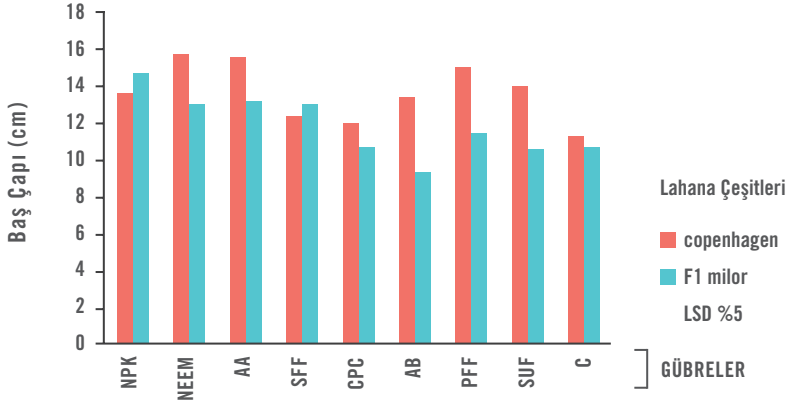
Gübreler	Bitki Boyu (cm)							
	Copenhagen				F1 Milor			
	Ekim sonrası hafta							
	4	8	12	Ort.	4	8	12	ort
NPK	4.37	5.80	6.46	5.54	2.27	4.83	5.96	4.39
Neem	3.23	6.03	7.63	5.63	4.47	5.60	6.57	5.55
AB	3.87	5.17	6.30	5.11	3.17	4.87	5.87	4.64
SFF	4.23	6.03	7.63	5.96	3.37	4.50	5.67	4.51
CPC	4.97	7.70	10.40	7.69	3.13	4.20	5.10	4.14
AB	3.77	5.27	7.10	5.38	3.33	4.73	5.43	4.50
PFF	4.43	6.03	7.47	5.98	3.77	5.10	5.63	4.83
SUF	3.93	5.20	6.67	5.27	2.93	3.90	4.60	3.81
C	3,46	5,57	6,87	5,30	2,70	3,76	4,27	3,58
Ortalama	4.03	5.876	7.39		3.23	4.61	5.63	
LSD (%5)								
Gübre (G)	ns	Ns	ns		ns	ns	ns	
Çeşit(Ç)	ns	Ns	32.80		ns	ns	28.40	
(GxÇ)	ns	Ns	4.90		ns	ns	4.58	

Çizelge-6. Gübre çeşitlerinin farklı yetiştirme evrelerinde Lahana'da yaprak sayısına etkileri (OLANIYI ve OJETAYO 2011).

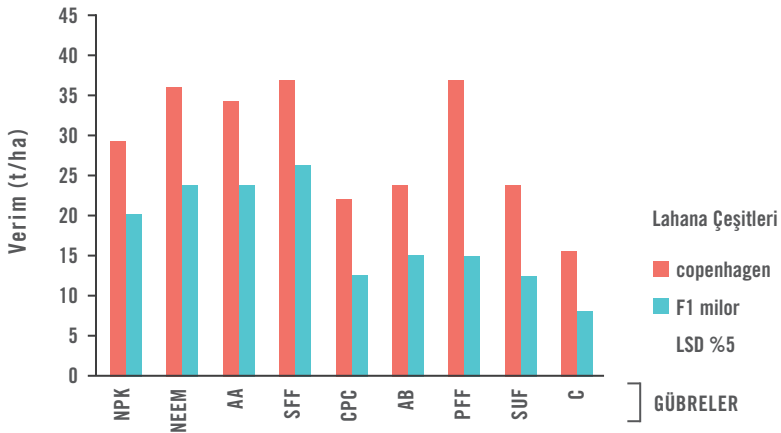
	Yaprak Sayısı							
	Copenhagen							
	Ekim sonrası (hafta)							
Gübreler	4	8	12	Ort.	4	8	12	ort
NPK	15.13	17.97	8.10	13.73	17.03	21.50	21.50	20.01
Neem	8.73	13.97	17.60	13.43	10.90	14.77	18.96	14.87
AB	10.10	15.83	18.10	14.77	8.80	14.03	17.97	13.60
SFF	9.47	14.93	16.83	13.74	9.20	13.53	17.00	13.24
CPC	11.57	18.43	22.10	17.34	7.70	12.63	16.50	12.28
AB	10.13	15.10	17.00	14.08	10.17	13.10	16.57	13.28
PFF	9.67	15.05	16.50	13.74	9.53	12.93	15.67	12.71
SUF	8.03	14.03	16.10	12.72	8.67	13.03	15.13	12.28
Kontrol	6.87	12.83	15.23	11.64	5.40	9.47	12.17	9.01
Ortalama	9.43	15.03	17.50		8.72	13.44	16.90	
LSD (%5)								
Gübre(G)	ns	12.00	20.90		ns	10.01	19.92	
Çeşit(Ç)	ns	Ns	ns		ns	ns	ns	
(GxÇ)	ns	Ns	9.90		ns	ns	9.90	



Şekil 4: Gübre çeşitlerinin Lahana çeşitlerinin Göbek Uzunluğuna etkisi (OLANIYI ve OJETAYO 2011).



Şekil 5: Gübre çeşitlerinin Lahana çeşitlerinin göbek çapına etkisi (OLANIYI ve OJETAYO 2011).



Şekil 6: Gübre çeşitlerinin Lahana çeşitlerinde Verime Etkisi (Olaniyi ve Ojetayo 2011).

Çizelge-7. Gübre çeşitlerinin lahanada göbek ağırlığına (K.M. g/bitki) etkileri (OLANIYI ve OJETAYO 2011).

Gübreler	Verim (K.M. g/bitki)	
	Copenhagen	F1 Milor
NPK	11.20	5.90
Neem	4.40	9.30
AB	8.60	6.70
SFF	4.70	6.00
CPC	12.50	7.40
AB	7.00	6.80
PFF	16.00	7.40
SUF	28.00	8.10
Kontrol	8.40	7.70
Ortalama	9.00	8.15
LSD %5		
Gübre(G)	85.38	85.38
Çeşit(Ç)	208.86	208.86
(GxÇ)	80.19	80.19

Organomineral Gübre-Konvansiyonel Gübre Karşılaştırılmasına İlişkin Araştırmalar

Konuya ilişkin araştırmalar Çizelge-8’de verilmiştir.

Çizelge-8. Konvansiyonel gübreler ile Organomineral gübrelerin karşılaştırılması ile ilgili çalışmalar

Ülke	Bitki	Konu	Literatür
İngiltere	Tarla Bitkileri	Organomineral ve İnorganik gübrelerin karşılaştırılması	Deeks ve ark., 2013.
İngiltere	-	Laboratuvar koşullarında inorganik ve organominral gübrelerin toprağın fosfor içeriğine etkisi	Antille ve ark., 2014.
İngiltere	Çim	Biokatılar, Organomineral ve Mineral Gübre (Üre) karşılaştırılması (sera denemesi)	Antille ve ark., 2014.
Nijerya	Moringa	İnorganik, organik ve Organomineral gübrelerin karşılaştırılması	Dania ve ark., 2014.
Almanya	Marul	Organomineral ve İnorganik gübrelerin karşılaştırılması	(Dannehl ve ark., 2016)

Organomineral Gübrelerin Toprak Özellikleri ve Mikrobiyolojik Dinamizme Etkileri

Bu yönde yapılmış kimi çalışmalar Çizelge-9'da verilmiştir.

Çizelge-9. Organomineral Gübrelerin Toprak özelliklerine ve Mikrobiyolojisine etkisi ile ilgili çalışmalar

Ülke	Bitki	Konu	Literatür
Nijerya	Mısır	Toprak özellikleri ve Verim	Ayeni ve ark., 2012
Romanya	Mısır ve Ayçiçeği	Toprak Solucanları	Lordache, 2012
Nijerya	Tatlıpatates	Toprak özellikleri ve Verim	Oshunsanya ve Akinrinola, 2013
Nijerya	Biber	Toprak özellikleri	Olowokere, 2014
Almanya	Marul	Toprak özellikleri	Dannehl ve ark., 2016

LORDACHE (2012), HF1 ve HF2 diye tanımlanan potasyum ve hümik asit ile kaplanmış iki organomineral gübrenin (Çizelge-3) toprak solucanlarının popülasyonuna etkilerini araştırmıştır. Romanya'da Çernozyem topraklarda 2 yıl süre ile yürütülen çalışmada, ilk yıl mısır, ikinci yıl ise ayçiçeği bitkileri deneme materyali olarak kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre iki organomineral gübreden HF1in uygulandığı toprakta toprak solucanı yoğunluğunun HF2 ve kontrole oranla daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Çizelge-11).

Çizelge-10. HF1 ve HF2 Organomineral gübrelere fiziksel ve kimyasal özellikleri (LORDACHE, 2012).

	Organomineral Gübreler	
	HF1	HF2
Besin içeriği (%)		
Humik asit	29.90	26.4
Azot (N)	23.49	10.47
Fosfor (P2O5)	-	16.50
Potasyum (K2O)	0.255	0.307
Fiziksel ve kimyasal yapı		
Katyon değişim kapasitesi (me/100g)	96.3	100.3
pH (1:2.5)	7.3	7.0
Yogunluk (g/cm ³)	0.823	0.852
Granül Yapı (1-5mm) %	89.9	93.5

Çizelge-11. HF1 ve HF2 uygulaması sonrası toprak solucanı değerleri (LORDACHE, 2012).

Uygulama/ Gübreler		Toprak solucanı (adet/m ²)	Toprak solucanı biomassı (g/m ²)
Mısır	Kontrol	32.00 ± 1.58	6.26 ± 1.84
	HF1	46.60 ± 3.20	12.79 ± 1.16
	HF2	41.20 ± 1.92	8.71 ± 1.14
Ayçiçeği	Kontrol	27.60 ± 1.81	7.60 ± 0.62
	HF1	39.00 ± 3.67	9.24 ± 0.44
	HF2	34.60 ± 3.57	7.19 ± 1.32

Çizelge-12. Deneme toprağında uygulamalara bağlı toprak solucan çeşit ve sayıları (LORDACHE, 2012).

Bitki	Uygulama	Yetişkin Toprak solucanı sayısı	Toprak Solucanı Çeşidi (Yetişkin)		
			Lumbricus rubellus	Lumbricus castaneus	Eisenia foetida
Mısır	Kontrol	12	7	4	1
	HF1	22	14	6	2
	HF2	18	2	3	13
Ayçiçeği	Kontrol	10	4	5	1
	HF1	14	9	3	2
	HF2	13	7	4	2

Organomineral Gübrelerin Üretiminde Kullanılabilecek Materyallere İlişkin Araştırmalar

Konuya ilişkin çalışmaların bazıları Çizelge-13'te verilmiştir.

Çizelge-13. Organomineral gübre üretiminde kullanılabilecek materyallerle yönelik çalışmalar

Ülke	Bitki	Materyal	Literatür
Polonya	-	Kanalizasyon atığı	Kominko ve ark., 2017.
Almanya	Marul	Hidroponik atığı	Dannehl ve ark., 2016.
İngiltere	Çim	Biokatri-Organomineral	Antille ve ark., 2013.
İngiltere	-	Mineral gübre + Biokatlardan üretilmiş organomineral gübreler	Antille ve ark., 2013.
Hindistan	-	Kompost + Mika + Fosfat Kayasından üretim	Biswas ve ark., 2009.

Organomineral Gübrelerin Toprakta Azot Mineralizasyonu ve Yıkanmasına Etkileri ile ilgili Araştırmalar

Konuya İlişkin Araştırmalar Çizelge-14'te verilmiştir.

Çizelge-14. Organomineral gübrelerin toprakta azot mineralizasyonu ve yıkanmasına etkisine ilişkin çalışmalar

Ülke	Bitki	Konu	Literatür
Kanada	Mısır	Azotun yarıyışlılığı ve topraktan yıkanması	J. E. Richardst, 1993
İspanya	-	Geleneksel ve Organomineral gübreleme uygulamaları ile toprakta azot mineralizasyonu	Tejada ve ark., 2002
İspanya	Buğday	İki organomineral gübre uygulamasının topraktan besin maddelerinin yıkanmasına ve Buğdayda kaliteye olan etkileri	Tejada ve ark., 2005
Nijerya	Mısır	Vertiver çim şeritlerinin, Vertiver çimi malçının ve bir organomineral gübrenin toprak, su, topraktan besin kayıplarına ve Mısır'da verime olan etkileri	Babalola ve ark., 2007
İngiltere	Çim	Mineralizasyon	Antille ve ark., 2014

Diğer Konulara Yönelik Çalışmalar, Çizelge-15'te verilmiştir

Çizelge-15. Dünyada Organomineral gübrelere ilişkin diğer çalışmalar

Ülke	Bitki	Konu	Literatür
Almanya	-	İz element içeriği	Kratz ve ark., 2016
İtalya	-	Organomineral gübrenin etkinliğinin ölçülmesi	Alianiello ve ark., 2008
Yunanistan	-	Düşük kalorili kömürlerde EDXRF Yöntemi kullanılarak Fe ve CaOrganomineral içerikli gübre üretimi	(Chassapis ve Roulia, 2008)
İtalya	-	Organomineral gübrenin gübre dağıtıcı makinalarla uygulanabilirliğinin belirlenmesi	Biocca ve ark., 2013

Değerlendirme ve Sonuç

Dünyada organomineral gübrelere yönelik çalışmalar incelendiğinde elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

1. Konvansiyonel tarım ile karşılaştırıldığında verim kimi durumlarda daha düşük, çoğunlukla eş düzeyde, bazı durumlarda ise daha yüksek bulunmuştur
2. Kalite açısından verime benzer sonuçlar bulunmuştur
3. Organomineral gübre hazırlanmasında (üretiminde) geniş bir yelpazeye yayılan farklı materyallerden yararlanma olanakları olabileceği görülmüştür.
4. Organomineral gübrelerin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri çoğunlukla olumlu yöndedir.

Kaynaklar

- ALIANIELLO, F., DELL'ORCO, S., BENEDETTI, A. ve SEQUI, P.(2008) Identification of primary substrates in organomineral fertilizers by means of isoelectric focusing, *Communications in soil science and plant analysis*, 30 (15-16), 2169-2181.
- ANTILLE, D. L., SAKRABANI, R. ve GODWIN, R. J.(2013a) Field-Scale Evaluation of Biosolids-Derived Organomineral Fertilisers Applied to Ryegrass (*Lolium perenne* L.) in England, *Applied and Environmental Soil Science*, 2013, 1-9.
- ANTILLE, D. L., SAKRABANI, R., TYRREL, S. F., LE, M. S. ve GODWIN, R. J.(2013b) Characterisation of Organomineral Fertilisers Derived from Nutrient-Enriched Biosolids Granules, *Applied and Environmental Soil Science*, 2013, 1-11.
- ANTILLE, D. L., SAKRABANI, R. ve GODWIN, R. J.(2014a) Nitrogen Release Characteristics from Biosolids-Derived Organomineral Fertilizers, *Communications in soil science and plant analysis*, 45 (12), 1687-1698.
- ANTILLE, D. L., SAKRABANI, R. ve GODWIN, R. J.(2014b) Effects of Biosolids-Derived Organomineral Fertilizers, Urea, and Biosolids Granules on Crop and Soil Established with Ryegrass (*Lolium perenne* L.), *Communications in soil science and plant analysis*, 45 (12), 1605-1621.
- ANTILLE, D. L., SAKRABANI, R. ve GODWIN, R. J.(2014c) Phosphorus Release Characteristics from Biosolids-Derived Organomineral Fertilizers, *Communications in soil science and plant analysis*, 45 (19), 2565-2576.
- AYENI, L. S., ADELEYE, E. O. ve ADEJUMO, J. O. (2012) Comparative effect of organic, organomineral and mineral fertilizers on soil properties, nutrient uptake, growth and yield of maize (*Zea mays*), *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 2 (11), 493-497.
- BABALOLA, O., OSHUNSANYA, S. O. ve ARE, K. (2007) Effects of vetiver grass (*Vetiveria nigritana*) strips, vetiver grass mulch and an organomineral fertilizer on soil, water and nutrient losses and maize (*Zea mays* L.) yields, *Soil and Tillage Research*, 96 (1-2), 6-18.
- BIOCCA, M., GALLO, P. ve MENESATTI, P.(2013) Aerodynamic properties of six organomineral fertiliser particles, *Journal of Agricultural Engineering*, 44 (2s). P411-414
- BISWAS, D. R., NARAYANASAMY, G., DATTA, S. C., SINGH, G., BEGUM, M., MAITI, D., MISHRA, A. VE BASAK, B. B.(2009) Changes in Nutrient Status During Preparation of Enriched Organomineral Fertilizers Using Rice Straw, Low-Grade Rock Phosphate, Waste Mica, and Phosphate Solubilizing Microorganism, *Communications in soil science and plant analysis*, 40 (13-14), 2285-2307.
- CHASSAPIS, K. ve ROULIA, M. (2008) Evaluation of low-rank coals as raw material for Fe and Ca organomineral fertilizer using a new EDXRF method, *International Journal of Coal Geology*, 75 (3), 185-188.

- ÇALIŞKAN, Ö. ve AYAN, A. K.(2011) Isırganda (*Urtica dioica* L.) Farklı Dozlarda NPK'lı Organo Mineral Gübrenin Verim Ve Bazı Verim Komponentlerine Etkisi, *Anadolu Tarım Bilim. Derg.* 26 (3), 217-220.
- DANIA, S. O., AKPANSUBI, P. ve EGHAGARA, O. O.(2014) Comparative Effects of Different Fertilizer Sources on the Growth and Nutrient Content of Moringa (*Moringa oleifera*) Seedling in a Greenhouse Trial, *Advances in Agriculture*, 2014, 1-6.
- DANNEHL, D., BECKER, C., SUHL, J., JOSUTTIS, M. ve SCHMIDT, U.(2016) Reuse of Organomineral Substrate Waste from Hydroponic Systems as Fertilizer in Open-Field Production Increases Yields, Flavonoid Glycosides, and Caffeic Acid Derivatives of Red Oak Leaf Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Much More than Synthetic Fertilizer, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64 (38), 7068-7075.
- DEEKS, L. K., CHANEY, K., MURRAY, C., SAKRABANI, R., GEDARA, S., LE, M. S., TYRREL, S., PAWLETT, M., READ, R. ve SMITH, G. H. (2013) A new sludge-derived organo-mineral fertilizer gives similar crop yields as conventional fertilizers, *Agronomy for Sustainable Development*, 33 (3), 539-549.
- EGBUCHUA, C. N. ve ENUJEKE, E. C.(2013) Effects of Different Levels of Organomineral Fertilizer on the Yield and Yield Components of Rice (*Oryza sativa* L.) In A Coastal Flood Plain Soil, Nigeria., *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 4 (2), 01-05.
- FERNANDES, A. L. T., RODRIGUES, G. P. ve TESTEZLAF, R.(2003) Mineral And Organomineral Fertirrigation In Relation To Quality Of Greenhouse Cultivated Melon, *Scientia Agricola*, 60 (1), 149-154.
- LORDACHE, M.(2012) Abundance of earthworms under fertilization with organo-mineral fertilizers in a chernozem from west of Romania, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (3-4), 1103-1105.
- RICHARDST, J. E., LEBLANC, J. Y. D., PAULIN, P, R. and GHANEM, I. (1993) Nitrogen availability and nitrate leaching from organo-mineral fertihzers, *Can. J. Plant Sci.*, 73, 197-208.
- KOMINKO, H., GORAZDA, K. ve WZOREK, Z., 2017, The Possibility of Organo-Mineral Fertilizer Production from Sewage Sludge, *Waste and Biomass Valorization*.
- KRATZ, S., SCHICK, J. ve SCHNUG, E.(2016) Trace elements in rock phosphates and P containing mineral and organo-mineral fertilizers sold in Germany, *Science of The Total Environment*, 542, 1013-1019.
- OJETAYO, A. E., OLANIYI, J. O., AKANBI, W. B. ve OLABIYI, T. I.(2011) Effect of fertilizer types on nutritional quality of two cabbage varieties before and after storage, *Journal of Applied Biosciences*, 48, 3322– 3330.
- OJO, J. A., OLOWOAKE, A. A. ve OBEMBE, A.(2014) Efficacy of organomineral fertilizer and un-amended compost on the growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus* Thumb.) in Ilorin Southern Guinea Savanna zone of Nigeria, *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 3 (4), 121-125.

- OLANIYI, J. O. ve AKANBI, W. B.(2007) Effect of organo mineral and inorganic fertilizers on the yield quality of fluted pumpkin (*Telfaria occidentalis* hook. F.), *African Crop Science Conference Proceedings*, 347-350.
- OLANIYI, J. O., OGUNBIYI, E. M. ve ALAGBE, D. D.(2009) Effects of organo-mineral fertilizers on growth, yield and mineral nutrients uptake in cucumber, *Journal of Animal & Plant Sciences*, 5 (1), 437 - 442.
- OLANIYI, J. O., AKANBI, W. B., OLANIRAN, O. A. ve ILUPEJU, O. T.(2010) The effect of organo-mineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield, quality and chemical compositions of okra., *Journal of Animal & Plant Sciences*, 9 (1), 1135- 1140.
- OLANIYI, J. O. VE OJETAYO, A. E.(2010) The effect of organomineral and inorganic fertilizers on the growth, fruit yield and quality of pepper (*Capsicum frutescence*), *Journal of Animal & Plant Sciences*, 8 (3), 1070- 1076.
- OLANIYI, J. O. ve OJETAYO , A. E.(2011) Effect of fertilizer types on the growth and yield of two cabbage varieties, *Journal of Animal & Plant Sciences*, 12 (2), 1573-1582.
- OLOWOKERE, F. A.(2014) Effect Of Inorganic And Organo-Mineral Fertilizers On Soil Properties And Nutrient Composition Of Pepper (*Capsicum* Spp.), *Journal of Agricultural Science and Environment*, 14, 82-96.
- OSHUNSANYA, S. O. ve AKINRINOLA, T. B.(2013) Changes in soil physical properties under yam production on a degraded soil amended with organomineral fertilizers, *African Journal of Agricultural Research*, 8 (33), 4895-4901.
- PEKCAN, T., TURAN, H. S. ve ÇOLAKOĞLU, H.(2009) Effects of Organomineral, Mineral and Farmyard Manures on The Yield and Quality of Olive Trees (*Olea europaea* L.). The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI. California, U. o. UC Davis.
- SMITH, G. H., CHANEY, K., MURRAY, C. ve LE, M. S.(2015) The Effect of Organo-Mineral Fertilizer Applications on the Yield of Winter Wheat, Spring Barley, Forage Maize and Grass Cut for Silage, *Journal of Environmental Protection*, 06 (02), 103-109.
- SÜZER, S. ve ÇULHACI, E.(2016) Effects Of Different Organomineral And Inorganic Compound Fertilizers On Seed Yield And Some Yield Components Of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). 19th International Sunflower Conference. Edirne, Turkey.
- TEJADA, M., BENITEZ, C. ve GONZALEZ, J. L.(2002) Nitrogen Mineralization in Soil with Conventional and Organomineral Fertilization Practices, *Communications in soil science and plant analysis*, 33 (19-20), 3679-3702.
- TEJADA, M., BENITEZ, C. ve GONZALEZ, J. L.(2005) Effects of Application of Two Organomineral Fertilizers on Nutrient Leaching Losses and Wheat Crop, *Agronomy journal*, 97 (3), 960.

KOMPOST KAYNAKLI ORGANOMİNERAL GÜBRELERİN BUĞDAY VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

SAMI SÜZER¹ ve EBRU ÇULHACI²

¹Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, P.K.: 16, 22100, Edirne

²Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü, Konya

Özet

Bu araştırma, kompost kaynaklı organomineral gübrelerin buğday (*Triticum aestivum* L.) tane verimi ve bazı verim unsurları üzerindeki etkilerini belirlemek üzere 2014-2015 döneminde gerçekleştirilmiştir.

Denemeler, Edirne’de bulunan Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 4 tekerrürlü olarak Selimiye kışlık ekmeklik buğday çeşidi kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada 7 farklı uygulama konusu; **1)** Kontrol 0 kg/ha gübresiz, **2)** 25 kg/da Hexaferm® 10N.10P.0K+20S organomineral gübre, **3)** 25 kg/da Hexaferm® Süper 8N.21P.0K organomineral gübre, **4)** 25 kg/da Hexaferm® 10N.15P.0K+20S organomineral gübre, **5)** 25 kg/da Hexaferm® 12N.12P.0K+12S organomineral gübre, **6)** 20N.20N.0K+1Zn 25 Kg/da inorganik kompoze gübre (çiftçi uygulaması) ve **7)** 25 kg/da 18N.46P.0K inorganik kompoze gübre (çiftçi uygulaması) denenmiştir. Buğday ekiminden önce sonbaharda, deneme planına göre gerekli gübreler ilgili her parselin yüzeyine bir dekara 25 kg/da doz hesabıyla homojen bir biçimde elle uygulanmış ve toprakla iyice karıştırılmıştır. İlkbaharda üste azotlu gübre uygulaması olarak 1 nolu kontrol parseller hariç buğdayın kardeşlenme döneminde her parsel Üre (%46 N) 15 kg/da ve kaleme kalkma döneminde Amonyum Nitrat (%33N) 15 kg/da doz hesabıyla ilgili her parselin yüzeyine el ile serpilerek homojen biçimde uygulanmıştır. Bu araştırmada, buğday tane veriminin yanı sıra bitki boyu, bir metrekaresindeki başak sayısı, bir başakta tane sayısı, bin tane ve hektolitreye ağırlık ölçüm ve gözlemleri alınmıştır.

Buğday tane verimi, doğal yağış koşullarında farklı gübre uygulama konularından istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli ölçüde etkilenmiştir. İstatistiki analiz sonuçlarına göre; kışlık Selimiye ekmeklik buğday çeşidinde ekim öncesi sonbaharda toprak altına tabana kompost kaynaklı organomineral Hexaferm® 12N.12P.0K+12S”den 25 kg/da ve ilkbaharda üste kardeşlenmede “Üre” 15 kg/da + bitkilerin kaleme kalkma devresinde “Amonyum Nitrat %33 N” 15 kg/da dozunda gübre uygulanan parselleri oluşturan 5 nolu konudan istatistiki analiz sonuçlarına göre %5 olasılık düzeyinde 636.1 kg/da ortalamayla en yüksek tane verimi elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Buğday, organomineral, inorganik, gübre, verim.

EFFECTS of COMPOST SOURCED ORGANOMINERAL FERTILIZERS on SEED YIELD of WHEAT

Abstract

This research was carried out to determine the effects of compost sourced organo-mineral fertilizers on seed yield and some yield components of Wheat (*Triticum aestivum* L.) in 2014-2015 growing season.

The experiment was conducted using Selimiye winter bread wheat variety in Randomized Complete Block Design with 4 replications at Trakya Agricultural Research Institute in Edirne, Turkey. In the research, 7 different treatments; **1)** Check 0 kg/ha⁻¹ no fertilizer, **2)** 250 kgs/ha⁻¹ compost sourced organomineral fertilizer of Hexaferm® 10N.10P.0K+20S **3)** 250⁻¹ kgs/ha compost sourced organo-mineral fertilizer of Hexaferm® Süper 8N.21P.0K **4)** 250 kgs/ha⁻¹ compost sourced organomineral fertilizer of Hexaferm® 10N.15P.0K+20S **5)** 250 kgs/ha⁻¹ compost sourced organomineral fertilizer of Hexaferm® 12N.12P.0K+12S **6)** 250 kgs/ha⁻¹ inorganic compound granule fertilizer of 20N.20N.0K+1Zn (farmers apply) and **7)** 250 kgs/ha⁻¹ inorganic compound granule fertilizer of 18N.46P.0K (farmers apply) were evaluated. In autumn before wheat sowing, the different treatments as base dressing fertilizers were applied by hand spreading in each plot's surface uniformly and mixed well with the soil according experimental design. In spring top dressing nitrogen applications; 150 kgs/ha⁻¹ urea (N-46%) in tillering and 150 kgs/ha⁻¹ ammonium nitrate (N-33%) in stem elongation stages were applied by hand spreading in each plot's surface uniformly. In this research beside seed yield the other yield components plant height, seed number per spike, spike number per square meter, 1000 seed weight, and test weight were evaluated.

The seed yield of wheat was significantly (%5) affected by different compost sourced organomineral fertilizers under natural rainfed conditions. Based on statistical analyses results; the highest winter bread wheat seed yield with mean of 6361 kgs/ha⁻¹ was obtained at 250 kgs/ha⁻¹ the compost sourced organomineral fertilizer base dressing application treatment of Hexaferm® 12N.12P.0K+12S in autumn plus top dressing nitrogen applications 150 kgs/ha⁻¹ urea (N-46%) in tillering and 150 kgs/ha⁻¹ ammonium nitrate (N-33%) in stem elongation stages in spring.

Keywords: Wheat, organomineral, inorganic, fertilizer, yield.

Giriş

Kışlık ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) yetiştiriciliğinde birim alandan daha yüksek ve kaliteli ürün alınması için dengeli bir gübreleme yapılması gerekir. Dengeli ve bilinçli gübreleme yapabilmek için ise öncelikle buğday tarımı yapılacak araziden alınacak toprak örneklerinin mutlaka yetkilendirilmiş bir

laboratuvarda analizi yaptırılmalıdır. Toprak analizi sonucuna göre ilgili konu uzmanlarının yapacağı gübreleme tavsiyelerini bilinçli olarak uygulamak suretiyle bitkilerin besin element ihtiyaçları zamanında ve doğru dozda karşılanarak buğday yetiştiriciliğinde ekonomik anlamda kaliteli bir üretim ile yeterli verim elde edilebilir (SÜZER 1998; SÜZER 2000; SÜZER 2009).

Türkiye’de buğday ekim alanı 7,7 milyon hektar, toplam üretim 20.6 milyon ton ve bir dekar alandan alınan verim 271 kilogramdır (TÜİK 2016). Ancak ülkemizin 271 kg/da olan buğday verimi 330 kg/da olan dünya verim ortalamasından yaklaşık % 18 azdır. Ülkemiz ortalama buğday veriminin dünya ortalamasına göre düşük olmasının nedenleri şunlardır. Birinci neden ülkemizin Orta Anadolu gibi bazı bölgelerinde yıllık düşen yağış miktarının düşük olmasıdır. İkinci neden bazı üreticilerin hatalı toprak işleme yöntemleriyle tohum yatağı hazırlaması sonucu toprak tavını kaçırmasıdır. Üçüncü neden buğday yetiştiriciliğinde çiftçiler arasında sertifikalı tohumluk kullananların sayısının az olmasıdır. Dördüncü neden yetiştirme döneminde bitkilerde görülen buğday hastalık ve zararlılarına karşı zamanında bazı üreticiler tarafından etkili ve bilinçli bir entegre mücadele yapılmamasıdır. Beşinci neden buğday tarımı yapılan bazı arazilerde verimliliğin sürdürülebilirliğini sağlayan bilinçli bir ekim nöbeti uygulanmamasıdır. Altıncı neden ülke genelinde tarım topraklarımızda organik madde oranının %0,5 ile %1,5 arasında çok düşük olmasıdır. Yedinci ve en önemli nedenlerden biri de gübrelemenin toprak analizine göre dengeli olarak tarımsal üretimde verim ve kalitede sürdürülebilirliği sağlayacak şekilde yapılmamasıdır (KACAR 1998; SÜZER 2010; SÜZER 2013).

Buğday verimini ülkemizde dünya ortalaması düzeyine çıkarabilmek için verim gücü yüksek sertifikalı kaliteli tohumluk kullanımı, toprak yapısına uygun tohum yatağı hazırlığı, zamanında ekim, bilinçli tarımsal mücadele, iyi bir münavebe gibi faktörlerin yanında tarım yapılan arazinin koşullarına uygun toprak analizine dayalı doğru gübrelerle dengeli bir bitki besleme programı yapılması gerekmektedir (KACAR 1998; SÜZER 2014; SÜZER 2015).

Buğday tarımında istikrarlı bir üretim sağlamak için hasat edilen ürünler tarafından kaldırılan, yıkanma veya buharlaşma yoluyla kaybolan besin maddeleri mutlaka tekrar toprağa geri verilerek doğal denge korunmalıdır. Bu nedenle sürdürülebilir buğday tarımı için stratejik açıdan ekonomik bir gübreleme, anız yangınlarını önleyerek toprağın organik madde oranını koruma, azaltılmış toprak işlemesi, uygun bir ekim nöbeti ile entegre olarak hastalık, zararlılar ve yabancı otlarla mücadele büyük önem taşımaktadır (KACAR 1998; SÜZER 2016).

Buğday bitkilerinin kendi kök, sap, yaprak, başak, tane gibi ürünlerini yapabilmesi için yetiştiği ortamdan aldığı maddelere “bitki besin elementleri”, bitki besin elementi ihtiva eden maddelere “gübre” ve bunların bitkinin gelişme ortamına verilme işlemine de “gübreleme” denilmektedir. Bitkilerin beslenmesinde mut-

lak 16 besin elementi gereklidir. Bu besin elementlerinden bitkilere bir dekarlık alanda kilogram düzeyinde yüksek miktarda gerekli olanlara “makro elementler” ve gram düzeyinde az miktarda gerekli olanlara “mikro veya iz elementler” denilmektedir. Makro besin elementlerini karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S) oluştururken mikro veya iz elementlerini demir (Fe), mangan (Mn), Bor (B), çinko (Zn), bakır (Cu), molibden (Mo) ve klorür (Cl) oluşturmaktadır (KACAR 1998; KACAR ve KATKAT 1999; SÜZER, 2017).

Buğday tarımında, organomineral gübrelerin inorganik gübrelerle kombinasyon halinde uygulanması, toprak ve ürün verimliliğinin korunmasında yardımcı olmaktadır. Çünkü organomineral gübreler buğdayın yetişmesi için toprağa yağışlarla düşen suyu depolama, erozyonu ve besin maddelerinin kaybını azaltmaya katkıda bulunur (MAKİNDE vd. 2011; SÜZER VE ÇULHACI 2016).

Organomineral gübreler, kimyasal gübrelerde bulunan bitki besin minerallerini ve organik maddeyi yapılarında beraberce bulundurmaktadır. Organomineral gübrelerde azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kükürt (S), çinko (Zn) bitki besin mineralleri ile humik-fülvik ve kompost kaynaklı organik madde bir arada bulunur ve taban gübresi olarak kullanılmaktadır. Organomineral gübrelerin içindeki organik maddeler ve onu oluşturan humik maddelerden humik ve fulvik asitlerin, toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği üzerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik bakımdan çok önemli faydaları bulunmaktadır. Dolayısıyla organik madde toprakların mineral tutma kapasitesini (katyon değişimini), su ve hava tutmasını, iz element seviyelerini artırır, pH seviyesini dengeler ve mikro-organizma dengesini düzenler. Organomineral gübrelerin içerdiği organik maddenin toprak bünyesini iyileştirici olumlu bu özellikleri, kışlık ekmeçlik buğday yetiştiriciliği ve birim alandan alınan verimi olumlu yönde etkilemektedir (KACAR ve KATKAT 1999; MAKİNDE vd. 2011; OLANIYI vd. 2010; SÜZER 2010a; SÜZER 2010b; SÜZER ve ÇULHACI 2016).

Bu araştırmanın amacı, kompost kaynaklı organomineral gübrelerin kışlık buğday tane verimi üzerine etkilerini doğal yağış koşullarında belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünde 2014-2015 buğday yetişme döneminde doğal yağış koşullarında yürütülmüştür. Denemeler, deniz seviyesinden 62 metre yükseklikte 41.68 ° N enlem ve 26.56 ° boylamlarında bulunan enstitü arazisinde yapılmıştır. Deneme arazisinin toprak analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme Yeri Toprak Analiz Sonuçları*.

Yıl	pH	Su ile Doygunluk %	Organik Madde %	Alınabilir P205 (ppm)	Alınabilir K20 (ppm)	Alınabilir Ca (ppm)	Alınabilir Mg (ppm)	Alınabilir Mn (ppm)	Alınabilir Zn (ppm)
2014-15	5,6	62,0	0,84	320,0	1978,0	550,0	33,0	0,4	1,5

*Toprak analizleri, Edirne Ticaret Borsasında yaptırılmıştır.

Çizelge 1’de görüldüğü gibi toprak yapısı tınlı ve organik madde oranı % 0.84 gibi çok düşük orandadır. Edirne karasal iklime sahip ve Çizelge 2’de görüldüğü gibi yıllık ortalama sıcaklık 12.7 °C ve denemenin yapıldığı arazide düşen yağış miktarı 681 mm’dir.

Çizelge 2. 2014-2015 dönemi buğday yetiştirme döneminde denemenin yapıldığı Edirne lokasyonuna ait iklim verileri*.

AYLAR	Yağış Miktarı (mm)	Aylık Nispi Nem(%)	SICAKLIK (oC)		
			Minimum	Maksimum	Ortalama
EYLÜL 2014	105,0	75,9	7,3	31,2	20,9
EKİM 2014	121,8	77,9	2,9	28,6	15,4
KASIM 2014	43,2	88,4	-2,7	19,1	9,3
ARALIK 2014	111,3	91,1	-3,7	16,3	6,6
OCAK 2015	42,2	85,5	-11,0	17,1	3,8
ŞUBAT 2015	68,6	82,4	-5,0	17,7	6,4
MART 2015	67,8	80,4	-0,7	19,9	9,0
NİSAN 2015	44,4	70,9	0,2	25,7	13,1
MAYIS 2015	45,2	68,4	10,3	33,3	20,4
HAZİRAN 2015	31,0	68,2	12,1	35,3	22,5
TOPLAM	680,5	78,9	-11,0	35,3	12,7

*: İklim verileri Edirne Meteoroloji Müdürlüğünden alınmıştır.

Denemeler, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 4 tekerrürlü olarak Selimiye kışlık ekmeçlik buğday çeşidi kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada 7 farklı uygulama konusu; **1)** Kontrol 0 kg/ha gübresiz, **2)** 25 kg/da Hexaferm® 10N.10P.0K+20S organomineral gübre, **3)** 25 kg/da Hexaferm® Süper 8N.21P.0K organomineral gübre, **4)** 25 kg/da Hexaferm® 10N.15P.0K+20S organomineral gübre, **5)** 25 kg/da Hexaferm® 12N.12P.0K+12S organomineral gübre, **6)** 20N.20N.0K+1Zn 25 Kg/da inorganik kompoze gübre (çiftçi uygulaması) ve **7)** 25 kg/da 18N.46P.0K inorganik kompoze gübre (çiftçi uygulaması) değerlendirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan organomineral gübreler 24.03.2014 tarihli Resmi Gazete’de “Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik” kapsamında üretilmiştir (T.C. RESMÎ GAZETE 2014).

Deneme konularına göre 1’nci gübre uygulamaları gübresiz şahit parseller hariç toprak altına ekim öncesi tüm parsellere 11.11.2014, 2’nci azotlu gübre uygulaması (Üre 15 kg/da doz hesabıyla) 13.02.2015 tarihinde kardeşlenme döneminde ilgili parsellere ve 3’ncü azotlu gübre uygulaması (Amonyum Nitrat %33’lük 15 kg/da doz hesabıyla) 20.03.2015 tarihinde bitkiler sapa kalkmadan önce ilgili parsellere üstten serpmeye olarak el ile yapılmıştır.

Denemede ekimde parsel ölçüleri: 7.0 m x 1.0 m = 7.0 m², hasatta parsel ölçüleri: 6.0 m x 1.0 m = 6.0 m² olarak alınmıştır. Deneme, 11.11.2014 tarihinde Wintersteiger® parsel ekim makinesi ekilmiş ve 24.06.2015 tarihinde parsel tipi biçerdöver ile hasat edilmiştir.

Bu araştırmada, buğday tane veriminin yanı sıra bitki boyu, bir metrekarede başak sayısı, bir başakta tane sayısı, bin tane ve hektolitreye ağırlık ölçüm ve gözlemleri yapılmıştır.

Hasat sonrası her parselden elde edilen buğday tohumları tartılarak verimleri belirlenmiş ve alınan örneklerde laboratuvarında kalite analizleri yapılmıştır. Dekardan alınan parsel verimlerinin varyans analizi, Jump 5.0.1 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Çeşitler arasındaki önemlilik farkı F testine göre belirlenmiş ve en küçük önemli fark (LSD 0.05) testine göre gruplandırılmıştır (YURTSEVER 1984; ANON. 2002).

Bulgular

Kışlık ekmeçlik buğday yetiştiriciliğinde 7 farklı gübre uygulama konusuna ait ortalama verim ve bazı verim unsurlarına ait gözlem, ölçüm değerleri Çizelge 3’de verilmiştir. Bu çizelgeden de görüldüğü gibi gübre uygulama konuları arasında dekardan alınan tane verim farkı istatistiksel açıdan %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Kompost kaynaklı organomineral gübrelerden “Hexaferm® 10.10.0+20S, Hexaferm® Süper 8.21.0, Hexaferm® 10.15.0+20S ve Hexaferm® 12.12.0+12S” isimli 4 farklı katı pelet haldeki organomineral gübrelerle birlikte

çiftçi uygulaması olarak 18.46.0 ve 20.20.0+Zn kompoze gübreleri ve gübresiz standart olmak üzere 7 farklı uygulama konusıyla yapılan bir yıllık deneme sonucunda 4 tekerrür ortalaması olarak bir dekardan alınan verim ve verim unsurları değerleri aşağıda verilmiştir.

Birinci sırayı 5. nolu konu; buğday ekim öncesi toprak altına tabana “Hexaferm® 12.12.0.12S”den 25 kg/da + üste kardeşlenmede “ÜRE” den 15 kg/da + bitkiler kaleme kalkma devresinde “Amonyum Nitrat %33 N” den 15 kg/da gübrelerinin uygulandığı parsellerin ortalama tane verimi 636.1 kg/da, bitki boyu 95 cm, 1 m²'de fertil başak sayısı 503 adet, bir başakta tane sayısı 38 adet, bintane ağırlığı 49 g ve hektolitre ağırlığı 83 kg/hl ile almıştır.

İkinci sırayı 6. nolu konu; buğday ekim öncesi toprak altına tabana “20.20.0.+ Zn”den 25 kg/da + üste kardeşlenmede “ÜRE” den 15 kg/da + bitkiler kaleme kalkma devresinde “Amonyum Nitrat %33 N” den 15 kg/da gübrelerinin uygulandığı parsellerin ortalama tane verimi 623.0 kg/da, bitki boyu 95 cm, 1 m²'de fertil başak sayısı 497 adet, bir başakta tane sayısı 38 adet, bintane ağırlığı 46 g ve hektolitre ağırlığı 83 kg/hl ile almıştır.

Üçüncü sırayı 4. nolu konu; buğday ekim öncesi toprak altına tabana “Hexaferm® 10.15.0.20S”den 25 kg/da + üste kardeşlenmede “ÜRE” den 15 kg/da + bitkiler kaleme kalkma devresinde “Amonyum Nitrat %33 N” den 15 kg/da gübrelerinin uygulandığı parsellerin ortalama tane verimi 618.8 kg/da, bitki boyu 95 cm, 1 m²'de fertil başak sayısı 491 adet, bir başakta tane sayısı 38 adet, bintane ağırlığı 48 g ve hektolitre ağırlığı 84 kg/hl ile almıştır.

Dördüncü sırayı 7. nolu konu; buğday ekim öncesi toprak altına tabana “18.46.0 ” dan 25 kg/da + üste kardeşlenmede “ÜRE” den 15 kg/da + bitkiler kaleme kalkma devresinde “Amonyum Nitrat %33 N” den 15 kg/da gübrelerinin uygulandığı parsellerin ortalama tane verimi 612.1 kg/da, bitki boyu 95 cm, 1 m²'de fertil başak sayısı 483 adet, bir başakta tane sayısı 38 adet, bintane ağırlığı 46 g ve hektolitre ağırlığı 83 kg/hl ile almıştır.

Beşinci sırayı 2. nolu konu; buğday ekim öncesi toprak altına tabana “Hexaferm® 10.10.0+20S” den 25 kg/da + üste kardeşlenmede “ÜRE” den 15 kg/da + bitkiler kaleme kalkma devresinde “Amonyum Nitrat %33 N” den 15 kg/da gübrelerinin uygulandığı parsellerin ortalama tane verimi 605.4 kg/da, bitki boyu 95 cm, 1 m²'de fertil başak sayısı 470 adet, bir başakta tane sayısı 38 adet, bintane ağırlığı 47 g ve hektolitre ağırlığı 84 kg/hl ile almıştır.

Altıncı sırayı 3. nolu konu; buğday ekim öncesi toprak altına tabana “Hexaferm® Süper 8.21.0” dan 25 kg/da + üste kardeşlenmede “ÜRE” den 15 kg/da + bitkiler kaleme kalkma devresinde “Amonyum Nitrat %33 N” den 15 kg/da gübrelerinin uygulandığı parsellerin ortalama tane verimi 580.5 kg/da, bitki boyu 90 cm, 1 m²'de fertil başak sayısı 464 adet, bir başakta tane sayısı 36 adet, bintane ağırlığı 47 g ve hektolitre ağırlığı 84 kg/hl ile almıştır.

Çizelge 3. Kışlık ekmeçlık buğday yetiştiriciliğinde Hexaferm organomineral gübreleriyle yapılan denemeden elde edilen verim ve bazı verim unsurları değerleri.

Sıra No	Konular	Dekara Verim (kg/da)	Bitki Boyu (cm)	Bir m ² 'de Başak Adedi	Başakta Tane Sayısı	1000 Tane Ağır. (gr)	Hektolitre Ağır. (Kg/hl)
5	Alta Hexaferm® 12.12.0+12S 25 kg/da + Kardeşlenmede Üre 15 kg/ da + Kaleme kalkmada A.N. %33 15 kg/da	636.1 A	95	503	38	49	83
6	Alta 20.20.0+Zn 25 Kg/da + Üste Kardeşlenmede Üre 15 kg/da + Kaleme kalkmada A.N %33 15 kg/da	623.0 A	95	497	38	46	83
4	Alta Hexaferm® 10.15.0+20S 25 kg/da + Kardeşlenmede Üre 15 kg/ da + Kaleme kalkmada A.N. %33 15 kg/da	618.8 A	95	491	38	48	84
7	Alta 18.46.0 25 kg/da + Üste kardeşlenmede Üre 15 kg/da + Kaleme kalkma A.N. %33 15 kg/da	612.1 AB	95	483	38	46	83
2	Alta Hexaferm® 10.10.0+20S 25 kg/da + Kardeşlenmede Üre 15 kg/ da + Kaleme kalkmada A.N. %33 15 kg/da	605.4 AB	95	470	38	47	84
3	Alta Hexaferm® Süper 8.21.0 25 kg/da + Kardeşlenmede Üre 15 kg/da + Kaleme kalkmada A.N. %33 15 kg/da	580.5 B	90	464	36	47	84
1	Kontrol (Gübresiz) 0 kg/da	251.0 C	60	341	22	47	83
	Deneme Ortalaması	561.0					
	E.K.Ö.F (LSD 0.05)	32.27**					
	D.K. (CV %)	3.87					

0.05 düzeyinde önemli.

Yedinci sırayı 1. nolu konu; buğday ekim öncesi toprak altına tabana ve üste hiç gübre verilmeyen kontrol (şahit) parsellerin ortalama tane verimi 251.0 kg/da, bitki boyu 60 cm, 1 m²'de fertil başak sayısı 341 adet, bir başakta tane sayısı 22 adet, bintane ağırlığı 47 g ve hektolitre ağırlığı 83 kg/hl ile almıştır.

Tartışma

Kışlık ekmeclik buğday yetiştiriciliğinde Hexaferm® organomineral gübreleriyle yapılan denemeden elde edilen 7 farklı gübre uygulama konusuna bağlı olarak bir dekaradan alınan ortalama tane verimleri 251 kg/da ile 631.1 kg/da, ortalama bitki boyu 60 cm ile 95 cm, 1 m²'de fertil başak sayısı 341 adet ile 503 adet, bir başakta tane sayısı 22 adet ile 38 adet, bintane ağırlığı 46-49 g ve hektolitre ağırlığı 83 kg/hl ile 84 hg/hl olarak ölçülmüştür. Benzer sonuçlar organomineral gübrelere yağlık ayçiçeğinde (SÜZER VE ÇULHACI 2016), kineo bitkisinde (MAKİNDE vd. 2011), bamyada bitkisinde (OLANIYI vd. 2010) tarafından bulunmuştur.

Verim unsurları bakımından dekar başına ortalama 636.1 kg/da ile en yüksek verimi veren 5. nolu konu, buğday ekim öncesi toprak altına tabana "Hexaferm® 12.12.0.12S"den 25 kg/da + üste kardeşlenmede "ÜRE" den 15 kg/da + bitkiler kalem kalkma devresinde "Amonyum Nitrat %33 N" den 15 kg/da gübrelere uygulandığı parsellerdir. Bu uygulama konusunda verim unsuru değerleri olarak ortalama bitki boyu 95 cm, 1 m²'de fertil başak sayısı 503 adet, bir başakta tane sayısı 38 adet, bintane ağırlığı 49 g ve hektolitre ağırlığı 83 kg/hl olarak belirlenmiştir.

Buna karşın verim unsurları bakımından dekar başına ortalama 251.0 kg/da ile en düşük verimi veren 1. nolu konu, buğday ekim öncesi toprak altına tabana ve üste hiç gübre verilmeyen kontrol (şahit) parsellerdir. Bu gübresiz şahit parsellerin ortalama verim unsuru değerleri olarak bitki boyu 60 cm, 1 m²'de fertil başak sayısı 341 adet, bir başakta tane sayısı 22 adet, bintane ağırlığı 47 g ve hektolitre ağırlığı 83 kg/hl olarak ölçülmüştür.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, Edirne koşullarında Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinde, 2014-2015 döneminde Selimiye kışlık ekmeclik buğday yetiştiriciliğinde dört adet "Hexaferm® 10.10.0+20S, Hexaferm Süper 8.21.0, Hexaferm 10.15.0+20S ve Hexaferm 12.12.0+12S" isimli katı pelet haldeki organomineral gübrelere birlikte çiftçi uygulaması olarak 18.46.0 ve 20.20.0+Zn kompoze gübrelere ve gübresiz standart olmak üzere 7 farklı uygulama konusunuyla yapılan bir yıllık deneme sonucunda; ekim öncesi toprak altına tabana Hexaferm® 12.12.0+12S"den 25 kg/da + üste kardeşlenmede "ÜRE" den 15 kg/da + bitkiler kalem kalkma devresinde "Amonyum Nitrat %33 N" den 15 kg/da gübrelere uygulandığı parselleri oluşturan 5 nolu konu 636.1 kg/da tane verimiyle istatistiki olarak gübre verilmeyen kontrol (şahit) parsellerden alınan 251.0 kg/da tane verim ortalamasına göre 0.05

olasılık düzeyinde 7 konu arasında yapılan LSD gruplamasında A grubunda ilk sırayı alarak önemli bir verim artışı sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, aynı denemede buğday ekim öncesi toprak altına tabana “Hexaferm® 10.15.0+20S”den 25 kg/da + üste kardeşlenmede “ÜRE” den 15 kg/da + bitkiler kaleme kalkma devresinde “Amonyum Nitrat %33 N” den 15 kg/da gübrelerinin uygulandığı parselleri oluşturan 4 nolu konu 618.8 kg/da tane verimiyle istatistiki olarak gübre verilmeyen kontrol (şahit) parsellerden alınan 251.0 kg/da tane verim ortalama-sına göre 0.05 olasılık düzeyinde 7 konu arasında yapılan LSD gruplamasında A grubunda üçüncü sırayı alarak önemli bir verim artışı sağlamıştır.

Bu araştırma sonucuna göre kışlık ekmeclik buğday yetiştiriciliğinde birim alandan yüksek verim almak için taban gübresi olarak organomineral ve üst gübreleme olarak inorganik gübrelerin birlikte kullanıldığı dengeli bir gübreleme programı yapılması önerilebilir.

Kaynaklar

ANON. (2002) JMP® Design of Experiments, Version 5.0.1.2, SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.

ANON. (2014) FAOSTAT. <http://faostat.fao.org>

KACAR, B. (1998). Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, 468, Ankara.

KACAR, B., KATKAT, A. V. (1999). Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:144, Vipaş Yayın No: 20, Bursa.

MAKİNDE, E.A. AYENI, L.S. OJENIYI, S.O. (2011). Effects of organic, organomineral and npk fertilizer treatments on the nutrient uptake of *Amaranthus cruentus* (L.) on Two soil types in Lagos. J. Central Eur. Agric. 12:114-23.

OLANIYI, J.O., AKANBI, W.B., OLANIRAN, O.A., ILUPEJU, O.T. (2010). The effect of organomineral and inorganic fertilizer on the growth, fruit yield quality and chemical composition of okra. J. Anim. Plant Sci., 9: 11354-1140.

SÜZER, S. (1998). Effect of different form of nitrogen fertilizers, rates and application Times on sunflower yield and yield components. Proceedings of 2'nd Balkan Symposium on Field Crops. Novisad, Yugoslavia, 16-20 June 1998. Volume 2: 219- 224.

SÜZER, S. (2000). Effects of conventional and biological agricultural systems on soil organisms and productivity. AGROENVIRON 2000. Proceeding of 2'nd International Symposium on New Technologies for Environmental Monitoring and Agro- Uplcations. Tekirdağ/Turkey. Page: 137-142.

SÜZER, S. (2009). Sürdürülebilir Tarım ve Yeşil Gübreleme. Hasad Bitkisel Üretim Dergisi. Aralık. 2009. Yıl:25, Sayı:295. S: 26-32.

- SÜZER, S. (2010a). Effects of nitrogen and plant density on dwarf sunflower (*Helianthus Annuus* L.) Hybrids. SUNBIO 2010 8'th European Sunflower Biotechnology Conference, 1-3 March 2010, Antalya, Turkey. P.p. 76.
- SÜZER, S. (2010b). Effects of Potassium Fertilization on Sunflower (*Helianthus annuus* L.) and Canola (*Brassica napus* L.) Growth. Proceedings of the Regional Workshop of the International Potash Institute held at Antalya, Turkey, 22-25 Nov 2010.
- SÜZER, S. (2012). Buğday Tarımında Yüksek Verim ve Kalitelinin Artırılması İçin Uygun Yetiştirme Tekniklerinin Önemi. TÜRKTOP Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi. Temmuz-Eylül. 2012. Yıl:1, Sayı:4. S: 58-63.
- SÜZER, S. (2013). Kışlık Buğday Tarımında Azotlu Gübre Kullanımının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Harman Time Aylık Bitkisel Üretim-Hayvancılık Dergisi. Mart. 2013. Yıl:1, Sayı:1: 38-46.
- SÜZER, S. (2014). Effects of Plant Nutrition on Canola (*Brassica napus* L.) Growth. Balkan Agriculture Congress 08-11 September 2014, Edirne, Turkey.
- SÜZER, S. (2015). Tarımda Toprak Islahı ve Bitki Beslemenin Önemi. Tarım Türk Gübre ve Sulama Dergisi. Ocak-Şubat 2015. Yıl:10, Sayı:51. S: 38-42.
- SÜZER, S. AND ÇULHACI, E. (2016). Effects of Different Organomineral and Inorganic Compound Fertilizers on Seed Yield and Some Yield Components of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 2016. Pp: 881-885.
- SÜZER, S. (2016). Sürdürülebilir Bitki Besleme Stratejisi Kapsamında Buğday Tarımında Bilinçli Azotlu Gübre Kullanımı. Agrotime Dergisi. Yıl:4, Sayı 24 (44-47).
- SÜZER, S. (2017). Kaliteli Buğday Yetiştiriciliğinde Azotlu Gübrelemenin Önemi. Köyüm Dergisi. Yıl:2, Sayı 12(48-56).
- T.C. RESMÎ GAZETE (2014). Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler ile Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı Ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik, 24.03.2014 Erişim: <http://www.resmigazete.gov.tr>
- YURTSEVER, N. (1984). Deneysel istatistik metotları, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No: 121, Ankara.

ORGANOMİNERAL GÜBRE KULLANIMININ ANTEPFISTIĞI VERİMİ ve TOPRAĞIN FİKSASYON KAPASİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

DR. NEVZAT ASLAN

Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü, Gaziantep

Özet

Ülkemiz antepfıstığı üretiminde ABD ve İran'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Birim alandan alınan antepfıstığı miktarı istenen düzeyde değildir. Verim düşüklüğünün ilk nedeni kuru şartlarda yetiştirilmesidir. Ama bunun dışında diğer başka nedenlerle birlikte, bitkinin yeterince beslenemediğinden kaynaklanmaktadır. Antepfıstığı yetiştirilen toprakların büyük kısmı killi, kireçli ve alkali özelliğe sahiptir. Bunun yanında antepfıstığı bahçelerinin organik madde içeriği düşüktür. Böyle toprakların özellikle fosfor fiksasyon kapasitelerinin yüksek olduğu bilinmektedir. Bu şartlar, antepfıstığı gübrelemesinde mineral ve organik gübrelerin birlikte kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Gaziantep'te kuru şartlarda, 25 yaşında, uzun çeşidi antepfıstığı bahçesinde, dört yıl deneme yürütülmüştür. Toprak analizine göre kontrol parseline mineral gübre uygulaması yapılmıştır. Diğer taraftan mineral gübre + organik gübrenin iki dozu (25 kg/ağaç ve 50 kg/ağaç) kullanılmıştır. Dört yıl süresince antepfıstığı verimi takip edilerek; 25 kg/ağaç organik gübrenin, mineral gübre ile birlikte uygulanmasının verimi yaklaşık %40 artırdığı görülmüştür. Bu artışın, organik gübrenin toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini artırmasının yanında, mineral gübrenin etkinliğini de artırdığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antepfıstığı, organik gübre, organomineral gübre, toprak.

EFFECT of ORGANOMINERAL FERTILIZER on PISTACHIO YIELD and SOIL FIXATION CAPACITY

Abstract

Turkey is third in the production of pistachio after USA and Iran. The amount of pistachios taken from the unit area is not at the desired level. The first reason for the low productivity is to be grown on dry conditions. But other reasons besides this cause from the fact that the plant can not feed enough. Most of the soils grown in pistachio are clayey, lime and alkaline. Besides, the organic material content of pistachio gardens is low. It is known that the phosphorus fixation capacities of such soils are particularly high. In these conditions, it is obligatory to use mineral and organic fertilizers together in the pistachio. On dry conditions in Gaziantep, the experiment was carried out for four years at the 25-year-old Uzun

variety pistachio garden. According to soil analysis, mineral fertilizer was applied to control plot. On the other hand, two doses of organic fertilizer (25 kg / tree and 50 kg / tree) with mineral fertilizer were used. For four years, pistachio yield was followed; 25kg / tree organic fertilizer combined with mineral fertilizer has been shown to increase the yield by about 40%. It is thought that this increase not only organic fertilizer improves the physical, chemical and biological properties of soil, but also increases the efficiency of mineral fertilizer.

Keywords: Pistachio, organic fertilizer, organo-mineral fertilizer, soil.

Giriş

Dünya antepfıstığı üretiminin %90'dan fazlasını karşılayan İran, ABD, Türkiye ve Suriye'nin antepfıstığı üretimindeki payları sırasıyla, %34,6, %37,2, %16,1 ve %9,8'dir (ANONYMOUS 2016). Türkiye'de antepfıstığı üretim alanı 314.500 hektar, üretimi 4 yıl ortalaması olarak 121 bin tondur.

GAP Bölgesi toprakları organik maddece fakir, kil, kireç içeriği ve pH değeri yüksek olduğundan bitki besin elementlerinin bitkilere yararlılığı engellenmektedir. Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü laboratuvarında 2008 yılında 198 toprak örneğinde yapılan mikro element analizinde % 76,7'sinin çinko eksikliği gösterdiği saptanmıştır. Antepfıstığı plantasyonlarının verimini arttırmak için, inorganik ve organik gübrelerin yeterli ve dengeli bir şekilde uygulandığı gübreleme programlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Antepfıstığı yetiştiriciliğinin tamamen kuru koşullarda ve çoğunlukla kıraç, taşlık ve meyilli alanlarda yapılması ve bölgemiz için bazı besin elementlerinin optimum dozlarının tespiti yapılmadığından, birim alandan düşük verim alınmaktadır. Gaziantep ve Şanlıurfa illerinin üretici bahçelerinde kültürel uygulamaların yeterince yapılmaması nedeniyle var yılı ve yok yılı ortalaması olarak 800-1000 kg/ha verim elde edilirken, Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü'nde sulu koşullarda yapılan bir çalışmada, Siirt çeşidi antepfıstığından 2.620 kg/ha verim alınmıştır (ARPACI vd. 1995a).

GAP bölgesinin antepfıstığı yetiştirilen farklı ekolojilerinde yapılan çalışmalarda; antepfıstığının çoğunlukla kırmızımsı kahverengi topraklarda yetiştirildiği, bahçelerin %53'ünün hiç gübrenmediği, büyük bir kısmında verim düşüklüğü olduğu, toprakların yaklaşık 1/3'ünün sadece A horizonu ihtiva ettiği, genellikle tuzdan arı, orta ve ekstrem alkali özellikte, kireç içerikleri yüksek, organik madde ve fosfor içerikleri az, tınlı bünyede topraklar oldukları ve fosforlu gübrenin çiftçiler tarafından yanlış uygulandığı belirlenmiştir (TEKİN vd. 1990).

TEKİN vd. (1990) Güneydoğu Anadolu bölgesinde, 31 antepfıstığı bahçesinden alınan toprak ve yaprak örneklerini incelemişler ve bu bahçelerin % 71'inin

fazla kireçli olduğunu, fosfor ve çinko noksanlığı bulunduğunu belirlemişlerdir. EYÜPOĞLU (1999) GAP Bölgesi topraklarının kireç, pH ve organik madde yönünden sahip oldukları özelliklerin, toprakların fosfor yararlılığını önemli ölçüde sınırlandığını ve bölge topraklarının %60'ının organik madde, %74'ünün alınabilir fosfor miktarı bakımından yetersiz olduğu, buna karşılık tamamına yakınının değişebilir potasyum bakımından yeterli olduğunu bildirmiştir.

Fosfor, bitkilerde yeni hücre oluşumu, kök gelişimi, çiçeklenme ve meyve oluşumunda, enerji kaynağı ATP'nin, nükleik asitlerin yapısında, bazı önemli enzim reaksiyonları ile metabolik olayların düzenlenmesinde görev yapan önemli bir besin maddesidir. Keza çinko, çeşitli enzimlerin yapısında ve aktivasyonunda, hücre bölünmesinde, nükleik asitlerin metabolizmasında, karbohidrat ve protein sentezinde görev alan önemli bir besin elementidir (GÜNEŞ vd. 2002).

Topraklardaki fosforun büyük kısmı organik madde ile ilişkili olup, mineral topraklarda toplam fosforun %20-80'i organik bağlı fosfordur. Organik maddenin mineralizasyonu esnasında bu fosfor toprak çözeltisine geçer (GÜNEŞ vd. 2002). Organik maddenin mineralizasyonu sonucu oluşan asitlerin, özellikle H_2CO_3 in etkisiyle alkali toprakların fosfor kaynağı apatit minerali çözünerek fosforun serbest kalmasını sağlar (AKTAŞ 1995). Anılan nedenlerle organik madde miktarı % 2'nin altında olan topraklara organik madde uygulanması gerekir (ANONYMOUS 1992).

Çoğu topraklar yüksek bir fosfor fiksasyon kapasitesine sahip olduklarından, fosforlu gübrelere toprağa kazandırılan fosforun önemli bir kısmı toprakta fiksasyona uğrar. Bunu azaltmak için fosforlu gübre ahır gübresiyle beraber verilirse, ahır gübresinin ayrışmasıyla serbest hale geçen sitrat, tartarat, oksalat gibi bileşikler toprakta meydana gelen fosfor fiksasyonunda dominant rolü oynayan Ca, Fe ve Al'dan önce fosforla birleşerek, toprakta alınabilir fosfor miktarının artmasını sağlarlar (ÖZBEK 1978).

Yüksek kalsiyumla birlikte yüksek pH, kalsiyum fosfatların suda çözünmeyen bileşikler biçiminde çökerek bitkilere elverişsiz hale gelmesine neden olur (AYDEMİR 1992 ; AKTAŞ 1995). Ayrıca fosfor topraktaki kil ile tepkimeye girerek çoğunlukla suda çözünemeyen kil-fosfat komplekslerini oluşturur (AYDEMİR 1992).

Alkali topraklarda hâkim durumda bulunan HPO_4^{2-} iyonları toprak çözeltisinde Ca^{+2} ile öncelikle dikalsiyum fosfat şeklinde çökeliyorlar. Zamanla pH'daki yükselmeye bağlı olarak çok daha az çözünen trikalsiyum fosfat ($Ca_3(PO_4)_2$), ortokalsiyum fosfat ($Ca_4H(PO_4)_3$) ve hidroksi apatit ($Ca_3(PO_4)_3OH$) bileşiklerine dönüşürler (SEZEN 1991).

Bitkilerde Mg^{+2} noksanlığı ile ortamdaki Cl^- , SO_4^{-2} , NO_3^- , HCO_3^- ve silikat anyonlarının fosfat alımını olumsuz yönde etkilediği, fosfat iyonlarının alkalın şartlarda Ca^+ iyonu ve diğer toprak kompleksleriyle çözünürlüğü güç bileşikler meydana getirdikleri ve bu nedenle topraklara bitki ihtiyacının üzerinde fosfor uygulanmasının gerektiği bildirilmektedir (SEZEN 1991).

ASWORT vd. (1985) Kaliforniya da antepfıstığında fosfor noksanlık belirtileri ve giderilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, fosfor noksanlığında yaprakların normal büyüklükte olmalarına karşın, yaprakların önce ucundan başlayan daha sonra tüm yaprağı kaplayan sararmaların olduğunu ve bu yaprakların daha sonra döküldüğünü açıklamışlar ve her ağaca 1.2 kg %76'lık P_2O_5 solüsyonunun sulama suyu ile verilmesinin yapraklardaki P düzeyini % 0.06'dan % 0.15'e kadar çıkarabildiğini saptamışlardır. Keza TORABI ve MALAKOUTI (2000) fosfor eksikliğinin fıstıkta erken çitlamaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

K ve Zn'nun artan konsantrasyonları, kök yayılımı ve uzunluğunu geliştirir. Bu da kök ile besin maddesi arasındaki temas alanını artırmaktadır. Bunun dışında, çinko sülfat uygulaması ksilem dokusunun daha iyi ve güçlü olmasını ve de bozulmalara karşı direncinin artmasını sağlar (MALAKOUTI 2006).

URIU ve PEARSON (1987) Kaliforniya da çinko noksanlığı görülen antepfıstığı ağaçlarında %36'lık $ZnSO_4$ 'tan 2-2,5 kg/ağaç veya Zn EDTA şelatından 1-1,5 kg/ağaç verilmesiyle noksanlığın giderildiğini ve verimin arttığını saptamışlardır.

Kireçli ve pH'sı yüksek olan topraklarda Zn çözünürlüğü oldukça düşüktür. Çinko iyonları yüksek pH' larda Zn-Hidroksitler [$Zn(OH)_2$ ve $CaZn(OH)_4$] ve kireçli topraklarda da Zn-karbonatlar oluşturarak çökelerler. Topraklarda kil, KDK, organik madde, pH ve kireç miktarı arttıkça Zn adsorpsiyonu da artar (WELLS vd. 1975).

LINDSAY (1974)'a göre, metalik iyonlar, şelat yapıcı maddelerin bağlama bölgeleri için rekabet ederler. Zn-EDTA şelatındaki Zn^{+2} , yüksek pH'da Ca^{+2} iyonunca tamamen değiştirilir. Bu değişim, yüksek pH'lı kireçli topraklarda, düşük Zn elverişliliğinin nedenlerinden birisi olabilir (AYDEMİR 1992). Bu arada yayışlı Zn içeriği düşük olan topraklarda fazla miktarda P uygulaması, köklerin Zn alımını azaltarak veya köklerde birikimine neden olarak kökten tepeye doğru taşınmasını azaltır. Böylece bitkide artan P konsantrasyonu, Zn' nun metabolik fonksiyonlarını aksatmasına neden olur (ROBSON ve PITMAN 1983).

Organik gübreler besin maddesi içeriği az olmasına rağmen toprağa organik madde kazandırmaları ve toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirmeleri açısından önem taşırlar. Toprakta mikrobiyolojik faaliyeti hızlandırarak strüktür, havalanma ve su tutma kapasitesini yükseltir, makroelement takviyesi yapar ve toprak

fosforunun yararlılığını artırır (GÜNEŞ vd. 2002). Kimyasal gübrelerle yapılacak gübrelemenin etkinlik derecesi, diğer faktörlerin yanında toprağın organik madde kapsamına bağlı bulunmaktadır. Meyvecilikte tam başarının sağlanabilmesi için belirli esaslara dayanılmak şartı ile organik ve inorganik gübrelemenin kombine edilmesi gerekmektedir (ÖZBEK 1981). 2008 yılında Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Laboratuvarı'nda yapılan toprak analizleri sonuçlarının incelenmesi sonucunda bölge topraklarının % 63'ünün organik madde içeriğinin % 2'den az olduğu görülmüştür.

Toprakta fosforun hareketi organik veya inorganik yapıya sahip olması ile çok yakından ilgilidir. Toprakta inorganik fosforun fiksasyon hızı, toprağın infiltrasyon hızından yüksektir (CADE-MENUN ve LIU, 2014). SILVAA vd. (2017) yaptıkları bir çalışmada, lavanta yetiştiriciliğinde mineral gübre ve farklı dozlarda organomineral gübre kullanarak bitkide uçucu yağ ve biyokütle miktarını incelenmişlerdir. Organomineral gübrenin, kök sistemi çevresindeki besin maddelerinin özellikle çiçek açma aşamasında yavaş salınmasıyla, daha fazla verim sağlayabildiği sonucuna varmışlardır.

Kısıntılı sulama ve farklı oranlarda (0, 5 ve 10 ton/ha) organomineral gübre (OMG) uygulamasının hıyar yetiştiriciliğinde bitki su stresine karşı pratik bir çözüm olduğu (MAGEED ve SEMIDA 2015); verim, kalite ve su kullanım etkinliğinin arttığı görülmüştür. En yüksek verime (19,76 ton/ha) tam sulama ve 10 ton/ha OMG uygulaması ile ulaşılmıştır. Sonuç olarak OMG uygulamasının kuraklık stresini azaltacağı görülmüştür.

Farklı orijinli topraklara organik gübre (domuz çiftlik gübresi) ilave edilerek 25°C 'de 30 ve 60 günlük inkübasyon süresi sonucunda, organik gübre kompostu uygulamasının elverişli fosforu arttırdığı fakat inkübasyon süresi arttıkça azaldığı tespit edilmiştir. (YU vd. 2013).

Fosfor fikse eden topraklara organik madde ilavesinin P elverişliliğini artırdığı rapor edilmiştir (GUPPY vd. 2005) Düşük moleküler ağırlıklı organik asitlerin, nötral ve asidik topraklara ilavesi AL-P ve Fe-P, bazik topraklarda ise Ca-P oranlarını aktive ederek bitkiler için elverişli P miktarını artırmıştır (ZHANG vd. 2009).

İşlerken toprağa sap-saman gibi artıkların ilavesi, toprakların P adsorbsiyonunu azaltmaktadır (MA vd. 2010). Kümes hayvanı, domuz ve sığıra ait ahır gübrelerinin topraklara ilavesi sonucu P adsorbsiyonun toprak ve gübre tipine göre değişiklik gösterdiği görülmüştür (BOLSTER ve SISTANI 2009).

Materyal ve Yöntem

Araştırma, antepfıstığının yoğun olarak üretildiği Gaziantep'in Şahinbey Zeytinli köyünde, verim yaşındaki Uzun çeşidi antepfıstığı bahçesinde, kuru şartlarda yürütüldü. Önceden toprak analizi yapılarak çinko ve fosfor eksikliği görülen bahçe tercih edilmiştir.

Çizelge 1. Uygulamaların yapıldığı toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Derinlik, cm	Tekstür sınıfı	pH	Organik Madde, %	Tuz, %	Kireç, %	P (ppm)	K (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
0-30	Killi tınlı	7,66	1,56	0,05	67,16	2,36	255	0,76	0,30	0,66	0,21
30-60	Killi tınlı	7,99	0,44	0,04	71,92	1,00	130	0,57	0,30	0,50	0,09

Antepfıstığı Uzun çeşidi, kuru koşullarda genç dönemde (20 yıl) 66.81-82.06 kg/da kuru kırmızı kabuklu meyve vermektedir. Meyve iriliği (100 meyve) 107.24 g, çıtılma oranı %76.34'dür (ARPACI vd. 1997). Soğuklanma ihtiyacı bölgede yaygın olan Halebi ve Kırmızı çeşitlerinden daha azdır. Meyveye geç yatmasına rağmen daha sonraki yıllarda meyve tutumu iyidir (TEKİN vd. 2001). Siirt ve Ohadi çeşitlerinden 15-20 gün daha erkenci olması nedeni ile yüksek rakımlı yerlerde yetiştirilmesi önerilebilir. Sanayide kullanılan en önemli çeşittir.

Mineral gübre olarak kompoze gübre (20-20-0), amonyum sülfat (%21 N) ve tripole süperfosfat (% 44 P₂O₅) kullanılmıştır. Bölge toprakları organik madde bakımından oldukça fakir ve yüksek kireçli olduğundan, organik materyal olarak ahır gübresi (küçükbaş) 25 kg/ağaç ve 50 kg/ağaç şeklinde mineral gübre ile birlikte banda verilerek uygulanmıştır.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre, 3 tekrürlü, ve bir parselde bir ağaç olacak şekilde yürütüldü.

Çizelge 2. Kullanılan Koyun Gübresinin Bazı Kimyasal Özellikleri

Kuru Madde, %	pH	EC, μ mhos/cm	N, %	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn
31,8	7,15	465	1,20	0,25	0,16	1,02	0,11	60	34	95

Sonuç ve Öneriler

Antepfıstığı periyodisite gösterdiğinden, denemenin iki var yılı ve iki yok yılı olmak üzere dört yıl sürdürülmesi planlandı, 2014 yılında bahçe ilkbahar geç donlarından etkilendiğinden veri alınmayarak 2015 yılında tamamlandı.

Çizelge 3. Yapılan uygulamalar, ağaç başı verim ve varyans analizi.

	2011	2012	2013	2015	Ortalama Verim kg/ağaç	Kümülatif Verim kg/ağaç	Ortalama Verim kg/ağaç
Kontrol	11,2	0,5	5,7	1,9	4,8	19,3	5,03b
	4,9	0,0	5,7	9,5	5,0	20,2	
	5,8	2,5	10,1	3,0	5,3	21,4	
25kg/ağaç	4,6	11,7	9,4	5,3	7,7	30,8	7,06a
	8,1	2,1	9,9	9,7	7,4	29,7	
	9,8	0,0	8,4	6,3	6,1	24,5	
50kg/ağaç	9,2	0,0	5,3	9,0	5,9	23,5	6,46ab
	11,3	0,3	9,7	7,6	7,2	28,9	
	7,8	1,7	6,3	9,3	6,3	25,1	

Organik gübrenin mineral gübre ile birlikte kullanılması halinde ağaç başı ortalama verimde % 40'a varan bir verim artışı olduğu görülmektedir. Kuru şartlarda antepfıstığı bahçeleri genellikle 7x7m şeklinde tesis edilmektedir. Elde edilen sonuç dekara verim olarak düşünüldüğünde, kontrolden 102 kg/da elde edilirken, organomineral gübre uygulamasıyla bu rakam 142,8 kg/da'ya ulaşacaktır.

Bu artışın nedeninin verilen organik gübrenin besin içeriğinden ziyade toprağın olumsuz bazı kimyasal özelliklerini giderdiğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (ÖZBEK 1978). Yüksek oranda kireçli, killi, yüksek pH değerine sahip topraklarda mineral gübrenin organik gübre ile kullanılması kaçınılmazdır.

Kaynaklar

AKTAŞ, M. (1995) Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. III. Baskı A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No:1429. Ders Kitabı: 416. Ankara.

ANNAHEIM, K., DOOLETTE, A., SMERNIK, R., MAYER, J., OBERSON, A., FROSSARD, E., BUNEMANN, E. (2015) Long-Term Addition of Organic Fertilizers has Little Effect on Soil Organic Phosphorus as Characterized by ³¹P NMR Spectroscopy and Enzyme Additions. *Geoderma* 257, 67e77.

ANONYMOUS (1992) IFA World Fertilizer Use Manual. International Fertilizer Industry Association. Paris, pp. 426-430

ANONYMOUS (2016) United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. <https://apps.fas.usda.gov/>

ARPACI, S, ATLI, H.S. (1995a) The Effect of Different In-Row Spacing on Yield Growth and Some Qualifications Under Arid Condition. First International Symposium on Pistachio Nut. *Acta Hort.* N. 419. P. 259-264. Adana.

ASWORTH, L.J., GAONA, S.A, and SURBER, E. (1985) Nutritional Diseases of Pistachio Trees: Potassium and Phosphorus Deficiencies and Chloride and Boron Toxicities. *Phytopathology* 75 (10): 1084-1091.

AYDEMİR, O. (1992) Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:734. Erzurum.

BOLSTER, C.H., SISTANI K.R. (2009) Sorption of Phosphorus from Swine Dairry and Poultry Manures. *Commun. Soil Sci. Plan. Anal.* 40, 1106-1123.

CADE-MENUN, B., LIU, C.W. (2014) Solution Phosphorus-31 Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy of Soils from 2005 to 2013: A Review of Sample Preparation and Experimental Parameters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 78, 19e37.

EYÜPOĞLU, F. (1999) Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:220. Teknik Yayın No: T-67

GÜNEŞ, A., ALPASLAN M., İNAL A. (2002) Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1526. Ankara.

GUPPY, C.N., MENZİES, N.W., MOODY, P.W., BLAMEY, F.P.C. (2005) Competitive Sorption Reactions Between Phosphorus Organic Matter in Soil: A Review. *Aust. J. Soil Res.* 43, 189-202.

LINDSAY, W.L. (1974) Role of Chelation in Micronutrient Availability. In E.W. Carson ed. *The Plant Root and Its Environment*, p.41-57. Soil Sci. Amer.Inc., Madison, Wisconsin/USA.

MA, L., XU, R. (2010) Effects of Regulation of pH and Application of Organic Material Adsorption and Desorption of Phosphorus in Three Types of Acid Soils. J. Ecol. Rural Environ. 26, 596-599.

MAGEED T.A., SEMİDA W. (2015) Organomineral Fertilizer can Mitigate Water Stress for Cucumber Production (*Cucumis sativus* L.)Agricultural Water Management 159 (2015) 1–10.

MALAKOUTİ, M.J. (2006) Increasing the Yield and Quality of Pistachio Nuts by Applying Balanced Amounts of Fertilizers. IV th IS on Pistachio and Almond. Acta Hort. 729:293-300.

ÖZBEK, S. (1978) Özel Meyvecilik. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yayınları 128, Ders Kitabı: 11, 486. Adana.

ÖZBEK N. (1981) Meyve Ağaçlarının Gübrenmesi. Tarım ve Orman Bakanlığı.

ROBSON, A.D., PİTMAN, M.G. (1983) Interactions Between Nutrients in Higher Plants. In: Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, (A. Lauchli and R.L. Biesleski, eds.), Vol. 15A, pp. 147-180. Springer-Verlag, Berlin and New York.

SEZEN, Y. (1991) Toprak Kimyası. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:127. Erzurum.

SILVAA S.M., LUZA J.M.Q., NOGUEİRAA P.A.M., BLANKB A.F., SAMPAİ-OB T.S., PINTOB J.A.O, JUNIORB A.W. (2017) Organomineral Fertilization Effects on Biomass and Essential Oil of Lavender (*Lavandula dentata* L.) Industrial Crops & Products 103 133–140

TEKİN, H., ÇAĞLAR, G., KURU C. ve AKKÖK, F. (1990) Antepfıstığı Besin Kapsamlarının Belirlenmesi ve En Uygun Yaprak Örneği Alım Zamanının Tespiti. Türkiye 1. Antepfıstığı Sempozyumu Bildiriler. 11-12 Eylül, 1990. 120-138.

TORABI, M., AND M.J. MALAKOUTI. (2000) Effect of Nutrition on Pistachio Contamination to Aflatoxin. The First Congress of Pistachio Aflatoxin, Kerman, Iran.

URIU, K., PEARSON, J. (1987) Zinc Deficiency in Pistachio Diagnosis and Correction. California Pistachio Industry. Annual Report. Crop Year 1986-1987. p:71-72

WELLS, B.R., THOMPSON, L., SHOCKLEY, P.A. (1975) Zinc, İron and Manganese in Rice as İnfluenced by Soil pH and Exchangeable Calcium. Rice J. 78:31-33.

YU W., DING X., XUE S., LI S., LIAO X., WANG R. (2013) Effects of Organic-Matter Application on Phosphorus Adsorption of Three Soil Parent Materials. J. Soil Sci. Plant Nutr.[online]., vol.13, n.4, pp.1003-1017.

ZHANG, A., HE, L., ZHAO, H., WU, Z. (2009) Effect of Organic Acids on Inorganic Phosphorus Transformation in Soil With Different Phosphorus Sources. China J. Appl. Environ. Biol. 15(4), 474- 478.

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA SÜTAŞ BITKİSEL ÜRETİM UYGULAMALARI

ENVER KARTAL

SÜTAŞ Süt Ürünleri A.Ş.

Özet

Sürdürülebilir tarım uygulamaları kapsamında, SÜTAŞ Bitkisel Üretim arazilerinde, üretici şartlarında organomineral/kimyevi gübre uygulaması yapılmıştır. Uygulamanın toprak yapısı, ürün verimi ve kalitesi ile karlılık yönünden kimyevi gübre ile mukayesesi değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Organomineral gübreler, sürdürülebilir tarım, toprak özellikleri.

CROP PRODUCTION PRACTICES in SUTAS'S FARMLAND UNDER the SCOPE of SUSTAINABLE AGRICULTURE

Abstract

In this study organomineral and chemical fertilizers were applied in SÜTAŞ's Farmland to assess and compare their effects on soil structure, yield and crop quality in terms of sustainable agriculture.

Keywords: Organomineral fertilizers, sustainable agriculture, soil properties.

Giriş

Sütaş Bitkisel Üretim arazilerinde 2014 yılından buyana sürdürülebilir tarım uygulamaları yapılmaktadır.

Sürdürülebilir tarımda dikkat edilmesi gereken beş önemli temel ölçüt bulunmaktadır.

1. Toprak organik maddesi,
2. Bitki besin maddeleri,
3. Ekim Nöbeti,
4. Toprak İşleme,
5. Zararlı ve Yabancı Ot Mücadelesi.

Amaç

Hayvansal ve bitkisel atıkların Enfaş tesislerimizde enerjiye çevrilmesi sırasında elde edilen çıktının organomineral gübre olarak değerlendirilip, üretim alanlarında sürdürülebilir tarım uygulamaları kapsamında kullanılmasıdır.

Sürdürülebilir tarım uygulamalarında hedefler;

- Toprak yapısını koruma,
- Bitkisel üretimde verimlilik / kalite artırma,
- Yer altı su kaynaklarını ve çevreyi korumaktır.

Materyal ve Metod

Sütaş Bitkisel Üretim arazilerimizde sürdürülebilir tarım uygulamaları aşağıdaki 5 temel başlık altında yapılmaktadır.

Toprak Organik Maddesi

Hasat sonrası anız yakma işlemi yapılmadan toprak işlenerek, bitki artıklarının toprak altına gömülmesi sağlanmakta ve organik yapının iyileştirilmesi hedeflenmektedir.Çiftlik gübresi (Katı-Sıvı) uygulamaları yapılmaktadır.

Bitki Besin Maddeleri-Sulama

Bitkisel Üretim faaliyetlerimizde üretimi yapılan ürünlerden yüksek verim elde edebilmek için toprak analizi sonuçlarına göre taban ve üst gübre olarak organomineral gübre kullanılmaktadır. Damla Sulama Sistemi kullanılmakta ve ürüne ihtiyacı kadar su, gerekli olduğu dönemlerde besin elementleri ile birlikte uygulanmaktadır.

Ekim Nöbeti

Uygulamanın amacı, üst üste aynı ürün ekilmesi sonucu aynı besin maddelerinin toprakta azalmasını ve o ürüne özgü hastalık ve zararlıların çoğalmasını önlemektir.

Tarfaş arazilerimizde 3 lü Ekim Nöbeti uygulanmaktadır.

Uygulama;

Hububat (Buğday, Arpa, Tritikale) + Mısır + Domates (icara verilerek) şeklindedir.

Toprak İşleme

Azaltılmış toprak işleme yöntemleri uygulanmaktadır.

Toprağı sürmeden 2.sınıf toprak işleme aletleri ile karıştırmak yoluyla yapılmaktadır. Eğimli arazilerde işlemler toprak erozyonunu önleyecek şekilde eğime dik olarak yapılmaktadır.

Sulama kaynaklı toprak erozyonu Damla Sulama Sistemi sayesinde önlenmektedir.

Toprak İşleme Aletleri:

Toprağı yırtarak kabartmak, parçalamak, havalandırmak, yabancı otları kesip köklerini yüze çıkarmak, mineral gübreleri karıştırmak ve anız bozmak gibi faa-

liyetler için kullanılan; Kültivatörler, Tırmıklar, Toprak frezeleri, Goble, Discharrow, Merdaneler ve benzeri diğer aletlerden oluşan toprak işleme aletleri grubudur.

Entegre Zararlı, Hastalık ve Ot Mücadeleleri

Bitkisel üretimde sertifikalı tohumluk kullanılmaktadır.

Ekim nöbeti uygulamaları ile hastalık ve zararlılara karşı minimum seviyede (ekim nöbeti uygulamasında üst üste aynı ürün ekilmediği için ürüne özgü yerleşik hastalık ve zararlı popülasyonu azalmaktadır) mücadele yapılması hedeflenmektedir.

Analiz ve Sonuçlar

2017 Tarımsal üretim takvim yılında Süttaş Bitkisel Üretim arazilerinde üretici şartlarında hububat (Tritikale) yetiştiriciliğinde organomineral gübre ve kimyevi gübre kullanımının toprak yapısı, ürün verimi ve kalitesi ile karlılık üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Bitki besleme haricinde tüm kültürel faaliyetler çiftçi şartları ile aynı şekilde uygulanmıştır.

Verim Üzerine Etkileri

UYGULAMA/DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ								
GÜBRE CİNSİ (Kod No)	MEVKİİ	ÜRETİM ALANI (m ²)	EKİM TARİHİ	İLK ÇIKIŞ TARİHİ	KÜLTÜREL FAALİYETLER / GÖZLEMLER	HASAT TARİHİ	ÜRÜN MIKTARI (Kg)	VERİM (Kg/Dekar)
Organomineral (6-10-6)	VASİL	39.250	12.11.2016	3.12.2016	* Taban Gübresi uygulandı (30 Kg/ Dekar) * Tritikale ekimi yapıldı (27 Kg/Dekar)	5.6.2017	149.520	3.809,43
Organomineral (6-10-10)	VASİL	20.659	12.11.2016	3.12.2016	* İlik çıkışların homo- jen olduğu gözlemlendi (03.12.2016) * Üst Gübresi uygu- landı (25 Kg/Dekar) 28.02.2017	5.6.2017	68.800	3.330,27
Kimyevi Kompoze (15-15-15)	VASİL	17.000	12.11.2016	3.12.2016	* Herbisit uygu- laması yapıldı 2.4D Amin 28.03.2017 * Silajlık olarak hasat edildi.	5.6.2017	61.300	3.605,88

Toprak Yapısı Üzerine Etkileri

UYGULAMANIN TOPRAK YAPISI / ÜRÜN VERİMİNE ETKİSİ									
	Analiz Tarihi	Parametreler							Verim Kg/Da
		Organik Madde %	Potasyum Kg/Da	Fosfor Kg/Da	Kireç %	Tuz %	Saturasyon %	pH	
	14.8.14	1,6512	33,03	22,91	1,2269	0,0343	51	6,88	
		1,8347	37,94	15,16	1,5336	0,0346	50	6,7	
		1,9876	32,51	9,04	1,3802	0,0433	48	6,71	
Ortalama		1,8245	34,49	15,70	1,3802	0,0374	49,67	6,76	
Organomineral 6-10-6	20.6.17	2,5822	101,11	11,6	0,8017	0,0308	70	7,38	3.809,43
Organomineral 6-10-10		2,6338	104,13	12,29	0,6414	0,0279	68	7,32	3.330,27
Kimyevi 15-15-15		2,5305	107,18	13,69	0,7215	0,0265	68	7,57	3.605,88
Ortalama		2,5822	104,14	12,53	0,7215	0,0284	68,67	7,42	3581,8589

Not:
Çalışmanın yapıldığı Vasil/Bakırköy mevkiinde (408 Dekar) 2015 yılından itibaren sürdürülebilir tarım kapsamında organomineral gübre uygulamalarına geçilmiştir. Uygulamadan önce 14.08.2014 tarihlerinde alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları ve silajlık hububat bitki besleme çalışması sonucu hasattan sonra 20.06.2017 tarihinde alınan toprak analizleri çizelgede yer almaktadır.

Maliyet Analizi

UYGULAMANIN MALİYET ANALİZİ								
	Hasat Tarihi	Üretim (Kg)	Alan (Da)	Verim (Kg/Da)	Ürün Fiyatı (tl/Kg)	Tutar (tl)	Gübre Maliyeti (tl/Da)	Kar (tl/Da)
Kimyevi Gübre (15-15-15)	5.6.2017	61.300	17,00	3.605,88	0,13	468,76	33,96	438,80
Organomineral Gübre (6.10.10)		68.800	20,66	3.330,27	0,13	432,93	37,20	395,73
Organomineral Gübre (6.10.6)		149.520	39,25	3.809,43	0,13	495,23	37,50	457,73

Not:
1- Gübreleme Normu: 30 Kg/da
2- Hububat Silajı Tarla Fiyatı = 0,13 ₺/Kg
3- Gübre Fiyatları (Kasım-2016 Piyasası);
Kimyevi 15-15-15 = 1.132 ₺/Ton,
Organomineral 6.10.10 = 1.240 ₺/Ton,
Organomineral 6.10.6 = 1.250 ₺/Ton.

Öneriler-Yorumlar

Türkiye toprakları genel olarak organik madde içeriği bakımından oldukça fakir durumdadır. Ayrıca su ve rüzgâr erozyonuna maruz kalmaktadır. Toprak işleme, sulama yöntemleri, ekim deseni ve bitki besleme faaliyetleri toprak organik maddesi ile erozyonu etkilemektedir. Sürdürülebilir tarım uygulamaları ile toprak organik maddesi ve erozyonun olumsuz etkilerinin azaltılması hedeflenmelidir. Özellikle bitki besleme konusunda kimyevi gübreler yerine organik/organomineral gübrelerin kullanımı çok büyük önem arz etmektedir. Bu önerimizi, yapmış olduğumuz çalışma sonuçları da desteklemektedir.

Teşekkür

27 Eylül 2017 tarihinde SÜTAŞ – TEMA Vakfı işbirliğinde gerçekleştirilen Organomineral Gübre Çalıştayı'nda SÜTAŞ Grubuna çalışmalarını sunma fırsatı tanındığı için TEMA Vakfı Yönetimine ve tüm Çalıştay katılımcılarına teşekkür ederiz.

BİYOGAZ TESİSİ ÇIKTISI SIVI FERMENTE GÜBRE YÖNETİMİ

SERKAN ANACAK¹, ECEM ÖZDEMİR²

¹SÜTAŞ Süt Ürünleri AŞ

²ENFAŞ Elektrik Enerji Üretim AŞ

Özet

Günümüzde, ülkemizde ve dünyada yenilenebilir enerji faaliyetleri ile ilgili çalışmalar hızla artmakta ve gelişmektedir. Bu kapsamda, yenilenebilir enerji üretimi amaçlı birçok geri kazanım tesisleri kurulmuş olup bu tesislerin başında gelen biyogaz tesisleri de tüm dünyada enerji faaliyetleri açısından oldukça önem arz etmektedir. Ülkemizde de yenilenebilir enerji faaliyetleri çalışmalarına ağırlık verilmesiyle birlikte biyogaz tesislerinin sayısı artmıştır. Isı ve elektrik enerjisi sağlamakta kullanılabilen biyogaz, hayvan dışkıları, gıda sanayi atıkları ve her türlü bozulmuş bitkisel ürünler gibi hayvansal ve bitkisel hammaddelerin işlenmesi sonucu elde edilmektedir. Biyogaz tesislerinin iş akışında oluşan birçok çıktı ürün bulunmaktadır. Sıvı fermente ürün, bahsi geçen çıktıların başında gelmekte olup yüksek miktarlarda oluşmaktadır. Sıvı fermente ürün doğru yönetildiğinde toprağa yararlı gübre olarak kullanılabilir. Bu sayede hem etkili bir çevre yönetimi yapılmış olup hem de toprağı verimli hale getirecek bir ürün elde edilmiş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, sıvı fermente ürün, atık yönetimi, gübre.

BIOGAS PLANTS' OUTPUT LIQUID DIGESTATE MANAGEMENT

Abstract

Today, studies on renewable energy activities in Turkey and in the world are increasing and developing rapidly. Within this scope, many renewable energy producing recovery facilities have been established and the biogas facilities leading these facilities are very important for energy activities all over the world. The number of biogas plants has increased with the emphasis on renewable energy activities in Turkey. Biogas is produced from, animal and vegetable process wastes, manure, food industry wastes and all kinds of degraded vegetable/fruit products, which can be used to provide heat and electricity. There are many by products and outputs in the process of biogas production. The liquid digestate is one of the most important output and occurs in high quantities. When the liquid digestate is properly managed, it can be used as a fertilizer. Thus, an effective environmental management has been made and a product that will make the land more fertile will be obtained.

Keywords: Biogas, digestate, waste management, fertilizer.

Giriş

Geleneksel enerji kaynakları tüm ekonomik birimler için önemli girdilerin başında gelmektedir. Ancak enerji; nüfus ve kentleşme oranındaki hızlı artış ve enerji kaynakları arzında yaşanan sorunlar sonucunda en pahalı üretim girdilerinden biri olmuştur. Özellikle fosil yakıtlarda meydana gelen maliyet artışları ile birlikte tüm dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusundaki çalışmalar, son dönemlerde önemli oranlarda artış göstermiştir. Bu enerji kaynaklarından biri de biyogazdır. Biyogaz, organik atıkların oksijensiz (anaerobik) ortamda biyolojik süreçlerle parçalanması sonucu elde edilen bir gazdır ve içeriğinde CH_4 , CO_2 , NH_3 , H_2S ve az miktarda H_2 , N_2 , CO bulunmaktadır.

Biyogaz, ısınma ve enerji elde etmek maksadı ile kullanılan bir tür yanıcı bir gazdır. Biyogaz; doğalgaz ve yanıcı diğer gazlardan farklı olarak hayvansal ve bitkisel, hammaddelerin işlenmesi sonucunda elde edilmektedir. Bu organik hammaddelere biyokütle denilmektedir. Hayvan besiciliğinde çiftliklerinde oluşan hayvan dışkıları, gıda sanayii atıkları, bozulmaya uğramış bitkisel ürünler (pazar yeri atıkları), mısır veya pancar gibi yüksek enerji içeren bitkiler, yağlar kısaca her türlü biyolojik ürün ve atıklar, biyogaz tesislerinde substrat olarak kullanılabilir (DİRKSE 2007).

Biyogaz Tesisi İşleyişi

Biyogaz tesisinin bulunduğu konum oldukça önemlidir. Tesise olabildiğince yakın noktalardan ve mümkün olan en ucuz maliyetle temin edilen gübre ve diğer organik materyaller öncelikle homojen olarak karıştırılmaktadır. Karışım içindeki inorganik malzemeler (taş, metal, plastik vb.) ayrıştırılmakta olup karışım mümkün olduğunca fiziksel ve hücre bazında parçalandıktan sonra çürütücü tanklara beslenmektedir (TOLAY 2008).

Bakteriler ve diğer bazı mikroorganizmalar kullanılarak çürütücü içindeki biyokütle ayrıştırılarak fermente edilir. Fermantasyon sürecinin nihai ürünleri olarak, metan (% 45-70) ve karbondioksit (% 25-55) oluşmaktadır (TUFANER 2013).

Bahsi geçen faaliyetler sonucunda biyogaz tesislerinden; elektrik, buhar, sıcak su ve gübre elde edilebilmektedir. Bu sayede hem atıkların çevresel geri kazanımı sağlanarak bertaraf edilmekte hem de aynı atıklardan enerji geri kazanımı sağlanmaktadır. Biyogazın kalitesi biyogaz içerisindeki metan oranına bağlıdır. Oluşan biyogaz kojenerasyon ünitesinde (gaz jeneratörlerinde) yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülür. Üretilen elektrik ya lokal alanda kullanılır veya elektrik şebekesine verilir. Biyogazın yanması sırasında oluşan ısının tesis yakınındaki sanayi kuruluşlarında, konutlarda veya sera ısıtılmasında, saman kurutulmasında,

süt soğutulmasında veya ahırların iklimlendirilmesinde kullanımı mümkündür. Tesis yatırımının kısa sürede geri dönmesi, her iki çıktının da (elektrik ve ısı) kullanılmasına bağlıdır.

Fermantasyon atıkları ise biyogaz tesisinden elde edilen diğer bir ürün olarak, tarım işletmecisine yüksek kaliteli gübre olarak satılabilir. Ham haldeki sıvı veya katı çiftlik gübresine kıyasla fermantasyon atıkları, bitkiler tarafından daha rahat emilir. Ayrıca biyogaz üretim süreci sonucunda elde edilen sıvı gübre, ham çiftlik gübresine oranla daha az yakıcı ve genelde kokusuzdur. Hastalık oluşturuca bakteri ve parazitler de üretim sürecinde çok büyük oranda yok olmaktadır (TÜRKER, 2008).

Biyogaz Tesisi Çıktısı Sıvı Fermente Gübre Kullanımı ve Faydaları

Çiftliklerden çıkan hayvansal atıklar ülke ekonomisi açısından çok önemli bir hammaddedir. Biyogaz tesislerinde işlenen bu atıklar sonucunda açığa çıkan sıvı ve katı fermente ürünler de aynı hammaddesi olan atık gibi faydalı ve önemli çıktılardır (ÖZTÜRK 2005).

Sıvı fermente ürün, biyogaz tesislerinde oldukça fazla miktarlarda oluşmaktadır. Fazla miktarda oluşmaları sebebiyle doğru bir şekilde yönetilmeleri de ayrıca önem kazanmaktadır. Doğru bir atık yönetimi ile hem çevre hem de tarımsal araziler kapsamında uygun bir ürün haline dönüşebilirler. Sıvı Fermente Gübre, hem toprakların verimliliklerini korumak hem de üründe verim artışı sağlamak için kullanılmaktadır (TUFANER 2013).

Sıvı fermente ürünlerin kullanılması ile elde edilebilecek avantajlar ve faydalar ise;

- Çorak arazilerde, organik maddesi yetersiz topraklarda, sulu tarımın yapılmadığı yerlerde “sıvı fermente gübre uygulamaları” ile %30’a kadar verim artışı sağlandığı gözlenmiş ve çiftçiler tarafından teyit edilmiştir.
- Sıvı fermente gübre toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini arttırmada etkilidir.
- Faydalı mikroorganizmaları arttırdığı için bitkileri çeşitli patojenlere karşı korur ve güçlendirir.
- Suyun toprakta daha uzun süre tutulmasını sağlar.
- Toprakların yapısını iyileştirdiği için bitki köklerinin kolayca yayılmasını sağlar.
- Toprağa organik madde ve besin elementleri kazandırarak, çeşitli nedenlerle doğal verimliliklerini yitirmiş toprakların zamanla tekrar eski durumlarına kavuşturulmasını sağlar.

- Oksijensiz ortamda fermente edilen gübreler yabancı tohum ihtiva etmezler.
- Zararlı mikroorganizma barındırmazlar.
- Nitrat ya da amonyak seviyeleri tarımsal kullanımda en uygun değerlere erişir.
- Sıvı gübre olarak kullanıldığı zaman bitkiler tarafından emilim maksimum seviyelere ulaşır.

Biyogaz Tesisi Çıktısı Sıvı Fermente Gübre Uygulama Yöntemleri

Çıktı olarak elde edilen sıvı fermente gübrelerin uygulama yöntemi iki şekilde olmaktadır.

Birincisi “Enjektör Yoluyla Toprağın 5 cm Altına” uygulama; bu yöntem ile birlikte uygulamayı yapacak olan uç kısımlar toprağın 5 cm altına batırılır ve gübre buraya enjekte edilir. Verim alınması istenen ürüne daha efektif etki gösterebilmesi için bu yöntem oldukça başarılı sonuçlara ulaşmıştır.

Diğer bir yöntemde ise “Tırmıklı Hortumlu Traktör ile Toprak Yüzeyine” uygulama ile yapılmaktadır. Traktöre bağlı durumda bulunan ve tekerlek şeklinde olup dönme prensibiyle çalışan tırmıklı hortum hem toprak yüzeyini havalandırmakta hem de aynı zamanda gübre uygulaması yapmaktadır. Bu sayede havalanmış toprak yüzeyi sıvı gübre yardımıyla verimi arttırılmış olmaktadır.



Şekil 1. Sıvı Fermente Gübre Uygulama Yöntemleri Gösterimi

Ham Sıvı Gübre ve Sıvı Fermente Gübre Farkları

Ham sıvı gübre yani dışkı; hayvanlarının sıvı ve katı dışkıları ile yataklıklarından oluşan bir karışımdır ve bir büyükbaş hayvan yılda ortalama 20 ton dışkı verebilmektedir. Gübre kavramı ise; bitki besin maddelerini bünyesinde organik bileşikler halinde bulunduran, asıl amacı toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzenlemek olan, dışkılardan, atıklardan veya yan ürünlerden hazırlanmış bir üründür. Yani Dışkı ve gübre birbirinden ayrı iki kavramdır. Gübre işlenmiş dışkılarından oluşan nihai bir üründür.

Ham sıvı gübre ile sıvı fermente gübrenin yapısal olarak birçok farklılıkları bulunmaktadır. Bunlar;

- İşlenmiş sıvı fermente gübrenin yarayışlı N, P, K oranları daha yüksektir.
- İşlenmiş sıvı fermente gübrede yabancı ot tohumları miktarı ciddi miktarda azalmaktadır.
- Akışkanlığı yüksektir, toprağa kolayca uygulanabilir özelliğindedir.
- İşlenmiş sıvı fermente gübrenin ham sıvı gübreyle kıyasla tuzluluğu yok denecek kadar azdır.
- Koku miktarı ham sıvı gübreyle nispeten daha azdır.
- Hümik + fülvik asit miktarı daha fazladır.
- İşlenmiş sıvı fermente gübrenin toprağa yarayışlı olan bitki besin madde içeriği daha yüksektir.
- Patojen miktarı daha düşüktür.
- Hastalıklara karşı direnci artırıcı etkisi görülmektedir.
- Toprağa uygulandıklarında yer altı sularını kirletmezler.

Sonuç

Sonuç olarak günümüzde sürdürülebilir çevre ve enerji kapsamında oldukça önem kazanmakta olan yenilenebilir enerji üretim amaçlı geri kazanımı tesislerinde ülkemizde de tercih edilmeye başlanan biyogaz tesisleri sayısı artmaktadır. Biyogaz tesislerinde fazla miktarda oluşan ve atık yönetimi önemli olan sıvı fermente ürün, biyogaz tesisleri sayısı arttıkça yönetimi daha da fazla önem kazanacak olan atıklardır. Doğru yönetildiğinde tarım uygulamalarında toprağın ve ürünün verimini arttıran kıymetli bir gübre haline gelmekte olduğu yapılan araştırmalar ve çalışmalarca gözlemlenmiştir. Bu sebeple oluşan bu atıklar yasal mevzuat kapsamında doğru bir şekilde değerlendirilip sürdürülebilir tarıma da katkı sağlamak mümkündür.

Kaynaklar

DIRKSE, E.H.M., “Biogas Upgrading Using the DMT TS- PWS Technology” Report, Page 2-12, DMT EnvironmentalTechnology, 2007.

TUFANER F., AVŞAR Y., DERE T., GÖNÜLLÜ M. T., “Türkiye’de Biyogaz Tesisi Projelerinde Başarı Ve Başarısızlık Nedenlerinin Analizi ve Merkezi Biyogaz Tesislerinin Önemi”, I. Ulusal Kompost Ve Biyogaz Çalıştay 11-14 Nisan 2013, Antalya

ÖZTÜRK, M., “Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretimi”, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Müsteşarlığı, 2005, Ankara.,

TOLAY, M.,YAMANKARADENİZ, H., YARDIMCI, S., REITER, R., “Hayvansal Atıklardan Biyogaz Üretimi”, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES’2008, İstanbul, 17-19 Aralık 2008.

TÜRKER, M., (2008). Anaerobik Biyoteknoloji ve Biyoenerji Üretimi, Çevkor Vakfı Yayınları, İzmir, 260 sayfa.

MİNERAL GÜBRELERİN TOPRAK EKOSİSTEMİ, ÇEVRE VE BİTKİSEL ÜRETİM ÜZERİNE OLASI ETKİLERİ

NESRİN YILDIZ

Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD.

Erzurum-Türkiye nyildiz@atauni.edu.tr

Özet

Dünya nüfusunun hızla artıyor olması, gıda açığını kapatmak adına tarımsal üretimin de hızla artmasını gerektirmektedir. Bu amaçla bitkisel üretimde bitki besleme veya gübreleme pratiklerinin ve girdilerinin geliştirilmesi de günden güne önem kazanmaktadır. Bitki besin maddeleri bitki büyümesi için mutlak gerekli olan kimyasal (inorganik, mineral) elementlerdir. Besin elementlerini ifade ederken, Bitki besleme uzmanları ‘besin’, çiftçiler ise ‘gübre’ kavramını kullanırlar. Bitkiler için gerekli 17 element (gübre bileşeni) vardır; bunlardan 3 tanesi (C, H, O) havadan ve sudan kaynak alır, diğerleri (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B, Ni, Cl) genel olarak yetişme ortamından sağlanır. Gübreler öncelikle bitkilere yeşil rengi vererek fotosentez mekanizmasını desteklemekle kalmayıp, vejetatif aksam ve kök gelişmesini de sağlarlar. Diğer taraftan, mineral gübreler bitkilere kısa sürede yararışlı olma ve çeşit /doz /uygulama şekli ve zamanın kontrol edilebilirliği nedeniyle öngörülebilir ve güvenilirlik avantajlarına da sahiptirler.

Toprak/bitki analizleri ve sera/tarla denemelerine dayalı olmayan, bilinçsiz kontrolsüz aşırı kimyasal gübrelemeler biyosfer (toprak, hava, sudan oluşan canlı küre), ürün ve sağlık açısından sorunları veya dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Ayrıca, doğal gübrelerden daha pahalı oldukları için daha az ekonomiktirler. Kimyasal gübreler topraktaki değişimler nedeniyle bitkilerde verim ve kaliteyi riske atacak değişimlere neden olabilirler. Örneğin; toprağın pH sınırı bitki isteği dışına çıkarmak, tuz etkisi yaratarak iyonik toksik etki yapmak, besin dengesini bozmak, su kirliliğine neden olmak (ötrofikasyon), bileşimindeki ağır metalleri toprağa bırakmak vb. diğer bazı kalıcı etkileriyle uzun vadeli dengesizliklere neden olabilmektedirler. Dahası, ciddi çevre, habitat ve sağlık etkilerine de neden olabilmektedirler.

Anahtar kelimeler: Kimyasal gübre, besin elementi, çevresel kirlilik, su kirliliği, insan sağlığı

A REVIEW on the EFFECT of CHEMICAL FERTILIZERS on SOIL ECOSYSTEM, ENVIRONMENT and CROP PRODUCTION

Abstract

With the rapid increase of the world population the improvement of plant nutrition remains as one of the major factors in the increase of the crop yields, for this aim; in crop production the fertilizers inputs and practices from day to day is becoming very crucial. In plant development, chemical elements (inorganic and minerals) are absolute in the plant nutrients. In general the term nutrient elements are use as nutrient among the plant nutritionists, while fertilizer is use among the farmers. For the normal growth; the plant need 17 essential elements; carbon (C), hydrogen (H), and oxygen (O) are found in the water and air; nitrogen (N), potassium (K), magnesium (Mg), calcium (Ca), phosphorous (P) and sulfur (S), and micro-nutrients; Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B, Ni, and Cl are found in the soil or soilless (hydroponic) media. Primarily chemical fertilizers are aiding plant photosynthesis mechanisms by affording the green color, foliage growth and root growth and development. In other hand; overtime chemical fertilizers are having the advantage of being more predictable and reliable to their types, doze application and outcomes. Organic fertilizers are not applied to increase soil organic matter, which is not based on soil/plant analysis and greenhouse/field experiments, and unconscious uncontrolled extreme chemical fertilizers bring problems or disadvantages in terms of biosphere (vibrant sphere consisting of soil, air and water), product and health. Commercially; chemical fertilizers are also present disadvantages; they are economically less viable, as well as they are more expensive than natural fertilizers, they are also risk the death of plants as they can buildup in the soil causing long-term imbalances in soil pH and fertility as an excess of some nutrients can be disrupt pH levels and lead to toxic accumulations of salts water pollution eutrophication contamination environmental effects of heavy metals fertilizer dependency problems with soil acidification etc. and other harmful elements. Furthermore; they use to cause severe environmental habitat and health effects.

Keywords: Chemical fertilizer, nutrient, environment pollution, human health, water pollution.

Giriş

Binlerce yıl doğal ekosistem koşullarında, doğayla uyumlu bir biçimde yürütülen bitkisel ve hayvansal üretim, çevre sorunlarına neden olmamıştır. Ancak hızlı nüfus artışı (gelişmiş ülkelerde nüfus artışı %0.5 düzeyinde iken gelişmekte olan ülkelerde bu oran %2.5'e kadar çıkabilmektedir (ATILGAN vd. 2007) ve hızlı bitkisel ve hayvansal gıda açığı hızlı üretimi gerektirince doğayla uyumlu olmayan

girdilerin kontrolsüz kullanımını da hızla artış göstermiştir. Bu arada göz ardı edilen en önemli konu; tarımsal üretimin toprak, su ve hava gibi biyosferin (yaşam küre) hayati bileşenlerine sıkı sıkıya bağlı olduğu ve bu temel öğelerde meydana gelen herhangi bir sorunun 'tarımsal üretimi, canlı refahını, sağlığını ve ekosistem dengesini' direkt etkilediği bilincinin insanlarda yerleşmemiş olmasıdır.

Doğada özellikle insan eliyle (antropojenik) oluşan zararların, ekosistem dengelerinin kendi aleyhine bozulmasını (ruhsal ve bedensel sağlığı kötüleşen) farke-den insanoğlu bu kez; sağlıklı üretim, sağlıklı gıda ve sağlıklı toplum felsefesini benimsemeye başlamış ve bunun üzerine son yıllarda, doğa ile dost üretim teknikleri temeline dayalı yeni arayışlara yöneltmiştir. Örneğin kontrolsüzce gelişen konvansiyonel tarım yerine, organik tarım adı altında bir alternatif tarım şekli (kimyasal gübre, ilaçlama, hormon gibi etkenlerin kullanılmasına karşı olan ve tamamen doğallıktan yana kontrollü ve doğa dostu tarım şekli) ile konvansiyonel tarıma savaş açılmıştır. İnsanlığın geleceği için veya gelecek kuşakları açlıkla yüz yüze getirmemek için tarımda sürdürülebilir verimliliği artırmalıyız. Bu kapsamda verimli ve etkili kullanmak koşulu ile daha çok gübre kullanmaya ihtiyacımız olduğunun bilincindeyiz.

Ekonomik döngüde rol alan diğer sektörlerle karşılaştırıldığında, tarımın çevre üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkileri vardır. Örneğin; bir bölgede tarımın gelişmiş olması, doğal yaşamı, bölgedeki oksijen üretimini ve iklimi olumlu yönde etkilerken, diğer yandan entansif tarımın bilinçsizce yapıldığı bölgelerde çevreyi olumsuz etkilemektedir (KARAER ve GÜRLÜK. 2003). Bütün bu tartışmalar sonucunda, tarım politikalarında değişiklik zaruri olmaya başlamış, tarımda, çevre-insan-hayvan sağlığının güvenilir, izlenebilir ve sürdürülebilirlik ilkeleriyle korunmasına dikkat çekilerek, iç ve dış pazarda güvenilir ürün sunumu hedeflenmiştir.

Gerek bitkisel ve gerekse hayvansal üretimde yeni teknolojiler ve yöntemlerle sağlanan artışlar şüphesiz verimliliği yükseltmektedir, ancak uygulanan yöntem ve tekniklerle sonsuz ürün artışı sağlanması da olası değildir. Kantitatif olarak ürün artışı sağlanıyor olsa da, kalitatif ölçekte elde edilen verim farkı tartışılır olabilmekte, hatta bazı problemleri de gündeme getirebilmektedir. Gelişen tarımsal uygulamalarla birlikte toprak ve bitkilere uygulanan çeşitli kimyasal maddeler, çeşitli atıklar ve artıklar, toprak ve su kaynaklarını kirletmekte ve üzerinde yaşayan canlılar için yaşanamaz hale getirmektedir. Yağış ve sulama suları ile toprakların alt katmanlarına, oradan da yeraltı sularına karışan bu maddelerin bir kısmı suların kalitesini bozmakta ve onları içilemez duruma getirmektedir. (TOPBAŞ vd. 1998).

Toprak, canlıların temel besin maddelerini üreten eşi bulunmaz bir doğal kaynaktır. Gelişen teknoloji artan yaşam düzeyi ve artan nüfus gibi nedenlerle topraktan

olanaklar ölçüsünde çeşitli ve daha çok ürün almak için, toprağa olan tarımsal baskılar gittikçe artmış ve artmaya devam etmektedir. Tarımsal aktivitelerden; gübreleme, sulama, hayvansal ve bitkisel zararlılarla mücadele için kimyasal maddeler, toprağın doğal yapısında ve özelliklerinde bazı bozulmalar ve değişimler meydana getirmiştir. Beraberinde, hayvan besiciliği büyük işletmeler haline dönüşünce, hayvansal ve bitkisel ürünlerden bazılarını işleyen tarım endüstrisi gelişmiştir. Bütün bu aktiviteler sonucunda açığa çıkması kaçınılmaz olan zararlı maddeler de, toprağın yapı ve işlevlerinde istenmeyen bozulmalara neden olmuştur. “Toprak Kirlenmesi” olarak ifade edilen bu sonucun etkenleri; büyük çaptaki hayvan besiciliği ile büyük çiftliklerde meydana gelen katı ve sıvı atıklar, bilinçsizce toprağa verilen mineral gübreler, hayvansal ve bitkisel zararlıları yok etmek için kullanılan kimyasal mücadele ilaçları (biyosidler), tarım endüstrisine ait atık maddelerdir (ÇEPEL 1997).

Çevre elbette önemlidir, insanlığın geleceği açısından mutlaka bilinçli bir şekilde korunmalıdır. Aşırı ve yanlış gübre kullanımının toprak, bitki, su ve havada olumsuzluklara yol açtığı bir gerçektir. Bu kapsamda eleştirel yaklaşımlar yapılırken, sebepler ve çözüm önerilerinin de yerinde irdelenmesi gerekmektedir. Nitekim, uygun dozda, uygun çeşitte, uygun zamanda ve uygun şekilde kullanılmayan bir girdi, Paracelsus sözünde olduğu gibi: ‘Her şey zehirdir. Mühim olan dozdur’, ilaç da olsa toksik olmaya adaydır. Kullanılan gübre organik de olsa kimyasal (sentetik, inorganik) da olsa aynı düşünce geçerlidir. Çünkü toprak, iklim, bitki ve gübre özellikleri dikkate alınmadan, toprak–bitki analizlerine ve tarla/sera kalibrasyona dayalı gübre yönetimi yapılmadan her iki gübrenin de olası zararları kaçınılmazdır. Diğer bir ifade ile, ekonomik olmayacağı gibi ekolojik de (hava, su ve toprağı kirletecek, besin zincirinde olumsuz etki yapacak) olmayacaktır. Nitekim 1970’li yıllarda literatürlerde özellikle gübrelemede dikkate alınması gereken bazı önemli uyarı bilgileri de yeterince dikkate alınmadığı için, 1970’li yıllardan sonra yoğun tarım artışı ile verim artmış, ancak bu noktada yapılan hatalar göz ardı edildiği için, çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Örneğin ÖZBEK (1970)’den aynen aktarıldığına göre; sağlıklı bitki gelişimi için, toprakta yeterli ve dengeli düzeyde bitki besin elementi bulunması gerekir. Diğer taraftan, topraktaki bitki besin elementlerinden bitkilerin yeterince yararlanabilmesi için, besin elementlerinin bitkilerce alınabilirliği son derece önemlidir. Toprakta noksan olan besin elementlerini takviye etmek için uygulanan gübrelerden bitkilerin yeterli düzeyde yararlanabilmesi ve gübre kullanım etkinliği çok sayıda faktöre bağlı bulunmaktadır. Bu faktörleri; toprak faktörleri, iklim faktörleri, bitki faktörleri, insan faktörü olarak sıralamak mümkündür (ÖZBEK 1970).

Dünden Bugüne Bitki Besin Elementleri (Gübreler)

Yoğun tarımın uygulama alanlarından biri de bitki besleme ilkelerine uygun olarak gübreleme yapılmasıdır. Diğer bir ifadeyle, toprakların besin sağlama gücü-

nün uygun yöntemlerle değerlendirilmesinden sonra, dengeli gübreleme programı yapılarak bitkilere gerekli besinleri sağlayabilmektir. Bitki besleme uzmanlarının 'besin elementi', çiftçilerimizin ise 'gübre' diye ifade ettiği kavram, temelde bitkilerin normal yaşam döngüsünü tamamlayabilmesi için topraktan/dışarıdan uygun miktar ve oranlarda sağlanması gereken mineral gıdaların tamamıdır. İster kimyasal isterse organik formda sağlansın bitkiler bu besinleri inorganik (mineral) formda bünyesine alabilmektedir. Bitkisel verimi artırmak amacıyla projeler oluşturulurken, halkın beklentisi kimyasal girdilerin en aza indirerek bu amaca ulaşılmasıdır. Bilindiği gibi bitkilerden elde edilecek verimin kalite ve kantitesini etkileyen birçok etken (genetik ve çevresel) vardır. Bu etkenler arasında insanoğlunun denetleyebildikleri (sera koşulları dışında) en başta su ve besin elementleridir. 150 yıldan beri bitki besleme üzerinde çalışan bilim insanlarının amacı; bitkilerde besin elementlerinin kaynağını, birikimini, taşınmasını ve fonksiyonlarını anlamak olmuştur. Besin elementi (Gübre); bitki morfolojisini, anatomisini ve özellikle kimyasal bileşimini değiştirerek bitki büyüme desenini etkiler, buna bağlı olarak bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direnç ve toleransını artırabildiği gibi azaltabilmektedir. Bitki besin elementleri, kimyasal elementlerdir ve bitki gelişmesi için esansiyeldir. Bir elementin esansiyel sayılabilmesi için; bitkinin yaşamsal döngüsünde tamamlayıcı bir rolü olmalı, bütün bitkiler için gerekli olmalı, başka bir element onun yerine geçememelidir. Eğer bir element tüm bitkilere değil de bazı bitkilere gerekli olup gelişmeyi artırıcı etki yapıyorsa, o element yararlı element olarak tanımlanır. Karbondioksit ve sudan sağlanan elementler (C, H, O'nin kaynakları) ile diğer 13 element (N, P, K, S, Mg, Ca, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, ve Cl) bitkilerin yaşam döngüsünü tamamlayabilmeleri için ihtiyaç duydukları mutlak gerekli besin elementleri olarak kabul edilmişlerdir. 16 elementin bitki gelişme süresince atmosferde moleküler ve bitki yetiştirme ortamında suda çözünebilir halde bulunması gerekmektedir. Söz konusu 16 elementten N, P ve K birincil besin elementleri, S, Ca ve Mg ikincil besin elementleri ve son olarak Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo ve Cl ise mikro besin elementleri olarak gruplandırılmaktadır. Bazı bitkilerin beslenmesinde çeşitli fonksiyonları olan veya toprakta fazla miktarlarda bulunması halinde bitki gelişmesini engelleyen elementler ise; F, Cr, Se, Pb, I, Br, Cd, Co, Ni, Al'dir. Bu elementlerden bazılarının insan ve hayvanlar üzerine olumlu veya olumsuz etkileri de tartışılmaktadır. Yukarıda sıralanan, bitkilere mutlak gerekli besin elementlerinden sadece bir tanesinin bile bitki yetiştirme ortamında (toprak veya hidrofonik) eksilmesi bitkinin normal olarak gelişmemesi ve ürün vermemesi ile sonuçlanmaktadır. Bu nosyon Justus von Liebig'e mal edilen Minimum Yasasını ifade etmektedir. Minimum yasası, 'verim çok sayıda bitki gelişmesini sınırlayan kaynağın miktarı ile orantılı olarak değişir' düşüncesini iddia etmektedir. Bu gelişme kaynakları; ışık, sıcaklık su, hava (CO₂, O₂) ve besin elementleridir. Verimli toprak; bitkilere uygun miktar ve oranlarda su, O₂ ve besin elementleri sağlayabilen topraktır. Bitkilerde, yüksek miktarda ve kaliteli verim, ancak bitkinin ihtiyacı olan besin maddelerinin tümünü topraktan

ve/veya verilecek gübrelere dengeli biçimde alması ile mümkündür. Toprağın (bitki yetiştirme ortamının) durumu ne olursa olsun, bitkiye gerekli tüm bitki besin maddelerinin gübre olarak verilmesi önerilmektedir. Zira, yapılan çalışmalar göstermiştir ki; besin elementince fakir bir toprağa ihtiyaç üzerinde gübre verilince alınan verim, zengin bir toprağa bitki ihtiyacı kadar gübre verilince alınan verimden azdır. Dünya ölçeğinde hiçbir tarım toprağı da yoktur ki bir ya da birkaç besin elementi açısından noksanlığı söz konusu olmasın.

MARSCHNER (1997), Yüksek Bitkilerin Mineral Beslenmesi adlı kitabından aktarıldığına göre; Tarımda mineral elementlerin yararlı etkisi (örneğin bitki külü ve kireç şeklinde toprağa ilave edilen mineral besinlerin yararlı etkisi) 2000 yıldan beri bilinmektedir. Buna karşılık 150 yıl önce bile mineral besinlerin bitkilere gerekli olup olmadığı tartışma konusu idi. Bitki büyümesinde mineral elementlerin önemine ilişkin dağınık bilgilerin toplanıp özetlenmesi ve bitki mineral beslenmesinin bilimsel bir disiplin olarak ortaya çıkarılmasında en büyük pay ve onur gerçekte JUSTUS VON LIEBIG'e (1803-1873) aittir. Liebig tarafından gerçekleştirilen bu kazanımlar, mineral gübre kullanımında hızlı bir artışa yol açmıştır. XIX. yüzyıl sonlarına doğru, özellikle Avrupa'da bitki yetiştiriciliğinde ve sebzeçilikte fazla miktarda potas ve süper fosfat ve daha sonraları da inorganik azot kullanılmıştır (MARSCHNER, 1997; YILDIZ 2012).

Çizelge 1. Yüksek ve İlkel Bitkiler İçin Mineral Elementlerin Gerekliliği (MARSCHNER 1997)

Sınıflama	Element	Yüksek Bitkiler	İlkel Bitkiler
Makrobesinler	N, P, S, K, Mg, Ca	+	+ (Mantarlar için Ca hariç)
Mikrobesinler	Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl	+	+ (Mantarlar için B hariç)
Yararlı elementler	Na, Si, Co	±	±
Yararlı elementler	I, Va, Ni	-	±

Çizelge 2. Yüksek ve İlkel Bitkiler İçin Mineral Elementlerin Alınış Formları ve Alındığı Kaynaklar (MARSCHNER 1997)

Sınıflama	Element	Alınış Formları	Alındığı kaynak
Makro besinler bitkilerin daha fazla miktarda ihtiyaç duyduğu elementler	C, H, O, N, P, S, K, Mg, Ca	CO_2 , HCO_3^- , H_2O , O_2 , NH_4^+ , NO_3^- , (N ₂ baklagiller) $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , SO_2 , SO_4^{2-} , K^+Mg^{+2} , Ca^{+2} ,	İyonlar (kation veya anyon yüklü) toprak çözeltilisinden, gazlar atmosferden
Mikro besinler bitkilerin daha az miktarda ihtiyaç duyduğu elementler	Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl	Fe^{+2} , Mn^{+2} , Zn^{+2} , Cu^{+2} , Borat iyonları, Molibdat iyonları, Cl^-	İyonlar toprak çözeltilisinden veya yaprağa püskürtülerek
Yararlı elementler	Na, Si, Co, Ni, Va, Al, I		

Tarımda kullanılan mineral (inorganik, sentetik, yapay, kimyasal) gübrelerin, doğal çevreyi kirlettiği üzerinde yoğun tartışmaların yapılması, güncel ve çok eski bir konudur. DAM KOFOED (1974)'e göre, tarımda kullanılan gübreler, çevre kirlenmesini şu yollarla etkiler; i) İçme sularının kirlenmesi, ii) Göl ve akarsuların oksijenince yoksullaştırılması, iii) Bitkisel ürünlerde nitelik düşmesi. İçme sularının kirlenmesine katkıda bulunan temel gübre bileşeni, nitrattır. Fosfor, potasyum ve magnezyum gibi bitki besinleri, insan ve hayvan beslenmesi için de gereklidir. Bu nedenle içme sularında bulunmaları bir kirlilik nedeni değil, aksine yararlı bile olmaktadır. Nitratın kendisi insan ve hayvanlar için zehirli değildir. Ancak havasız koşullar altında, nitratın (NO_3^-) indirgenmesi ile üretilen nitrit (NO_2^-) bebeklerde kanın O_2 taşıma yeteneğini azaltarak zararlı etki yapmaktadır. İçme sularında müsaade edilebilir NO_3^- N'u düzeyi, Dünya Sağlık Örgütü'ne göre 10 ppm, Avrupa ülkelerinde 23 ppm, ABD'inde 45 ppm düzeyindedir. Görüldüğü gibi içme sularında güvenli NO_3^- N'u ile ilgili görüş birliği sağlanmış değildir. Azotlu gübrelerin tarımda giderek artan düzeylerde kullanılması, kolay yıkanan bir iyon olması nedeniyle, bir kısım gübre nitratının içme suyu kaynaklarına karışma ve onları kirlenme olasılığını artırmaktadır. Ancak, tarımda gübre kullanımı kaçınılmaz bir zorunluluk olduğuna göre, kullanmaktan vazgeçmek yerine, yıkanma kayıplarını azaltıcı önlemlere başvurulması, daha geçerli ve gerçekçi bir çözüm olacaktır. Böylece hem suların kirlenmesi önlenmiş olacak ve hem de, pahalı bir girdi olan gübrenin savurgan kullanımı önlenmiş ve bitkilere yararlılığı artırılmış olacaktır.

Göl ve akarsularda bitki ve hayvan yaşamının artması sonucu bu suların oksijenince yoksullaşması (eutrofikasyon, ötrofikasyon) doğal bir süreçtir. Bu süreçte en etkili gübre elementi fosfordur. Ancak gübrelerle toprağa uygulanan fosforun, toprakta kuvvetle tutulan bir element olması nedeniyle tarım topraklarından yıkanarak, göl ve akarsuları kirlenmesi zayıf bir olasılıktır ya da en azından bu türlü kirlenmenin derecesi çok düşüktür. Göl ve akarsulardaki fosfor kirlenmesinin ana kaynağı, gübrelemeden çok fosforca zengin üst toprağın su erozyonu ile göl ve akarsulara taşınmasıdır.

Ötrofikasyon hızlandırılır ya da engellenmezse, suların O_2 kapsamı giderek düşer. Böylece havasız koşullarda yaşayan mikroorganizmalar (anaerobik) için, iyi bir gelişme ortamı yaratılmış olur. Havasız koşullarda organik madde, havalı koşullarda olduğu gibi H_2O ve CO_2 oluşturarak tümüyle ayrışmaz, fakat daha çok indirgenmiş biçimde kalır ve birikir. Organik madde birikimiyle, bir yandan göl ve akarsular dolarken, bir yandan da anaerobik mikroorganizmaların, aerobik organizmalar için zehirli olan metabolizma yan ürünleri (metan, etilen, kükürtlü hidrojen ve bütirik asit) üretilir. Ötrofikasyonun bu denli olumsuz etkilerinin ana nedeni de, havalı koşullarda yaşayan organizmalara zehir etkisi yapan bu maddelerdir.

Bitkisel üretimin niteliği, bitki beslenmesi yoluyla önemli düzeyde etkilenebilir. Organik ve inorganik gübrelerle beslenen bitkilerin nitelikleri arasında ayrıcalıkların olup olmadığı, çok sık sorulan ve tartışılan bir konudur. Ancak, organik gübrelerdeki bitki besinlerinin de, sonunda inorganik biçimlere dönüşerek bitkilere alındığı düşünülürse, bu yönden bir nitelik farkının ortaya çıkmayacağı açıkça görülür. Genel olarak dengesiz beslenme, bitkisel ürün niteliğini düşürür. Dolayısıyla dengeli bir beslenme hangi tür gübre ile yapılırsa yapılsın, kuşkusuz bitkisel ürün niteliğini yükseltecektir. Kaldı ki organik ve inorganik gübre kullanımından kaynaklanan nitelik farkları görülürse bile, bugünkü tarımsal üretim düzeyi, tek başına organik gübrelerin kullanılmasıyla gerçekleştirilemez. Dolayısıyla, mineral gübrelerin kullanılması, bugün için vazgeçilmeyecek bir zorunluluktur (AYDEMİR 1992).

Gübre Çeşitleri, Üstünlük ve Dezavantajları

Organik Gübreler, Biyolojik Gübreler, Organomineral Gübrelerin Üstünlükleri

Organik gübreler; kompost ya da taze, kemik unu, çim kırıntıları, hayvan gübreleri vb bitki ve hayvan kökenli bileşenlerden oluşur. Organik gübreler sadece besin maddeleri deposu değil, aynı zamanda toprağın yapısını, kimyasını ve biyolojik aktivitesini geliştirip iyileştirerek toprağın kalitesine ve sağlığına destek olurlar. Besin maddelerinin tedricen serbest bırakılması ve toprak organik madde içeriğini artırma yönleri başlıca özellikleridir (SARKAR vd. 2003). Organik madde ayrışmasının yavaş olması tercih edilir. Bununla birlikte, organik madde nin parçalanması sıcaklık ve toprak neminden önemli ölçüde etkilendiği için, bu gibi koşullarda bitki ihtiyaç duymasa da toprakta besin maddeleri serbestlenerek toprakta birikebilmektedir. Ancak genel olarak toprakların organik madde içerikleri düşük olduğu gibi, organik gübrelerin de besin içerikleri düşük olduğu için, bitkilerin bitki besin maddesi taleplerini sadece organik gübreler yoluyla karşılamak nispeten güçtür (MORRIS vd. 2007). Bu durum, bitkilerin besine ihtiyaç duyduğu gelişme döneminde, mineralizasyon beklenirken, öncesinde besin immobilizasyonundan kaynaklanan açlık yaşatılırsa bitkilerin zarar görmesi söz konusudur (SHARMA ve CHETANI 2017). Organik gübreler kesinlikle pestisitlerden arı, çevre ve insan sağlığı için güvenlidir.

Organik gübreler, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerin tümünden az ya da çok miktarda doğal olarak içerir ve mineralize olduğunda bitkilere bu besinler sağlanır. Organik gübreler kimyasal gübrelerden daha yavaş parçalanıp ayrılarak serbestlendiği için, toprakta organik gübre kaynaklı besin maddelerinin optimize edilmesi amacıyla ekim/dikimden iki ila üç ay önce uygulanmaları önerilir.

Doğada, organik maddenin ayrışması ile oluşan gübre doğal bir gübre olarak tanımlanmaktadır. Organik kompost veya olgunlaşmış bir otobur gübre uygulaması, toprağa besin açısından zengin organik materyal katarak toprak kalitesini ve toprak yapısını geliştirir. Toprağa organik madde eklemek, su tutma kabiliyetini artırır, su ve rüzgara karşı erozyonu azaltır, toprağın sıkışmasını ve kabuklaşmasını azaltır ve toprağın pH' sını iyileştirebilir. Ayrıca besin tutma ve serbestleme gücünü de artırır.

Biyogübreler, bileşenleri ve makul fiyatı nedeniyle organik kategoriye giren alternatif bir gübre kaynağıdır. Biyolojik gübre toprağın verimliliğini arttırmak için kullanılır ve biyolojik atıklardan (kimyasal içermez) oluşur. Toprak, çevre veya insan sağlığına zararlı olmadığı anlamına gelir. Bu gübreler ayrıca, bitkilerin büyümesi ve bitkiyi tüketenlerin sağlığı için çok yararlı olan besin maddeleri, özellikle mikro besin maddeleri içerir. Mahsulleri, özellikle marulları önemli derecede büyütürken, Fe, Mn ve Mg gibi bazı minerallerin emilimi de artar, bu da %20-30'luk bir artış ve ürün verimi elde edilebilir. Dahası, biyolojik gübreler toprağa ilave edildiklerinde; özellikle biyolojik aktiviteleri ile besin maddelerinin yararlılığını artırarak tohum, kök ya da mikro-floranın oluşumuna yardımcı olan ve sonuç olarak da toprakları iyileştiren yararlı mikroorganizmaların canlı formülasyonlarını artıran etkiye sahiptirler. Biyolojik gübreler örnek olarak bitkilerin büyümesini sağlıklı ve ekolojik olarak dostça geliştiren bir gübre olan Azotobacter verilebilir. Atmosferdeki Azotu (%78) toprağa sabitler ve köklere ve toprağa azot kazandırır bitkilerin büyümesi için gerekli olan besin maddelerini sağlar. Örneğin, bir araştırmada, Azotobacterin en düşük oranda mineral-N ile kombinasyonunda marul yapraklarındaki NO₃ birikimini azalttığı tespit edilmiştir. Bilindiği gibi biriken nitrat tüketici insanlar için tehlikeli olabilmektedir. Bu nedenle, artan ekolojik koruma anlayışı yaygınlaştığından, Biyogübreler tarımda yaygınlaşmakta ve insanlara ve çevreye daha az zarar vereceği düşünülerek mahsüllerinden en iyi şekilde yararlanmak arzu edilmektedir (ANONİM 1 2017).

Organik Gübreler, Biyolojik Gübreler, Organomineral Gübrelerin Dezavantajları

Doğal gübrelerin yavaş parçalanıp ayrışması (mineralize olması, organik formdan bitkilerin alacağı inorganik forma dönüşmesi) diğer bir ifadeyle içerdiği besin elementleri yavaş serbestlendiği için, gelişmekte olan bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin bitkilere sağlanması gecikir. Yosun yağı veya balık yağı gibi birçok doğal gübre kokmaktadır. Kompost yığını elde etmek yosun otu, çimen kırpıntısı ve yapraklar gibi organik materyalleri toplamak emek gerektirir ve zaman alıcıdır. Organik gübrede bulunan besin maddelerinin dağılımı değişkendir. Organik maddeler farklı oranlarda parçalanma, ayrışma derecesine sahiptir, bu nedenle organik gübrenin besin içeriği de tutarlı değildir. Gübrenin organik olması nedeniyle otomatikman daha güvenli olduğuna inanmak da çok

doğru değildir. Organik gübreler yanlış uygulanırsa, yüzey ve yeraltı sularının kirlenmesine katkıda bulunabilir, toprağa besin dengesizliği oluşturabilir ve tuz yanıklarına neden olabilir (ANONİM 1 2017).

İnorganik (Mineral, Kimyasal) Gübrelerin Üstünlükleri

İnorganik gübrelerin bazı avantajları vardır; bu da inorganik gübreleri tarımsal üretkenliği artırmada güçlü bir aday haline getirir. Mineral gübrelerdeki besin içerikleri nispeten yüksek olduğu için doğrudan yararlı olmakta ve ayrışması için belirli bir zaman geçmesini beklemeye gerek duyulmamaktadır. Diğer bir ifadeyle besin salınımı hızla sağlanmaktadır. İnorganik gübreler büyüme oranını ve bitkinin genel verimliliğini daha hızlı artırır. İnorganik gübrelerin verimi önemli ölçüde artırabileceğine dair birçok kanıt bulunmaktadır. OJENIYI (2002) ve COOKE (1982)'a göre, gübreler toprağın verimliliğini artırır, bitki gelişmesi kontrollü ve bağımsız olarak yetiştirilerek verim alınır.

Kimyevi gübreler bitki gelişimini teşvik etmek için sentetik maddelerle yapılır. Gübreler, toprak üstü vejetatif aksamı (yaprak, dal, gövde) ve kök gelişimini destekler. Ayrıca, bazı gübreler bitkileri hastalık ve zararlı etkilerine karşı korur, direnç ve tolerans kazandırarak, güçlendirir. Örneğin anti-mantar ve hastalık bileşenleri içerir veya metabolizmada bu yönde bitki savunması sağlar. Bütün bunlara ek olarak, ticari kimyasal gübreler verimlilikte muhtelif etkileri tahmin edilebilen ve daha güvenilir olma avantajına sahiptirler. Ticari kimyasal gübreler, optimum bitki büyümesi için gerekli olan üç temel besin maddesinin dengeli dağılımını (azot, fosfor ve potasyum) içermekle kalmaz, birçoğunun formülüne demir, çinko, kükürt, bakır vb. besin elementlerini de içerir, ancak bunlar az miktarlarda gereklidir. NPK bileşenlerinin yüzdesel oranı ticari gübre etiketlerinde belirtilir. Ticari formüllü gübrelerin içerdiği besin elementi miktarı kesin veya tam olarak bilinirken, organik gübrelerin kompozisyonunda formülize edilen besin miktarı ancak yaklaşık olarak tahmin edilmektedir. Ayrıca kimyasal gübrelerin, farklı formları, doğrulukla harmanlanarak farklı bitki türleri için pazarlanan geniş bir besin formülasyonları yelpazesi oluşturulmuştur (ANONİM 1 2017).

Mineral gübrelerin besin elementi kapsamaları bitki ihtiyacını rahatlıkla karşılayacak düzeydedir. İnorganik formdaki bitki besin elementleri bitki köklerine doğrudan elverişlidir. Buna karşılık organik formdaki besin elementleri daha az elverişlidir. Ahır gübresi ile toprağa geçen N'un ilk yıl sadece 1/3'ü bitkilere yararlıdır. Burada N'un organik gübrelerden yavaş serbest hale geçişi, ürün niteliği açısından inorganik gübrelere nazaran bazı üstünlükler sağlayabilir. Mineral gübrelerin kullanılmaması veya kullanımın kısıtlanması tarımsal üretimi önemli ölçüde düşüreceğinden, doğru ve dengeli bir kullanım ile bu sorun nispeten çözülmüş olacaktır. Ahır gübresi, yeşil gübre ve sıvı organik gübrelerde potasyum, magnezyum ve fosfor da dahil pek çok bitki besin elementi inorganik formdadır.

Özellikle azot ve kükürt gibi diğer besin elementleri de bitki köklerinde absorbe edilmeden önce toprak mikroorganizmalarınca inorganik şekle dönüştürülürler. Böylece bitkilere organik gübre verilmesine rağmen sonuçta bitkiler organik maddelerden ileri gelen bitki besin elementlerini inorganik olarak alırlar. Bu durum organik ve inorganik gübreler arasında bitki besleme prensiplerine göre pek fark olmadığının göstergesidir (TOPBAŞ vd. 1998).

İnorganik (Mineral, Kimyasal) Gübrelerin yukarıda sözü edilen tüm faydalarına karşın, inorganik gübrelerin bazı önemli dezavantajları vardır ve bu da inorganik gübreler için tercih edilebilirliği azaltır. Örneğin, karsinojen olma özelliği (nitrozaminin bitkilerde birikmesi nedeniyle).

Topraktaki gübrelerin hareketi birçok faktöre bağlıdır. Bunlar;

1-Bitki ve hayvan hareketi

2-Topraktaki adsorbsiyon ve değişim

3-Drenaj vasıtasıyla çözünebilir formdaki kayıp ve filtrelenme

4-Buharlaşma ve atmosfer zararı

5-Erozyon ve akıntı ile katı formdaki yüzeysel kayıplardır (TÜRKOĞLU 2006)

Su kirliliği: İnorganik gübreler topraktan su çekmekle yetinmez, bitkilerce kullanılmadığı süre içinde toprağa tuz etkisi ile bitkilerin solgunlaşmasına sebep olurlar. Kısa bir süre sonra olası bir yağış ile gübreler yıkanır ve akarsuları, gölleri ve diğer su kaynaklarını kirletebilir. Aynı zamanda, sularla uzaklaşan tuzlar farklı bitkilere ulaşarak gıda zincirine girebilir bitkilere veya tüketiciye zarar verir.

Besin dengesizliği: İnorganik gübrelerin dikkatsiz ve bilinçsizce kullanılması, besin dengesizliği yaratarak diğer temel besin maddelerinin alınımının sınırlandırılmasına da neden olabilir ya da toprak asiditesine neden olur ve düşük ürün verimi alınmasına neden olur. Çoğu çiftçi verimlilik testi yaptırmadan ve inorganik gübrelerden özellikle NPK makro gübreleme sürekli olarak kullandığı için, toprakta ve bitkisel üretimde ikincil besin elementi ve mikro besin elementi yetersizliklerine yol açmaktadır. İnorganik gübrelere bağımlılık arttıkça, beraberinde organik gübreleme ihmal ediliyorsa, toprak organik maddesinin azalmasına, pH değişimlerine neden olur, toprakta fiziksel özelliklerin ve özellikle strüktürün bozulması nedeniyle erozyona eğilim artar (OJENIYI 2000). Bilinçsiz tarımsal kimyasal kullanımının yaygınlaşması yeraltı ve yüzey sularını kirletmekte, balıklara ve yaban hayvanlarına zarar vermekte ve fosil yakıt kaynaklarına tarımsal bağımlılığı büyük ölçüde artırmaktadır. Bu nedenlerle, alternatif tarım şekilleri geliştirilme ve kimyasalların kullanımının azaltılması yoluna gidilmeye başlanmıştır.

Kimyasal gübreler toprakta uğradıkları bazı değişimler veya toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerine muhtemel etkileri nedeniyle bitki gelişmesinde doğrudan ya da dolaylı olumsuz etkilere (toprak pH'sındaki değişimler, tuz etkisi, diğer toksik elementlerin birikmesi vb.) sebep olabilmektedirler. Dahası ciddi çevresel kirlilik, habitat tahribatları ve istenmeyen sağlık etkilerine neden olabilirler. Gübrelerin bitki gelişmesi açısından onlarca önemli faydası olmasına rağmen aşırı ve bilinçsiz kullanımlarıyla habitata ciddi zararlar verilebilmektedir. Özellikle azot ve fosforun aşırısı bu anlamda çok büyük etkiye sahip olup, kontrollü tüketilmeleri önem arz etmektedir.

Çizelge 3. Cinslere Göre Gübre Tüketimi (ton) (ANONİM 2 2017)

GÜBRE CİNSİ	2015	2016
AMONYUM SÜLFAT	483.283	652.589
AMONYUM NİTRAT (%21 N)		
AMONYUM NİTRAT (%26 N)	607.558	624.205
AMONYUM NİTRAT (%33 N)	875.913	803.716
Ü R E	1.105.355	1.766.383
AMONYUM NİTRAT (%30 N)		
NORMAL SUPER FOSFAT		72
TRIPLE SÜPER FOSFAT	38.066	32.783
DİAMONYUM FOSFAT	449.783	887.871
KOMPOZE		
20-20-0	755.008	819.753
20-20-0+Zn	403.249	381.861
26-13-0		0
15-15-15	256.166	301.621
15-15-15+Zn	110.760	129.504
20-10-10	13.907	14.464
12-20-12	4.910	5.714
12-30-12	65.337	73.305
11-52-0		
25-5-0		
10-25-20	22.980	7.151
10-20-20		
13-0-46	24.405	13.731

Çizelge 3'ün devamı

GÜBRE CİNSİ	2015	2016
16-0-0	501	1
16-20-0	6	0
8-24-24		1
8-24-8		
10.15.25	128.026	48.004
25-5-10	59.535	62.545
18.24.12+Zn	70.590	59.936
20.32.0+Zn	16.542	17.173
15-25-15	9.895	33.571
POTASYUM SÜLFAT	6.004	8.968
FİZİKİ TOPLAM	5.507.779	6.744.922
AZOTLU (%21 N)	7.077.214	9.028.793
FOSFORLU (%17P205)	3.437.368	4.660.032
POTASLI (%50K20)	263.197	236.623
EŞDEĞER TOPLAMI	10.777.779	13.925.448
AZOT (N)	1.486.568	1.896.479
FOSFOR (P205)	584.569	792.490
POTAS(K20)	131.599	118.311
TOPLAM B.B.M.	2.202.735	2.807.280
N	1.486.568	1.896.479
P	255.223	346.001
K	109.200	98.175
N-P-K TOPLAM	1.850.991	2.340.655

Aşırı azot ve fosforlu sentetik gübreler artan vejetasyon, indirgenmiş O_2 , azalan tür çeşitliliğine neden olmaktadır. Gerek organik ve gerekse inorganik gübrelere gelen azot sonunda toprakta bulunan bakteriler tarafından nitratlara (NO_3 iyonuna) dönüştürülür. Bu nitratlar, yeraltı sularına sızabilir veya toprak yüzeyinden akarsulara ve nehirlere yıkanabilir. Bu durum, insanlar için tehlikeli olduğu düşünülen, içme suyundaki yüksek nitrat düzeylerine yol açar.

Fosfor topraktan kolaylıkla yıkanamaz, ancak toprak parçacıklarına bağlı olarak onlarla birlikte hareket eder. Bu nedenle, fosfor, aşınmış toprakla birlikte yüzey suyu içine yıkanabilir. Fosfor tehlikeli olarak değerlendirilmez, ancak durgun su-

lardaki alglerin büyümesini teşvik eder. Bu yosunlar sonunda ölür ve parçalanır, oksijenin sudan uzaklaştırılması sudaki yaşam alanlarının yok edilmesine neden olur. Bu işleme ötrofikasyon denir.

Kimyasal gübrelerin yaşam alanlarına başlıca etkisi: Günümüzde yaşam alanlarına yansıyan en önemli problem su kaynaklarının azalması veya kötü özellikler kazanmasıdır. Azot ve fosfor, tortu, kum veya silt ilavesi, balıkları ve yaşam alanlarını, olumsuz şekilde etkiler: Sulardaki bulanıklık balıkların görüş mesafesini etkiler, balıkların avlarını yakalamasını zorlaştırır. Balık solungaçlarına zarar verir, yaralanma, mortalite ve hastalıklara karşı artan duyarlılığa neden olur. Su canlılarının yumurta ve yumurtlama fonksiyonlarına zarar vererek, yaşam alanlarının kalitesini düşürebilir, havuzlar ve barajlar tortularla dolar. Su diplerinde böcek ve larvalara da zarar verirler (ANONİM 1 2017).

Yeraltı ve yüzey suların kirlenmesi; Kimyevi gübreler ve imalatında kullanılan sentetik bileşiklerin su kaynaklarına karışmasına izin verildiğinde olumsuz çevresel etkilere neden olabilir. Tarım arazilerinden yüzey suyuna karışan azotun %51'i insan eliyle (antropojenik) oluşturulmaktadır. Amonyak azotu ve nitrat, nehirlerde ve göllerde başlıca kirlenici maddeler olup ötrofikasyon ve yeraltı suyu kirliliğine neden olabilmektedir.

Toprak strüktürünün (yapısının) bozulması uzun süreli ve büyük ölçekli kimyasal gübre kullanımı ile toprak asitleşmesi ve kabuk bağlama (kaymak tabakası) gibi bazı çevre sorunları ortaya çıkacaktır. Organik gübreler yerine azotlu gübre miktarlarının kullanılması nedeniyle, bazı tropikal tarım arazileri kaymak tabakası bağlayarak tarımsal değerini kaybetmektedir. Kimyasal gübrelerin toprak özelliklerini kötüleştirmeye etkileri, ne yazık ki geri dönüşümü zor etkilerdir.

Toprak pH'sında değişim; uzun süreli kimyasal gübrelerin kullanılması, toprak pH'sını değiştirebilir, faydalı mikrobiyal ekosistemleri olumsuz etkilerken, zararlıları artırabilir ve hatta sera gazlarının salınmasına katkıda bulunabilir.

Birçok inorganik gübre türü, asidiktir ve bu da genellikle toprağın asiditesini artırır, bu sayede yararlı organizmaları ve bitki büyümesini azaltır. Sentetik gübrenin uzun süreli kullanımı doğal ekosistemi bozarak bitkiler için besin dengesizliğine neden olabilir.

Tekrarlanan uygulamalar topraktaki arsenik, kadmiyum ve uranyum gibi kimyasalların bir şekilde oluşmasına neden olabilir. Kimyasal gübrelerin kalıntı etkisi olarak sıralanan toksik elementler topraklarda birikir dahası, meyve ve sebzelerce emilir veya kontamine olurlar, tüketicinin bünyesine girerek potansiyel risk oluştururlar (ANONİM 5 2017).

Tarımla uğraşan çiftçiler haricinde diğer bir önemli sorun da özellikle amatörcü bahçe kültürü ile uğraşan ev sahipleri ve de bahçıvanların, bitkilere doğru besin sağlamak için bahçelerine ve çimlerine azot gübresi eklemeleridir. Kullanılan miktar, tipik olarak bitkiye ve tohum talimatlarına olduğu kadar toprakta halihazırda uygulanmış gübre gibi azot kaynaklarına da bağlıdır. Çim ve bahçeye azot ilavesi gerekli olabilir, ancak ev sahipleri genellikle önerildiklerinden fazlasını kullanır ve zamanla bu azot su ve havayı kirletir. Daha yüksek seviyedeki azot belirli bitki türlerinin kaybına, toprak besinlerinin tükenmesine, balıkların ve su organizmalarının ölümüne ve içme suyunun kirlenmesine neden olur (ANONİM 3 2017).

Aşırı azot uygulamalarının zararları

Bitki kaybı: Azotun, özellikle bitki vejetatif gelişmesinde önemli ve olumlu etkilerine rağmen, yabancı otların artmasına (yerli olmayan bitkiler), yerli bitkilerin azalmasına sebep olur. Amerikan Ekolojik Cemiyeti (ESA)'ne göre azot ihtiyacı olan diğer bitkiler ölüyor ve yerli türlerde azalmaya neden olduğuna dair bulgular söz konusudur. Örneğin, Kaliforniya'da, Ulusal Bilim ve Teknoloji Konseyi, aşırı azotun, yerli olmayan otların büyümesini teşvik ettiğini ve ağaçların likenlerini öldürdüğünü bildirmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nin batı kıyılarında topraklar yüksek azot seviyelerine sahiptirler ve azotla yabancı otları da beslerler. ESA, bitki türlerindeki değişimin, yabancı otların yanıcı olma özelliği nedeniyle yangın ihtimalini artırdığını öne sürmektedir.

Aşırı vejetatif aksam gelişmesi: Azotun temel faaliyetlerinden biri klorofil üretimini arttırmaktır; bu işlem, fotosentez yapan pigmenti desteklediği için daha geniş yüzey alanlı daha bol yaprak hacmi demektir. Aşırı azot, yeşil doku büyümesini hızlandırır, böylece bahçeniz vahşi bir orman görünümü kazanırken, asıl ekilenlerin gelişmesi geriler ve zarar görür. Çiçeklenme aşamasına geçmek için gerekli enerji, yeşil kütle için çoğalmasına yönlendirildiği için, bitkiler büyüme mevsimi boyunca gerekli üreme organlarını (generatif gelişme) üretemez.

Kök gelişme bozukluğu: Toprakta yüksek azot seviyeleri, enerjinin bitkide aşırı vejetatif gelişmeye yönelmesi nedeniyle kök sisteminin gerilemesine neden olur. Elementler yukarı doğru yönlendirildiği için, köklerde doğal olarak yayılma yavaşlar, çünkü kök gelişmesi için gerekli enerjiyi sağlayacak besin maddeleri yetersizdir. Kök gelişmesi gerileyince, bitki toprağı durak olarak kullanmakta güçlük çeker, pozisyonu istikrarsızlaşabilir; eğer vejetatif gelişme artarsa, şiddetli rüzgarlarda bitkilerin yatmasıyla sonuçlanır. Ayrıca, kökler hastalık yapıcı toprak patojenlerine davetiye çıkarır. Nihayetinde, hem yapraklar hem de kökler azot kaynaklı streslere yenik düşecektir.

Tuz etkisi ve yanma: Yüksek azotlu gübre karışımı kullanımı, toprağın mineral tuz birikimini de artırır; aşırı azot tuzları kök çevresindeki bitkiye yarayışlı suyu

da uzaklaştırır. Sonuç olarak, yapraklar dehidrasyondan yanmış bir görünüm alır. Yaprak kenarları sarı veya kahverengi renk alır ve solgunlaşır. Aşırı azotu gidermek için tarım alanı su ile yıkanmalıdır, bitkiyi canlandırmak için en iyi yöntem budur.

Toprakta besin dengesizliği: Topraktaki çok fazla azot düzeyi, kalsiyum, fosfor ve magnezyum gibi diğer önemli mineral elementlerin yarayışlılığını gölgeler veya besin dengesizliği yaratarak bitki gelişmesini olumsuz etkiler. Gübre azotunun aşırı kullanımı bu değişikliğe neden olurken, diğer taraftan otomobillerden ve endüstriyel tesislerden gelen nitratların neden olduğu azotla kirlenmiş hava, asit yağmuruna neden olarak, toprağa intikal ettiğinde, toprağın asitleşmesine neden olur. Azot miktarı bitkiler için gerekli esansiyel minerallerin yarayışlılığını azaltırken, asidik pH'da, alüminyum gibi toksik elementlerin konsantrasyonu artar ve nehirlere ulaştığında balıklara ve civardaki bitkilere zarar verebilir.

Yosunlaşmanın artması: Nehirlerdeki ve derelerdeki azot seviyeleri arttıkça, yosun (alg) biyokütlesinin artmasına da yardımcı olur. Yosunlar ölür ve parçalanıp ayrıştıkça, sudaki organik madde artar. Bu işlem oksijen gerektirir, suyun biyolojik oksijen ihtiyacının düşmesine neden olur. Oksijen azalması, balık, yengeçler ve diğer su canlılarının ölümüne sebep olur. Örneğin, Kaliforniya Sağlık Dairesi'nden verilen rapora göre, San Francisco Körfezi Deltasında, mavi-yeşil yosun patlaması özellikle sıcak aylarda, aşırı azot artışı gibi koşullarda gerçekleşir. Woods Hole Oşinografi Enstitüsü'ndeki araştırmacılar, farklı renklerde görülebilen bu yosun oluşumlarının zararlı toksinler ürettiğinden bahsetmektedirler (ANONİM 3 ve ANONİM 4 2017).

Su kirliliği: Çözünebilir (hareketli) bir madde olan nitrojen, yağmur veya sulamadan sonra toprak derinliklerine kadar sızar ve yeraltı sularına veya yakınlarındaki kuyulara ulaşır. Nebraska-Lincoln Üniversitesinde yapılan araştırmaya göre, bir yaş ve üstü bebeklerde yüksek azot seviyesine sahip su içildiğinde gastrointestinal şişkinlik, diyare ve protein sindirim problemleri gibi semptomlar geliştirebildiği tespit edilmiştir. Bu semptomlar, nitratlar kırmızı kan hücrelerinde demirle karıştığında ortaya çıkan ve "oksijeni vücut hücrelerine nakledemeyen" metamfoglobinemisi durumundan kaynaklanır. Bunlar "mavi bebek sendromu" olarak da adlandırılırlar. Azot kokusuz ve renksiz olduğu için yalnızca testlerle kontaminasyonun oluşup oluşmadığı belirlenebilir. Ocak 2013'te, Kaliforniya Devlet Su Kaynakları Kontrol Kurulu, eyaletteki 400'den fazla özel kuyunun, 200'den fazlasının nitratlarla kirlendiğini bildirmiştir.

Yeraltı suyu kirliliği: Bitkiler, topraktaki tüm aşırı azotu tüketmedikleri için, aşırı azot yavaşça sulara karışarak toprağa sızar toprakta mikrobiyal aktiviteyle nitrate dönüşür. Sonuç olarak, yeraltı suları ve içme suyu nitrat azotuyla kirletilir (ANONİM 3 ve ANONİM 4 2017).

Organomineral Gübreler

Organomineral gübre; bitkinin ihtiyaç duyduğu minerallerin, doğal kaynaklarla üretilmiş organiklerle birleştirilerek üretildiği bir gübre çeşididir. Toprağın içerdiği organik miktar tarımın olmazsa olmazlarından ve ideal olarak toprakta organik madde oranı en az %4-5 seviyelerinde olması gerekirken, en alt seviye ise %3 olmalıdır (Avrupa'da organik madde kapsamı %5'in altında olan topraklar için beyin ölümü gerçekleşmiş gözüyle bakılmaktadır). Organomineral gübre üretimi, tüketimi, çiftçileri teşvik, ar-ge çalışmaları vs henüz çok yeni ve araştırmalar akademik düzeyde süregelmekte ve muhtemelen 5 yıl gibi bir sürede dönüşüm yaşanabileceğinden çevresel etkileri konusunda uzun metrajlı çalışmalara gereksinim vardır.

Azotlu Gübre Çevre İlişkisi

Azotlu gübreler; amonyaklı gübreler, nitratlı gübreler, amonyak ve nitratı birlikte ihtiva eden gübreler ve amidli gübreler olmak üzere dört grupta toplanmaktadır. Gerek ticaret gübreleriyle toprağa verilen, gerekse organik azot bileşiklerinin mineralizasyonu sonucu açığa çıkan NH_4^+ azotunun önemli bir kısmı bitkiler tarafından alınmaktadır. Geri kalan kısım mikroorganizmalar tarafından kendi vücut proteinlerini oluşturabilmek için bağlanmakta, toprak kolloidlerince adsorbe edilmekte ve nitrifikasyona uğrayarak NO_3^- azotuna dönüştürülmektedir. Oluşan NO_3^- azotu toprakta stabil olmayıp, oldukça hareketli bir iyondur. Bu özelliği nedeniyle bitkilerce alınmayan veya mikroorganizmalar tarafından bağlanmayan bir kısım NO_3^- azotu ya denitrifikasyonla kayba uğramakta ya da kolaylıkla yıkanarak daha alt katmanlardaki taban suyuna sızmakta veya yüzey akışlarla akarsu, göl ve denizlere taşınmaktadır. Tarla bitkilerine verilen azotun %20-60'ı yem bitkilerine verilen azotun ise %40-80'i bitkiler tarafından kullanılabilir. Temel azot kayıp yollarından birisi de azotun: N_2O , NH_3 , N_2 gibi gaz emisyonlarının denitrifikasyon olayı; NO_3^- formundaki azotun, moleküler azot (N_2) ya da nitroz oksit (N_2O) formunda gaz halindeki azota mikrobiyal redüksiyonu ve atmosfere uçmasıdır. Tarımsal ve endüstriyel bölgelerde N_2O oluşumunun hızlanması, başta sera etkisinin gözlenmesi, yerkürenin ısınması ve ozon tabakasının zarar görmesi olmak üzere çevre açısından çok sayıda olumsuz etkileri de gündeme getirmektedir.

Azot oksit, seralarda oluşan en önemli gazlardan biridir. Oluşan diğer önemli gazlar ise karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), ozon (O_3) ve kloroflorokarbonlar (CFCs)'dir. Açığa çıkan N_2O gazı atmosferde 100-175 yıl kadar kalabilmektedir. Yeryüzündeki toplam azot oksit salınımının yılda 30 milyon tonu bulunduğu sanılmaktadır. Sera etkisi yeryüzünde iklim değişmelerine ve ısı artışlarına neden olmaktadır. Küresel ısınmaya katkıları bakımından CO_2 , CH_4 , N_2O ve CFCs'in yüzde oranları sırasıyla %47, 14, 10 ve 29 olarak kabul edilmektedir (TOPBAŞ vd. 1998).

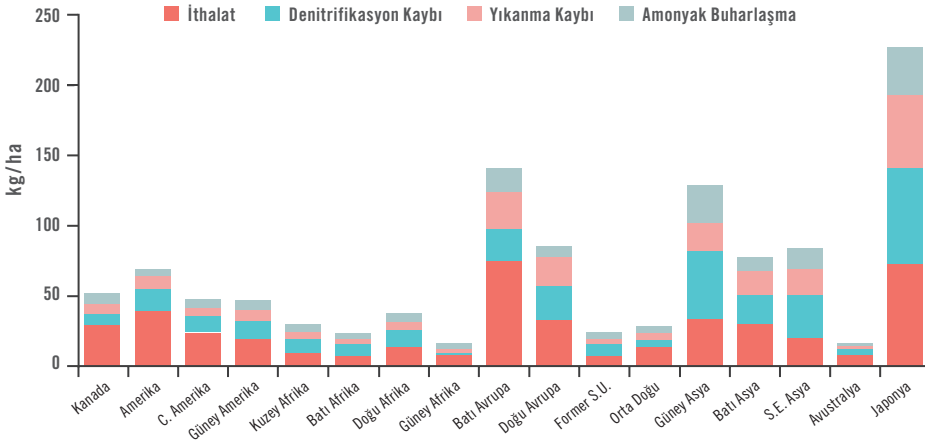
Ozon tabakası ve çevre sağlığını tehdit eden N_2O ve diğer azot gazlarının oluşumuna yol açan olaylar; atmosferde cereyan eden N_2 transformasyon olayları, doğal azot döngüsü, toprağa ilave edilen organik ve inorganik azotlu gübrelerin maruz kaldıkları reaksiyonlar, endüstriyel faaliyetlerdir.

NO ve N_2O gazları ozon tabakasındaki havanın yaklaşık 3 ppb'lik bir kısmını oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalarda, atmosfere salınan N_2O düzeyinin artması ile birlikte atmosferik ozon tabakasının net redüksiyonunun da arttığı tespit edilmiştir. Azot gazlarının normal seviyelerde tutulması açısından doğal olaylara müdahale etmek pek mümkün değildir. Ancak özellikle gübre uygulamalarında dikkat etmemiz gereken bazı hususlar bulunmaktadır. Örneğin havalanması zayıf olan ve pH'sı yüksek olan topraklara yüksek düzeyde uygulanacak olan azotlu ve özellikle NO_3 ve NH_3 formundaki gübreler, N_2O oluşumu ve NH_3 şeklindeki buharlaşmayı artıracaktır. Dolayısıyla alınacak olan en önemli tedbir, gübre uygulamasında tarımsal verim artışı ve çevrenin korunması açısından en uygun gübre çeşidi, gübre dozu ve uygulama zamanı gibi kriterlere dikkat edilmesi ve ortam koşullarının dikkate alınmasıdır. Bu tedbirlerin yanı sıra fabrika bacalarından atmosfere uçan azot gazlarının da belirli seviyelerde tutulması alınacak olan bir diğer önemli tedbirdir. Azot, yedi çeşit oksit meydana getirmekle birlikte bunlardan hava kirleticisi olarak en önemlileri azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO_2)'dir. Her iki gaz da yüksek konsantrasyonlarda (>50 ppm) toksik ve öldürücü etki gösterirler, ancak atmosferdeki konsantrasyonları bu seviyenin çok altında olduğundan, esas olarak akciğer ve solunum sistemi üzerinde olumsuz etkileri söz konusudur. Gübre azotunun amonyak (NH_3) haline dönüşmesi de atmosferik kirliliğe yol açmaktadır. Gübre azotunun NH_3 gazı şeklinde buharlaşarak atmosfere karışması olayına "amonyak buharlaşması" adı verilmektedir. NH_3 buharlaşması ile azot kaybı pH, sıcaklık, rüzgar durumu, uygulanan gübrenin cins ve miktarı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Gübre uygulamasını takiben, özellikle 3-5 gün içerisinde NH_3 şeklinde buharlaşma en üst düzeye ulaşmaktadır. Gaz şeklinde amonyak kaybı, hayvancılığın da yer aldığı tarımsal işletmelerde, diğer tarımsal alanlara göre daha ciddi boyutlardadır. Tarımsal alanlarda özellikle amonyak ya da üre formunda azotlu gübre uygulandığında amonyak şeklindeki azot kayıpları daha fazla olmaktadır. Avrupa ülkelerinde yapılan araştırmalar sonucu, atmosferik NH_3 konsantrasyonunun geçen 30-40 yıl içerisinde %50 oranında arttığı tespit edilmiştir. Atmosferde artan NH_3 ; çeşitli oksidasyon olaylarını etkilemektedir (SO_2 'in oksidasyonu). Doğal ekosistem içerisinde diğer azotlu bileşiklerin taşınması ve birikmesi üzerinde temel etkiye sahiptir. Toprağın asitleşmesine yol açmaktadır. Amonyakın asitliği hızlandırıcı etkisi ile iklim arasında bir ilişki söz konusudur. Asitliğin hızlandırılmasının ekosistem üzerine olan etkisi özellikle ılıman bölgelerde sergilenmiştir. Atmosferik amonyak ayrıca görüşü zayıflatmakta, paslanma ve çürüme olaylarını hızlandırmaktadır (TOP-BAŞ vd. 1998).

Ülkemizde ve dünyada nitrat kirliliğine dair yapılan araştırmalar su kaynaklarında kirliliğin arttığını ispat eder niteliktedir. Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içeriklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, kuyu sularının NO_3^- içeriklerinin 2.46-164.91 mg/l arasında değiştiği belirlenmiş ve yöre kuyu sularının yaklaşık %50'sinin nitrat kirlenmesine maruz kaldığı, sulama yaparken sulama sularının NO_3^- içeriklerinin gübreleme programında dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (KAPLAN vd. 1999). Benzer şekilde Antalya-Demre yöresinde toprak ve kuyu sularının nitrat içeriklerinin değişiminin incelendiği araştırmada, toprakta ve kuyu sularında nitrat değerlerinin dönemsel olarak artış gösterdiği ve kuyu sularının yaklaşık %45'inin WHO tarafından izin verilen 50 mg/l sınır değerini aştığı belirtilmiştir. Kuyu sularının yöre halkı tarafından bazı alanlarda içme suyu olarak kullanıldığı ve bunun büyük tehlike oluşturabileceği saptanmıştır (SÖNMEZ vd. 2008).

Pekin'de Çin Ziraat Fakültesinden XIAOTANG JU, "Yoğun tarım yapılan alanlarda azotlu gübrelerin yüzde 30 ila 60 oranında aşırı kullanıldığına dikkat çekerek, azotlu gübreler tarlalara uygulandıktan sonra çevreye yaptığı baskı ile yaşam kalitesini ve ekosistemi istenmeyen şekilde değiştirdiğini bildirmiştir. Bazı azot formlarının direkt olarak tarlalardan derelere aktığından veya havaya karıştığından bahsederek, bazı azot formlarının gıdalarla insanlar tarafından, yemlerle çiftlik hayvanlarınca tüketildiğinden bahsetmektedirler. Dünya ölçeğinde artan sayıdaki domuz ve tavuk çiftliklerinin pis su veya gübrelerle kontamine olduğunu sözlerine eklemektedirler (ANONİM 1 2017)

Amonyanın asitliği hızlandırılması ile iklim arasında bir ilişki söz konusudur. N'lu gübrelerden kaynaklanan doğal amonyak emisyonunun 4.5 milyon ton olduğu sanılmaktadır. Asitliğin hızlandırılmasının ekosistem üzerine olan etkisi özellikle ılıman bölgelerde sergilenmiştir. Topraklardan salınan nitroz oksitlerin, atmosferin ısınmasına yaklaşık %4 oranında katkıda bulunduğu ve yılda yeryüzündeki toplam nitroz oksit salınımının 30 milyon tonu bulunduğu sanılmaktadır. Sera etkisi yeryüzünde iklim değişmelerine ve ısı artışlarına neden olmaktadır. Doğal ısınma yakın bir gelecekte denizleri yükselterek ada, delta ve bazı kıyıları tehdit edecek, böylece verimli tarım topraklarının 1/6 oranında yok olmasına neden olacaktır. Birleşmiş Milletler tarafından yapılan iklim zirvesinde, küresel ısınmanın bu şekilde devam etmesiyle birlikte 2050 yılında önemli miktarda yerleşim biriminin sular altında kalacağı ve 76 milyon kişinin çevre felaketi göçmeni haline geleceği, 2100 yılında bu rakamın 94 milyonu bulacağı belirtilmektedir (TOPBAŞ vd. 1998).



Şekil.1 Azotlu gübrelerin bölgesel ortalama ihracatı ve kayıp yolları (ARVIN vd. 2004).

Yılda yaklaşık hektara 30-50 kg N'lu gübre uygulanan hububat arazisinde azotun %5'i yıkanarak kaybolur, %12'si denitrifikasyonla, %30'u fikse edilerek ve geri kalan kısmı da mahsulle kaldırılarak ortamdaki uzaklaşır (GOULDING vd. 1998).

Avrupa'da buğday, arpa, yulaf, mısır ve çavdar ekilen 140 milyon hektar tarım arazilerine 9.6 milyon ton N lu gübre uygulanmakta ve bunun ancak yarısı etkili olmakta geri kalan kayba uğramaktadır (ALDINGER 2001).

Fosforlu Gübre - Çevre ilişkisi

Temel fosforlu gübre kaynakları; fosfat kayası, fosfor kapsayan demir filizleri, kemikler ve az miktarda da guanolardır. Doğada bulunan tüm fosfor ve fosforlu bileşiklerin orijini, mağmatik taşlardaki apatit ve apatitin diğer formlara dönüşmüş halleridir. Fosforlu gübrelerin toprağa ve çevreye vermiş olduğu zararlar ve meydana getirdiği kirlilik iki şekilde gerçekleşir. Bunlardan biri, daha önce açıklanan ötrofikasyon olayını meydana getiren sulara karışması sürecidir. İkincisi de yüzeysel akış suları ve erozyonla götürülen topraklarla, fosforlu bileşiklerin geniş alanlara yayılmasıdır. Bu nedenle de fosfatlı gübre maddelerinin toprakta meydana getirdiği değişimler sürekli izlenmekte ve incelenmektedir. Toprak çözeltisinde fosfat, son derece düşük yoğunluktadır. Genellikle 1 ppm'den azdır. O nedenle tarım ve ormancılık yapılan yetişme ortamlarında, sızıntı suyu ile yıkanıp götürülen fosfor miktarı çok azdır. Bu miktarın 0.2-0.4 kg P/ha/yıl olduğu bildirilmektedir (TOPBAŞ vd. 1998). Fosforlu gübrelerin hareketsiz olması ve çevre kirliliği riskinin düşük olmasına rağmen, asıl gizli potansiyel tehlikesi uygulandığı topraklara kattığı toksik ağır metallerde saklı olması dikkat çekicidir. Örneğin, SÖNMEZ vd. (2008)'den aktarıldığına göre, son yıllarda fosforlu gübre üretiminde ham kaya fosfatının yerini alan fosforik asidin hacim ilkesine göre

maksimum Cd, Pb, Ni ve As konsantrasyonu sırayla 114, 11, 201 ve 81 mg L⁻¹ P olarak belirlenmiştir. Kurşun konsantrasyonu kompoze gübrede sınır değerin (100 mg kg⁻¹) yaklaşık 5 katına ulaşmıştır. DAP ve TSP'de arsenik konsantrasyonu, sınır değerini aşmamasına rağmen toplam 10 kompoze gübrenin 4'ünde arsenik konsantrasyonu sınır değer olan 50 mg/kg gübre değerinin üzerindedir. Tarım topraklarında verimi artırmak amacıyla tüketilen DAP, TSP ve kompoze gübrelerin özellikle Cd içeriği oldukça yüksektir (>8 mg/kg gübre) (KÖLELİ ve KANTAR 2006). Toprak ve sudaki Cd düzeyinin artması su canlıları, toprak verimliliği ve ekosistem faaliyetlerinde etkili olmakla birlikte bitki bünyesine geçerek fotosentez, solunum, iyon alımı, büyüme ve gelişme gibi birçok metabolik aktiviteyi etkilemektedir. Bu metabolik faaliyetleri etkilemesi nedeniyle verim ve kalitenin azalmasına yol açmaktadır (ASRI vd. 2007). Türkiye'de üretilen suni gübrelerin yaklaşık %87'sinde Cd içeriği 8 mg kg⁻¹ gübre sınır değerine yakın (7,5 mg kg⁻¹ gübre) ya da 2-5 kat üzerindedir. Toprakta bitkiye geçiş oranı çok yüksek olan ve toprakta oldukça hareketli olan kadmiyumun çok düşük konsantrasyonlarda bile özellikle çinko noksanlığında bitkiler tarafından kolaylıkla alınması ve bitkinin yenen kısımlarında birikmesi, bu metalin çevre sağlığı açısından büyük bir tehlike potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Çünkü Türkiye tarım topraklarının yaklaşık %50'sinde çinko noksanlığı olduğu bilinmektedir. Avrupa Birliği gübrelerdeki Cd değerinin 2006'ya kadar 60 mg Cd kg⁻¹ P₂O₅, 2010'a kadar 40 mg Cd kg⁻¹ P₂O₅, 2015'e kadar ise 20 mg Cd kg⁻¹ P₂O₅ değerine indirileceğini kabul etmiştir. Ülkemizde ne yurt dışından ithal edilen ham ve ara madde ne de üretilen fosforlu gübreler için herhangi bir standart uygulanmamaktadır (KÖLELİ ve KANTAR 2006).

Fosfor, killere ve sekioksitlere kuvvetle bağlıdır ve toprak organik maddesinin ayrılmaz bir bileşenidir. Toprak parçacıklarından kil, silt ve ayrılmış organik madde, fosforun taşınmasına aracı olmaktadır. Örneğin, Danimarka'daki küçük havzalardaki çalışmalar göstermiştir ki, P'nin %45 ile %82'sinin su kaynaklarına bahis konusu parçacıklarla taşınmaktadır, taşınan miktar yaklaşık 0.05-0.47 kg P ha⁻¹ civarındadır (KRONVANG, 1990; HASHOLT 1991). SHARPLEY ve SMITH (1990), Güney Batı ABD'de havzalardan taşınan P'un ortalama %85'inin; CATT vd. (1994) güney İngiltere'de yaptıkları araştırmada taşınan P'un %90'nın parçacıklarla taşındığını göstermiştir.

Potasyumlu Gübre - Çevre İlişkisi

Günümüzde üretilen potasyumlu gübrelerin büyük bir çoğunluğu, yer altı depozitlerinden sağlanmaktadır. Potasyumlu gübreler genellikle sülfat ve klorür formunda bulunmaktadır. Potasyum metafosfat ve potasyum silikat dışındaki tüm potasyumlu gübreler suda çözünür. Besin elementi olarak topraklarda fazla miktarlarda potasyumun bulunması, diğer bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınma dengesini bozma dışında olumsuz bir etkiye sahip değildir (TOPBAŞ vd. 1998).

Kalsiyum, Magnezyum - Çevre İlişkisi

Temel bitki besin elementlerinden azot, fosfor ve potasyuma göre, kalsiyumlu ve magnezyumlu gübrelemeye nadiren ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle asit karakterli ve fazlaca yıkanmaya maruz kalan topraklar, Ca ve Mg'ca yoksundur. Topraklardaki kalsiyum noksanlıkları çoğunlukla kireçleme ile giderilmektedir. Kalsiyum, Magnezyum gibi elementlerin topraklarda fazla miktarlarda bulunuşu besin elementleri arasındaki dengenin bozulmasına yol açmakta ve diğer bazı besin elementlerinin bitkilerce alımını engellemektedir. Kalsiyumun bikarbonat tuzu, sularda geçici sertliğe, klor ve sülfat tuzları ise kalıcı sertliğe neden olmaktadır, böylece suyun niteliği bozulmaktadır (TOPBAŞ vd. 1998).

Kükürt - Çevre İlişkisi

Toprak ıslahı ve toprak verimliliği alanında, özellikle kükürtlü bileşiklerden; jips, elementel kükürt, sülfirik asit, kükürt dioksit, amonyum ve kalsiyum polisülfidler, amonyum tiosülfidler, alüminyum sülfat, demir sülfat ve potasyum sülfattan geniş çapta yararlanılmaktadır. Söz konusu bileşikler toprağa önemli düzeyde kükürt kazandırmaktadır. Ayrıca, atmosferik SO₂'nin bir kısmı yağmur damlarında çözünmekte ve bu şekilde toprak içerisine girdikten sonra SO₄⁻ iyonuna dönüşmektedir. Kükürt, azot kadar olmamakla birlikte, hareketli bir bitki besin maddesidir. Toprağa ilave edilen elementel kükürt, çeşitli bakteriler yardımıyla oksidasyona uğramakta ve sonuç olarak H oluşmaktadır. Dolayısıyla toprak asitliğinde önemli bir artış meydana gelmektedir. İndirgeyici toprak koşullarına maruz kalan çeltik topraklarında bulunan H anaerobik S parçalanmasının en önemli son ürünüdür (TOPBAŞ vd. 1998).

Mikrobesin Elementleri - Çevre İlişkisi

Topraklara uygulanan çeşitli gübrelerle birlikte aynı zamanda mikrobesein elementleri de az miktarda olsa da topraklara ilave edilebilmektedir. Bunun yanısıra, mikrobesein elementi noksanlığı şiddetli olan bazı bölgelerde özel olarak mikrobesein elementi içeren gübreler topraktan ya da yaprak yoluyla bitkilere uygulanmaktadır. Gübrelere eklenen mikrobesein maddeleri suya geçtikleri takdirde toksik etki yaratabilirler. Bunlardan özellikle bor ve molibden, hareketli olmaları nedeniyle daha kuvvetli toksik etkiye sahiptir. Borlu bileşikler yüksek düzeyde akıntıya karıştıklarında çiftlik hayvanlarının ölümüne sebep olurlar. Bitkiler tarafından çok az miktarlarda kullanılan mikro besin elementlerinin fazlalığı bitkisel üretimde oldukça önemli bir yer tutar. Fazlalığı nedeniyle bitkiler üzerinde toksik etkisi görülen en önemli mikrobesein elementleri mangan, bakır, çinko, bor ve klordur. Ayrıca bu bitkilerle beslenen hayvanlarda da örneğin molibden fazlalığından ileri gelen sığır ishali, selenyum fazlalığından ortaya çıkan alkali hastalığı gibi bazı hastalıklar ortaya çıkmaktadır (TOPBAŞ vd. 1998).

Ahır Gübreleri ve Çevre İlişkisi

Yetiştirilen bitkilerin besin elementi ihtiyacını karşılamak ve toprağın fiziksel özelliklerini düzeltmek amacıyla uygulanan hayvan gübresi son yıllarda çevre kirlenmesine neden olacak düzeylere ulaşmış bulunmaktadır. İnsan nüfusunun her yıl hızlı bir şekilde artması, insanların et, süt ve yumurta ihtiyaçları nedeniyle bu gıdaların tüketiminde önemli artışlar olmuştur. İnsan yaşamı için gerekli olan bu besin maddelerinin yeterince üretimi, hayvan sayısının aşırı düzeyde artışı-na yol açmıştır. Hayvan sayısının artması ortama yayılan hayvan atıklarının da artışı ile sonuçlanmış, bu atıklar toprak, su ve havanın önemli ölçüde kirlenmesi sorununu yaratmıştır. Hayvansal atıkların neden olduğu çevre kirliliği bugün için ülkemizde önemli görülmemekle beraber, gelecekte ortaya çıkacak bu soruna şimdiden çözüm getirmek zorunluluğu vardır. Yapılan tahminlere göre 10.000 adet büyükbaş hayvan bir günde 300 ton civarında gübre üretmektedir. Bu atıkların giderilmesinde ve hatta bitkisel üretim için yararlı olarak kullanılmasında en etkili yol, gübrenin tarım alanlarına yayılması veya serpilmesidir. Toprağa uygulanan gübre zamanla mikrobiyal faaliyetler sonucu parçalanmakta ve bitkiler tarafından kolayca alınabilecek formlardaki bitki besin elementleri toprağa geçmektedir. Topraklara N, P, K katkısı bakımından en büyük payı hayvan gübreleri oluşturmaktadır (TOPBAŞ vd. 1998).

Mineral Gübreler ve İnsan Sağlığı

Gübrelere içme suları üzerine olumsuz etki yapan bileşenlerinin başında nitrat iyonu gelmektedir. Nitratlı gübrelere tarımda gün geçtikçe artan oranlarda kullanılması sebebiyle, özellikle içme sularına kullanılan nitratın bir bölümünün karışabileceği endişesi vardır. İçme sularında kabul edilebilir nitrat konsantrasyonu Dünya sağlık örgütüncü 5-10 ppm, Avrupa topluluğunca maksimum 50 ppm, ABD halk sağlığı servisince maksimum 45 ppm olarak tespit edilmiştir. Nitrat iyonunun gerçekte insan sağlığı için toksik olmadığı fakat nitratın indirgenmesi ile oluşan nitritin özellikle bebekler için tehlikeli olduğu bildirilmiştir. Çeşitli kaynaklardan günlük olarak insan vücuduna alınan nitrat miktarı yaklaşık 100 mg, nitrit miktarı ise 4-5 mg'dır. Alınan nitratın %50'si 8 saat içerisinde vücuttan atılmaktadır.

Araştırmacılar, yüksek düzeyde nitrat alımının yetişkinlerde dahi olumsuz etkiye yol açtığını, oluşan nitritin bir bölümünün nitrozaminlere çevrildiğini, bunun ise insan sağlığı açısından bazı olumsuz etkilere (örneğin kanserojen) yol açtığını bildirmişlerdir. Yüksek dozda nitrat tüketiminin tiroid bezini olumsuz yönde etkilediği bildirilmektedir. İnsan sağlığı açısından önemli olan bir diğer husus da, hayvan gübrelere etrafa yayılan parazit, virüs ve bakteri gibi bazı zararlı organizmaların olumsuz etkileridir. Sonuç olarak, hayvan gübrelere bulunan hastalık etmenlerinin zararlarının azaltılması ya da tamamen ortadan kaldırılması amacıyla örneğin fermantasyona tabi tutma gibi çeşitli dezenfektasyon önlemleri alınmalıdır (TOPBAŞ vd. 1998).

Gübrelerin Bitki, Toprak / Su Canlıları ve Hayvan Sağlığına Etkisi

Mineral gübreler çok aşırı, dengesiz ve bitkinin besin elementi isteğine uygun olmayacak şekilde verildiğinde, bazı kalite bozukluklarına yol açabilir. Örneğin, aşırı azotlu gübre kullanımının küçük dane oluşumu ve şeker pancarında düşük şeker içeriğine yol açması, aşırı fosfatlı gübrelerin ve kireçlemenin çinko alımını engellemesi, tohumlara uygulanan yüksek düzeyde çözünebilir gübre tuzlarının çimlenme ve fide çıkışına olan zararlı etkisi, kireçleme de yapılmadığı takdirde aşırı azotlu gübrenin toprağı asitleştirici etkisi ve böylece alüminyum ve manganın toksik etkisi ve aşırı azotlu gübreleme ile zararlılara karşı bitkinin daha geniş bir vejetatif ortam oluşturması, meyvelerin susuz olması, asit miktarının fazla dolayısıyla ekşi olması, özel aroma maddelerinin miktarındaki azalma ve oranlarındaki değişimler nedeniyle alışılmış tat ve kokularını kaybetmeleri, renklerin istenilen özellikte olmaması, aşırı gübre kullanımının yol açtığı zararlanmalara başlıca örneklerdir.

Uygulanan gübre tuzları ve susuz amonyak, solucanlar ile temasa geçtiğinde öldürücü etkide bulunması muhtemeldir. Kural olarak topraklar gübreleme ile düşük verimlilikten daha yüksek verimlilik düzeyine çıkartıldıkça solucanların büyüklüğü ve sayısı da artmaktadır. Toprak mikroflorasının yanı sıra azotlu gübrelerin yüksek düzeyde kullanımının *Rhizobium* türleri gibi simbiyotik azot fikse edici organizmaların da aktivitelerini engellediği, araştırmalarla kanıtlanmıştır. Yeterli düzeyde azotlu gübre sağlanan baklagil bitkisi etkili bir şekilde azot fikse etmemektedir.

Sudaki amonyum, nitrit ve nitrat iyonları balıklar ve suda yaşayan omurgasız hayvanlar için kuvvetli zehir etkisi yapmaktadır. Su ürünleri yasasının akarsu ve denizlere dökülmesini kabul ettiği amonyum iyon miktarı 0.02 mg/l, nitrit iyon miktarı 10 mg/l ve nitrat iyon miktarı 4.2 mg/l'dir. İçme suları ve doğal su kaynaklarında yüksek konsantrasyonlarda bulunan nitrat, besi hayvanlarında vitamin A noksanlığına, üreme güçlüklerine ve süt veriminin azalmasına yol açmaktadır. Kanda methemoglobin düzeyi %50'nin üzerine çıktığında zehirlenme belirtileri, karaciğer metabolizmasında bozukluklar, canlı ağırlık ve süt veriminde gerileme ve döl veriminde azalma ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla geviş getiren hayvanlar, bu özellikleri nedeniyle diğer hayvanlara göre nitrattan daha fazla zarar görmektedir (TOPBAŞ vd. 1998).

Kimyasal ve Organik (Doğal, Biyogübreler) Gübrelerin Kirlilik Oluşturmaması İçin Alınacak Önlemler

Çevre kirliliğine yol açan gübreleri ticaret gübreleri ve işletme gübreleri olmak üzere iki kısma ayırabiliriz. Kimyasal gübrelerin toprak sistemi üzerindeki olumsuz etkileri hemen fark edilmemektedir. Zira toprak, komponentleri ve biyolojik sistemi ile kuvvetli bir tamponlama gücüne sahiptir. Kirleticilerin toprakta meydana getirmiş oldukları zararlar üretim potansiyelinde düşüklük, kalite bozukluğu gibi etkilerle bitkisel ürünlerde ortaya çıkarken, bünyesinde toksik maddeleri

biriktiren besin ve yemlerle beslenen insan ve hayvanlarda bazı yan etkilere neden olmaktadır. Bilimsel esaslara uygun olmayan aşırı gübreleme, toprakta kirlenme ve sonuçta toprak strüktürünün bozulması, toprak reaksiyonunun değişmesi, toprakta mevcut elementler dengesinin bozulması, toprakta bulunan makro ve mikro faunanın ve floranın zarar görmesi ve katkı maddelerinde ağır metaller gibi kirlilik unsurları taşıyan gübrelerin sürekli kullanımı, topraktan yıkanması zor olan zehir yüklerinin birikmesi gibi olumsuz etkilere neden olmaktadır. (TOPBAŞ vd. 1998).

Yapılan araştırmalar ve çalışmalar göstermiştir ki, fazla miktarda verilen bir kısım gübreler, özellikle tek değerlikli olanlar, toprağı dispers etmektedirler. Mesela NaNO_3 , NH_4 , NO_3 , KCl , K_2SO_4 , NH_4Cl gibi gübreler toprak sütrüktürünü bozmakta, böylece geniş çaplı toprak kirliliğı meydana gelmektedir. Strüktürü bozulan topraklardan kaliteli ve verimli mahsul almak imkansızlaşmaktadır. Zira bu gibi topraklarda verilen gübrelerden, uygulanan sulama ve diğer tarımsal işlemlerden elde edilen faydalar ya çok azalmakta ya da hemen hemen mümkün olmamaktadır (HAKTANIR ve ARCAK 1998).

Toprak analiz laboratuvarları, bölgelerin özellikleri de dikkate alınarak, yurt düzeyinde yaygınlaştırılmalıdır. Toprak analiz laboratuvarlarının yaygınlaştırılmasında özel sektör teşvik edilmeli ve hatta gübre üretici kuruluşlarının belli bölgelerde analiz laboratuvarları kurmaları zorunlu hale getirilmelidir. Çiftçilerimizin de bu hizmetten etkin bir şekilde yararlanmaları ve gübre uygulamalarını toprak analiz sonuçlarına göre yapmaları sağlanmalıdır. Üstün nitelikli ve bol ürün alınabilmesi için çinko, bakır, demir, mangan, bor, vd. bitki besin maddelerini içeren mikro element gübrelerinin kullanımı yaygınlaştırılmalı ve mikro element gübrelerinin Türkiye genelinde dağıtım ve pazarlaması etkin bir şekilde yapılmalıdır. Kökeni ne olursa olsun, satılan gübrelerin teknik özelliklerinin standartlara uygunluğunu denetlemek amacıyla, gübre kalite kontrolü geliştirilip yaygınlaştırılmalıdır. Gübre fiyatlarının belirlenmesinde ve desteklenmesinde, gübrede bulunan saf bitki besin maddesi miktarı da dikkate alınmalıdır. Çünkü desteklemelerde gübre cinsleri arasında belli bir ilişki bulunmamakta, bu durum çiftçiyi yanlış yönlendirmektedir (ANONİM 7, 2008).

Azot kirliliğini önlemek;

1. Azotlu gübreyi yıkanma ve birikmeyi minimum düzeyde tutacak teknik önlemlerle,
2. Fosfor kirliliğinden büyük ölçüde toprak ve su erozyonunun ve sentetik deterjanların sorumlu olduğunu göz önüne alarak, erozyon kontrol çalışmalarıyla,
3. Bilgisiz ve aşırı gübre kullanımının toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapılarının bozulmasını, toprak ve suyu kirletilmesini, insan ve hayvan sağlığının bozulmasını önlemek en başta gübre kullanıcılarının yani çiftçilerin aydınlatılmasıyla mümkündür.

Gübre bilgilerinin çiftçilere tarımsal uygulamaları ile birlikte öğretilmesi de büyük önem taşımaktadır. Teknik tarım örgütlerinin bu konuda çaba göstermeleri zorunludur. Tarım, orman ve kent alanlarındaki kirlenmeyi azaltmak için etkili yasal yaptırımlara geçilmelidir. Bir yandan kirlenme, öte yandan ucuz gübre sorunlarını çözebilecek olan kanalizasyon atıklarının ve şehir çöplerinin gübre olarak değerlendirilmesi konusu üzerinde yapılan çalışmalar geliştirilmelidir. Artan tarımsal uygulamalarla birlikte ortaya çıkan işletme atıklarının gübre olarak değerlendirilmesi hem çevre kirliliği açısından ve hem de ülke ekonomisi açısından karlı bir tedbir olacaktır. Ulusal ve uluslararası ticarete eşit rekabet koşullarını garanti etmek amacıyla çevreye zararlı atık sular içeren gübre fabrikalarına arıtma tesisleri kurdukmak için uluslararası işbirliği sağlanmalıdır. Bitki besin maddeleri ile kimyasal element ve bileşiklerin insan ve hayvanlarda zehirli olabileceği konsantrasyonlar belirlenmeli ve belirlenen bu konsantrasyonlar dikkate alınmalıdır.

Biyolojik azot tutulmasına olanak sağlayan pratik uygulamalara özel bir ilgi gösterilmelidir. Biyolojik azot tutulması geliştirildiği takdirde, tarımsal üretimin maliyeti ve çevre açısından etkisi yüksek olan kimyasal gübrelere bağımlılık azalacaktır. İşletme gübrelere, sızdırmaz ve kapalı gübre depolarında muhafaza edilmeli, bu amaçla özel muhafaza yerleri hazırlanmalıdır. İşletme gübrelere en az üç ay depolanmalıdır. Böylece koku ve çevre kirliliği büyük ölçüde önlenecektir. Hastalık etmenlerinin ortadan kaldırılması veya zararının azaltılması için kimyasal, fiziksel ve termik yöntemlerin yanısıra aerobik ve anaerobik fermantasyon uygulamalarına önem verilmelidir (TOPBAŞ vd. 1998).

Toprağa, bitki besin maddelerinin dengesini bozacak, bitkinin ihtiyacından fazla uygulanan azotlu ve fosforlu gübrelere başta olmak üzere diğer gübrelere, ürünün azalmasına (örneğin N¹lu gübrelere fazla verilirse sürekli olarak bitkiler gelişme gösterirler ve hücre çeperleri incelemek bitkide süngerimsi dokular oluşur. Bu durum zararlılara karşı bitkinin direncini azaltır ve çevrenin kirlenmesine yol açtığı gibi gübrelere ödenen dövizin kaybına da neden olmaktadır. Topraklara ihtiyacından az gübre verilmesi de ürünün azalmasına, bu ise emeğin ve gübreye ödenen dövizin karşılığının alınamamasına yol açacaktır. Bu nedenle yapay gübrelere toprağa uygulanmadan önce toprak ve bitki analizlerinin mutlaka yapılması gereklidir. Böylece bitkinin gübre gereksinimi hesap edilebilir. Ayrıca gübrelere bitkilerin gereksinme duyduğu dönemlerde ve uygun derinliğe verilmesi de gübreden beklenen faydayı sağlayacağı gibi çevreyi de kirletmeyecektir. Arazilerde gübre uygulanırken gübrenin homojen dağıtımını yapılmalı ve bunun önemi çiftçilere açıklanmalıdır. Mikro besin maddelerini içeren yeni gübre formları toprak özellikleri ve bitki çeşidine göre hazırlanarak gereksinme duyulan yerlere uygun miktarlarda verilmelidir. Mineral gübrelere hazırlanırken içerisindeki zehirli maddeler ve ağır metallerin oranı sürekli olarak kontrol edilmelidir. Ayrıca ağır metallerin toprağa girdiği yerler ile bu metaller bakımından toprak, su ve gübrelerdeki miktarları sürekli denetlenmelidir. Herhangi bir deformasyonu önlemek

için gübreler modern depolarda korunmalı ve bu gübreleri üreten kuruluş ve firmaların gübreleri çiftçiye satmadan önce bunların temizlenme ve arıtma işlemlerini yerine getirmeleri sağlanmalıdır. Uluslararası İnsan ve Biyosfer programında ele alınan aşağıdaki;

1. Kirleticiler arası karşılıklı etkileşimin belirlenmesi.
2. Toprak ekosistemindeki kirletici çevriminin ve hızının analizi.
3. Toprakların kirlenme düzeylerine göre sınıflandırılması.
4. Gelecekte oluşacak kirlenmenin tahmin edilmesi konularını içeren bir toprak denetim sistemi hazırlanmalıdır (KÜÇÜK 2008).

Toprakta eksik olan besin maddelerini içeren yeni gübrelerin (örneğin çinko katkılı) kullanılması önerilmelidir. Mevcut gelişmeler gösteriyor ki, bitkisel üretimde gübre kaynağı olarak sentetik kimyasal ve organik gübrelerin birlikte (Organomineral) performanslarından yararlanmaya odaklanmak bitki gelişmesi için daha pratiktir. Organik ve kimyasal gübrelerin, bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal performanslarını farklı düzeylerde etkilemesi söz konusudur. Mikroorganizma temelli gübreler küresel anlamda tüm bitkilere uygulanabilir, zira kimyasal gübrelerin aşırı kullanımının zararlı etkileri ortaya çıkabilmektedir. Ürünün çeşitliliği dikkate alınarak bitki büyüme aşamaları için en uygun çeşit ve dozda bio-fertilizasyon programları yapılmalıdır (SHARMA ve CHETANI 2017).

Bitkisel üretimde verimliliğin artırılması, toprakların fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesi, insan sağlığının korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla; organik ve organomineral gübrelerin, toprak düzenleyicilerin ve mikrobiyal gübrelerin kullanımını yaygınlaştırmak, tanımlamak, bunlara ait analiz metodlarını belirlemek ve bu ürünlerin ithalatı, ihracatı, üretimi, piyasaya arzı ile kayıt edilmesi hususlarında uyulması gereken usul ve esasların ortaya konulması ile uyulmaması halinde uygulanacak olan yaptırımları belirlenmelidir (ANONİM 6 2017).

Toprak analizi toprağın verimlilik durumunu değerlendirmede kullanılan temel araçlardan biridir. Toprak analizlerinin temel ilkesi, yetersiz düzeylerde bulunan bitki besin elementleri miktarını, bitkilerin istediği düzeye çıkarmak için gereken bitki besin miktarının öngörüsünün yapılmasına yardımcı olabilecek bir değer elde etmektir. Herhangi bir bitki yetiştirme sisteminin optimum üretkenliği veya verimi, yetiştirme ortamında yeterli miktarda bitki besin elementi bulunmasına bağlıdır. Bitkilerce gereksinilen besin elementlerinin miktarı; bitki tür ve çeşidine, hedeflenen verim düzeyine, toprak çeşidi ve özelliklerine, çevre koşullarına (su, sıcaklık ve ışıklanma vb) ve yönetim düzeyine bağlı olarak değişmektedir. Topraklara bitki besin elementleri az veya çok verildiği durumlarda ürün kaybı olmakta, kalite özellikleri bozulmakta ve ürünün pazar değeri düşmektedir. Günümüze değin yapılan çalışmalar üreticilerin büyük bir çoğunluğunun hiç olmazsa toprak analizi yaptırmaması gerekirken bunu bile yaptırmadan gübreleme yaptığını ortaya koymaktadır. Oysa ki tarımsal girdilerin içinde gübrelerin payı oldukça yüksektir ve yoğun tarımın giderek yaygınlaşmasıyla gübre kullanımı

da hızla artmaktadır. Analize dayalı olmadan dekara verilecek bir kilogramlık fazla gübre dahi zamanla büyük ekonomik zararlara yol açmaktadır. Çevreyi kirletmeden, birim alandan amaçlanan verimi azaltmadan, ürün kalitesini bozmadan yapılan bitkisel üretim ancak dengeli bir gübreleme ile mümkündür. Bilinçli ve dengeli bir gübrelemenin ilk adımı ise toprak analizleri ile bitkinin beslenme düzeyinin belirlenmesi ve buna göre gübreleme programlarının hazırlanmasıdır. Toprak analizleri bilinçli gübreleme için vazgeçilemeyecek bir koşuldur. Toprak analiz değerleri, tarla ve sera koşullarında bitki besin elementleri doz denemeleri kullanılarak kalibre edilmelidir (GÜZEL ve GÜLÜT 2003).

Biyosfer (ekosfer, canlı küre) de tüm kirleticilerin son istasyonu toprak olduğuna göre öncelikle toprağın kalitesini ve sağlığını korumak son derece önemlidir. Kirilenen toprağın temizlenmesi pratik olarak pek mümkün olmadığına göre, koruyarak kullanılması gereken ilk ve tek doğal kaynağımız topraklarımızdır.

Toprak kirlenmesinin hangi boyuttan sonra insan veya çevre sağlığına zararlı olacağı ve dolayısıyla ıslahın hangi temizlik mertebesine erişmesinin gerekli olduğu halen yoğun bir araştırma ve tartışma konusudur. Risk değerlendirilmesi, araştırmaların ve alınan kararların önemli bir parçası haline gelmiştir. Çoğunluğu gelişmiş olan ülkelerin resmi çevre organları toprakta kirletici maddeleri ve bu maddelerin toprakta bulunması emniyetli olan konsantrasyonlarını (ıslah hedeflerini) listeler halinde hazırlamışlardır (EPA, 1995). Bu listelerde gözükken büyük ölçüdeki değişkenlikler ve değerlendirmede uygulanan yöntemlerdeki farklılıklar, bu konunun çok karmaşık ve halen gelişmekte olduğunu göstermektedir. Dünya çapında toprak kirletici konsantrasyonları ile ilgili herhangi bir standart oluşturulmamıştır ve oluşturulması da mümkün gözükmemektedir. Kirletici maddelerin taşınması ve bu maddelere zaman içinde ne olduğu yoğun araştırma konularıdır. Veri tabanlarında ve modellemede halen büyük eksiklikler bulunmaktadır. Sorulan sorulara ve alınması gereken kararlara yönelik soruların cevabı kolay olmayacaktır. Her projenin detaylı bir inceleme, değerlendirme ve fayda-maliyet analizi gerektireceği gözükmemektedir. Kirlenmiş toprakta bulunan maddeler yakındaki bir yüzeysel suyun veya yeraltı suyunun kalitesini etkileyecek ise (belirlenmiş kaliteyi korumak için konulmuş sınır değerlerin aşılması), bu kirleticilerin taşınması kontrol altına alınmalı veya kirlenmiş zemin gereken seviyeye kadar temizlenmelidir (KARACA ve TURGAY 2012).

Öneriler

15-17 Eylül 2010 tarihlerinde İzmir'de, 12-15 Ekim 2016 tarihlerinde aynı konseptte Adana Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü ve tarım kuruluşları işbirliği ile düzenlenen, beşinci ve yedinci Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongrelerinde, gübreler ve gübreleme konusunda sonuç bildirgelerinde alınan bazı kararlara burada yer vermek uygun görülmüştür;

Mikrobiyal gübrelerin ithalatı daha sıkı denetim altına alınmalı, üretildiği ülkede gübre olarak kullanıldığına dair resmi belgesi olmayan gübrenin ithaline izin

verilmemelidir. Ayrıca deneme yapılan coğrafi bölgenin dışında kullanılmamalıdır. Ancak mikrobiyal gübre ve gübrelemeye önem verilmeli ve bitkisel üretimde kullanımı teşvik edilmelidir.

Gübre tavsiyelerinde Ca-Mg-K oranlarına/dengelerine dikkat edilmelidir.

Gübre üretici, ithalatçı veya satıcılarının Ziraat Mühendisi olma ya da kadrolu Ziraat Mühendisi çalıştırma zorunluluğu getirilmelidir.

Ahır gübresi, yeşil gübre ve kompost kullanımının yaygınlaştırılması teşvik edilmelidir.

Gübrelerin etkinliği bakımından uygulama yöntemleri önemlidir. Bu nedenle ekim ve gübreleme makinelerinin geliştirilmesi sağlanmalıdır.

Düzenlenecek bitki besleme ve gübre kongrelerine uygulamacı kuruluşlardan çağrılı bildiri üzere konuşmacılar davet edilmeli, toplantılara uygulamacı kuruluşlardan katılımın artırılması yönünde girişimlerde bulunulmalıdır.

Kyoto Protokolü dikkate alınarak azot (N) kullanımı ve Nitroz Oksit ile ilgili çalışmalar teşvik edilmelidir.

Bitkilerin beslenmesinde gübre olarak kullanılan çok çeşitli materyaller mevcuttur. Söz konusu bu materyallerin bileşimleri de oldukça farklı olup, bir bölümü çiftlik gübresi, yeşil gübre, kompost gibi doğal ve organik özellikte, diğer kısmı ise özellikle son yüzyılın başlarından itibaren yapay olarak fabrikalarda üretilen ticari (yapay) gübrelerdir. Çiftlik gübresi ve organik artıklar gibi doğal materyallerin gübre olarak değerlendirilmesi, çağımızdan yüzyıllar önce başlamıştır. Bununla birlikte, özellikle ülkemiz şartlarında olduğu gibi kurak iklimin yaygın, tarımsal işletmelerin küçük ve topraklarının organik madde kapsamının düşük olduğu ülkelerde ticari gübreler büyük önem arz etmektedir. Ancak, gübre uygulamalarının bilinçsiz ve plansız olarak yapılması durumunda, ekonomik kayıpların yanı sıra ürün kalitesinde düşme ve çok yönlü çevresel sorunlar da ortaya çıkabilmektedir.

Tarımsal üretimde uygulanan gübrelerden beklenen yararın sağlanmasında; gübrelerin genel özelliklerini bilmek ve etkili bir şekilde kullanmak, gübre kullanım zamanlarını ve tekniğini bilmek, gübreleme programını gübre kullanım etkinliğine yön veren faktörlere göre ayarlamak son derece önemlidir.

Sonuç olarak gübreleme, toprak ve bitki analiz sonuçlarına göre dengeli, planlı ve tekniğe uygun olarak bilimsel normlarda uygulandığı takdirde tarımsal üretimde vazgeçilmez bir girdidir. Diğer taraftan, her geçen gün yeni gübreleme materyallerinin piyasaya sürülmesi, gübreler ve gübreleme ile ilgili alternatif tekniklerin geliştirilmesi, genetik çalışmaların yapılması ve diğer ilgili teknolojik gelişmeler, konu ile ilgili olarak bilgilerin de yenilenmesini gerektirmektedir.

Kaynaklar

AGBEDE, O. and KALU, BA. (1995). Constraints of Small-Scale Farmers in Increasing Crop Yield: Farm Size and Fertilizer Supply. Nigerian Journal of Soil Science. 11:pp 139 – 159.

ALDINGER, H. (2001) The Fertiliser Sector in Western Europe, Market Trends and Industry Outlook. Presented to the 2nd. International Conference on the Chemical and Petrochemical Industries of Russia the CIS and Central and Eastern Europe. Budapest, 23–24th April. European Fertiliser Manufacturers Association, Brussels.

AMEETA, S. ve CHETANI, R. (2017). A Review on the Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Plants. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET) Department of Biotechnology, The IIS University, Jaipur, Rajasthan, India. Volume 5 Issue II, February 2017 . IC Value: 45.98 ISSN: 2321-9653.

ANONİM 1 (2017) <http://lettucegroup4.weebly.com/overview-of-fertilizers.html> (E.T; 12.09.2017)

ANONİM 2 (2012) http://traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/turkiye_cevre_atlasi_2004_2008_01_09.pdf (E.T; 12.09.2017).

ANONİM 3 (2017) <http://homeguides.sfgate.com/negative-effects-nitrogenrich-fertilizer-environment-72041.html> (E.T;09.09.2017).

ANONİM 4 (2017) <http://homeguides.sfgate.com/effects-much-nitrogen-plants-43755.html> (E.T;07.09.2017)

ANONİM 5 (2017) <https://www.linkedin.com/pulse/environmental-effect-proper-use-chemical-fertilizer-abby-flander> (E.T;05.09.2017)

ANONİM 6 (2017) 22.04.2003 tarih ve 25087 sayılı Resmi Gazete http://www.zmo.org.tr/mevzuat/mevzuat_detay.php?kod=141 (E.T: 17.09.2017)

ANONİM 7 (2008) T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı Türkiye Çevre Atlası. <http://www.cedgm.gov.tr/dosya/cevreatlasi/tarim.pdf> .

ARVIN, M R., SYERS, J.K and FRENEY, J.R. (2004) Agriculture and the Nitrogen Cycle. Agriculture and the Nitrogen Cycle: Assessing the Impacts of Fertilizer Use on Food Production and the Environment The Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) Washington .Covelo .London

ASRİ, F.Ö., SÖNMEZ, S. ve ÇITAK, S. (2007) Kadmiyumun Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Derim Dergisi, 24, 34-41.

ATILGAN, A., COŞKAN, A., SALTUK, B. ve ERKAN, M. (2007) Antalya Yöresindeki Seralarda Kimyasal ve Organik Gübre Kullanım Düzeyleri ve Olası Çevre Etkileri. Ekoloji Dergisi, 15, 62, 37-47

AYDEMİR, O. (1992). Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları no; 734. Ziraat Fakültesi. No; 315 Ders Kitapları serisi No; 67 Erzurum.

CAFEROĞLU, B. ve YILDIZ, N. (2008) Tarımsal Çevre Kirliliği ve Çözüm Önerileri . Fen Bilimleri Enstitüsü. (Yüksek Lisans Tezi).

- CATT, J.A., Quinton, J.N., Rickson, R.J. and Styles, P. (1994) Nutrient Losses and Crop Yields in the Woburn Erosion Reference Experiment. In: *Conserving Soil Resources: European Perspectives* (Ed. R.J.Rickson). CAB International, Wallingford, pp. 94–104.
- COOKE, GW (1982) *Fertilizing for Maximum Yield*. Third Edition English Language Book Society/Collins. pp 457.
- ÇEPEL, N. (1997) *Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar*. ISBN. 975-7169-03-X. İstanbul
- GOULDING, K. (2000) Nitrate Leaching from Arable and Horticultural Land. *Soil Use and Management* 16, 145–151.
- DAM KOFOED, A (1974). Potassium and the environment . In *Potassium Research and Agric. Production*, p 331-350. Intern.Poatsh Inst., Berne.
- EPA.US. (1995) EPA Environmental Justice Strategy. https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-02/documents/ej_strategy_1995.pdf (E.T.18. 09 2017).
- GÜZEL, N. ve GÜLÜT, K.Y. (2003) *Toprak Verimliliği ve Gübreler*. Kullanıcının El Kitabı. Ç.Ü. Ziraat Fak.
- HAKTANIR, K. ve ARCAK, S. (1998) *Çevre Kirliliği*. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Ziraat fak. Yay.no.1503. Ders kitabı: 457. (Ankara,1998).
- HASHOLT, B. (1991) Influence of Erosion on the Transport of Suspended Sediment and Phosphorus. *International Association of Hydrological Sciences Publication* 203, 329–338.
- KAPLAN, M., SÖNMEZ, S ve TOKMAK, S. (1999) Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24:1-9
- KARAER, F., GÜRLÜK, S. (2003) “Gelişmekte Olan Ülkelerde Tarım-Çevre-Ekonomi Etkileşimi”. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 4(2) 197-206
- KÖLELİ, N. ve KANTAR, Ç. (2006) Fosforlu Gübrelerde Ağır Metal Tehlikesi. *Ekoloji Dergisi*, 9, 1-5.
- KRONVANG, B. (1990) Sediment-associated phosphorus transport from two intensively farmed catchment areas. In: *Soil Erosion on Agricultural Land* (Eds J.Bordman, I.D.L.Foster and J.A.Dealing). Wiley, Chichester, UK, pp. 313–330.
- MARSCHNER, H. (1997) *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Edition. Academic Press, London 889 p.
- KARACA, A., TURGAY, O.C. (2012) Toprak Kirliliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* (Journal of Soil Science and Plant Nutrition). ISSN: 2146-8141 Cilt; 1. Sayı;1 S;13-18
- MORRIS M, KELLY, V., KOPICKI, R.J. and BYERLEE, D. (2007) *Fertilizer Use in African Agriculture: Lessons Learned and Good Practice Guidelines*. Was-

hington, DC: The World Bank. The Rain Forest Area of Nigeria. Applied Tropical Agriculture 5: pp 20-23.

OJENIYI, SO. (2000) Effect of Goat Manure on Soil Nutrients and Okra Yield in the Rain Forest Area of Nigeria. Applied Tropical Agriculture 5: pp 20-22.

OJENIYI, SO. (2002) Soil management, national resources and environment. Oke-Ado: Adeniran press. pp 24.23.

ÖZBEK (1970). Gübrelerin etkili bir şekilde kullanılmaları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 420, Ders Kitabı: 147. Ankara.

SARKAR, S., SINGH,S.R and SINGH,R.P. (2003) The Effect of Organic and Inorganic Fertilizer on Soil Physical Condition and the Productivity of Rice-Lentil Cropping Sequence in India. Journal of Agricultural Science. 140 (4): pp 419-425

SHARMA. A and R. CHETANI . (2017). A Review on the Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Plants. (IJRASET) .Volume 5 Issue II, February 2017 IC Value: 45.98 ISSN: 2321-9653

SHARPLEY, A. and SMITH, S.J. (1990). Phosphorus Transport in Agricultural Runoff: the Role of Soil Erosion. In: Soil Erosion on Agricultural Land (Eds J.Bo-ardman, I.D.L.Foster and J.A.Dealing). Wiley, Chichester, pp. 350–366.

SÖNMEZ, İ., KAPLAN, M. and SÖNMEZ, S. (2007). An Investigation of Seasonal Changes in Nitrate Contents of Soils and Irrigation Waters in Greenhouses Located in Antalya-Demre Region. Asian Journal of Chemistry, Vol. 19, No. 7, p:5639- 5646.

SÖNMEZ, İ., KAPLAN, M. ve SÖNMEZ, S. (2008). Kimyasal Gübrelerin Çevre Kirliliği Üzerine Etkileri ve Çözüm Önerileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2008,25(2): 24-34

TOPBAŞ M.T., BROHI A. R. ve KARAMAN M. R. (1998). Çevre Kirliliği. T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları. Ankara. (1998).

TÜRKOĞLU, B. ve KAYA, Z. (2006) Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Toprakların Islahı. Çukurova Üniversitesi Fen Enstitüsü Toprak A.B.D (Yüksek Lisans Tezi).

YILDIZ, N. (2012) Bitki Beslemenin Esasları ve Bitkilerde Beslenme Bozukluğu Belirtileri. ISBN 978-605-62759-0-6, 1-477. Erzurum.



Organik madde toprağın kütle olarak en küçük kısmı olmasına rağmen fiziksel, kimyasal ve biyolojik tüm özelliklerini etkiler. Toprak sağlığının önemli bir göstergesi olan organik maddenin yetersiz olması; toprağın erozyona direncinin azalması, daha az su tutması, daha az bitki besin elementine sahip olması, verimliliğın düşmesi, kısaca toprağın bozulması demektir. Türkiye topraklarının en büyük sorunlarından birisi de organik madde yetersizliğidir. TEMA Vakfı ile SÜTAŞ, bu soruna dikkat çekiyor. Organomineral gübrelerin kullanım olanakları üzerine düzenlenen bu çalıştayda sunulan tebliğler ile toprakların organik madde miktarını artırmak için yapılabilecekler paylaşılıyor.

