HASAT

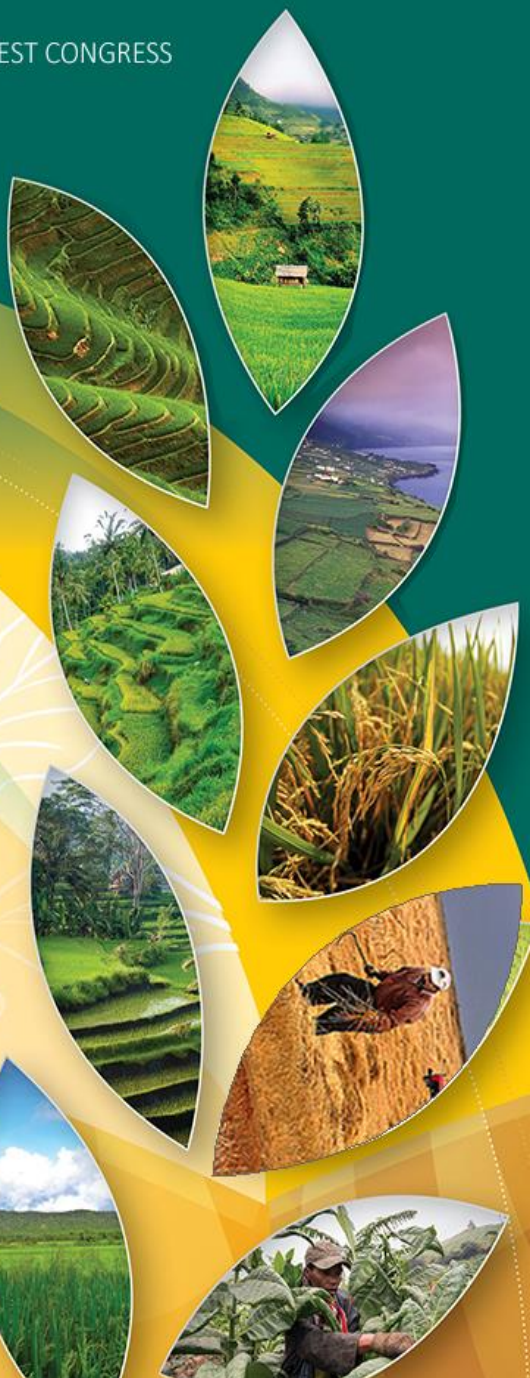
ULUSLARARASI TARIM VE ORMAN KONGRESİ

(21-23 Haziran 2019, Ankara, Türkiye)

HASAT

INTERNATIONAL AGRICULTURE AND FOREST CONGRESS

(21-23 JUNE 2019, Ankara, Turkey)



PROCEEDING BOOK

EDİTÖRLER - EDITORS

Doç. Dr. Nurhan KESKİN

Doç. Dr. Halil DEMİR

HASAT ULUSLARARASI TARIM VE ORMAN KONGRESİ
(21-23 Haziran 2019, Ankara, Türkiye)

HASAT INTERNATIONAL AGRICULTURE AND FOREST CONGRESS
(21-23 June 2019, Ankara, Turkey)

Editörler / Editors
Doç. Dr. Nurhan KESKİN
Doç. Dr. Halil DEMİR

Birinci Basım / First Edition• ©

ISBN: 978 – 605 – 7602 – 92 – 3

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Kurullar iii

Düzenleme Kurulu Başkanı iii

Düzenleme Kurulu iii

Bilim ve Hakem Kurulu v

Davetli Konuşmacılar/Keynote Speakers xiv

BAHÇE BİTKİLERİ 1

Asmanın Sessil Doğasında İndolaminlerin Önemi 2

Gaziantep Ekolojisinde Yetiştirilen Bazı Üzüm Çeşitlerinin Biyoaktif Bileşen İçeriği 8

Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Salkım Seyreltme Uygulamalarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri 14

Çerezlik Kabakta (*Cucurbita pepo* L.) Farklı Bitki Aktivatörlerinin Bitki Büyümesi ve Mineral Madde İçeriği Üzerine Etkileri 33

Topraksız Çilek Yetiştiriciliğinde Fide Tipinin Bitki Gelişimi ile Fizyolojik Bozukluklar Üzerine Etkileri 52

Farklı Çilek Genotiplerinin *in vitro* Tuzluluk Tolerans Düzeyleri Üzerine Araştırmalar 65

Organik Gübre Uygulamalarının Marulun Verim ve Verim Özellikleri Üzerine Etkileri 78

Farklı Organik Gübrelerin Ispanakta (*Spinacia oleraceae* L.) Verim, Bazı Kalite Özellikleri ve Bitki Besin İçeriklerine Etkileri 91

Tespih Çiçeğinde (*Canna indica)* Rizom Büyüklüğünün Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri 105

Beldibi ve Çamyuva Arıtma Tesisi Çamurlarının Doğal Radyoaktivite Seviyelerinin Belirlenmesi..... 934

Ticari Bombus Kolonilerinin Kiraz Bahçelerindeki Tozlayıcı Davranışlarının İncelenmesi..... 944

Üretim Kültürünü Geliştirmenin Gerekliliği..... 950

TARIMSAL MAKİNE VE ENERJİ SİSTEMLERİ..... 955

Türkiye Tarımında Enerji Kullanımının Avrupa Birliği Ülkeleri İle Karşılaştırılması..... 956

Entegre Kaynak Verimliliği 965

Bilecik İline Bağlı İlçelerde Nüfusu 250'den Fazla Olan Köylerde Mekanizasyon Seviyelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma 984

Design of a Solar Assisted Falling Film Evaporator System 999

Tarımsal Üretimde Ekonomik, Enerjetik ve Çevresel Sürdürülebilirlik..... 1009

Tankersiz ve Tankerli Sıvı Ahır Gübresi Dağıtma Makinalarının Karşılaştırılması 1023

Örtü Bitkilerini Ezerek Toprak Yüzeyine Seren Merdaneler.. 1039

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA 1053

Buğday Verim Tahmininde Aquacrop ve Wofost Modeller İle İklim Parametrelerindeki Değişime Karşı Hassasiyetin Belirlenmesi..... 1054

Çorlu Pınarbaşı Havzasının Bazı Havza Karakteristiklerinin ve Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yardımı İle Belirlenmesi..... 1067

TARLA BİTKİLERİ..... 1086

Tankersiz ve Tankerli Sıvı Ahır Gübresi Dağıtma Makinalarının Karşılaştırılması

İlknur DURSUN[1], Ergin DURSUN[1]
[1]Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye

Öz

Sıvı ahır gübresi; büyükbaş ve küçükbaş hayvanların katı ve sıvı dışkıları ile ahır temizleme suları ve saman gibi malzemelerin karışımından oluşur. Çamur kıvamındadır. Değerli bir organik gübredir. Kimyasal gübre giderlerini azaltır. Çevre kirliliğini önler. Sıvı ahır gübresinin dağıtılmasında tankerli ve tankersiz gübre dağıtma makinalarından yararlanılır. Sıvı ahır gübresi, doğrudan toprak yüzeyine yayılır veya belirli bir derinlikten toprak altına enjekte edilir ya da karıştırılır. Gübrenin toprak yüzeyine yayılması, kötü koku sorununa ve azot kaybına neden olur. Tanker hacmi yüksek olan gübre dağıtma makinalarının tekerlekleri toprağı sıkıştırır. Toprak nem içeriğinin yüksek olduğu geç sonbaharda veya erken ilkbaharda gübreleme yapıldığında toprak daha fazla sıkışır. Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarında bu sorun yoktur. Tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarıyla çalışmada, gübre miktarı azaldıkça tankere yeniden gübre doldurulması işin aksamasına ve zaman kaybına neden olur. Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarında gübre, bir pompa aracılığıyla gübre deposundan emilerek besleme hortumuyla dağıtma başlığına iletildiğinden zaman kaybı azdır. Bu makinaların iş başarıları yüksektir. İş gücü ihtiyaçları, yakıt ve yağ giderleri düşüktür. Pompa istasyonu ile gübre dağıtma makinası arasındaki mesafe, 6500 m' den daha fazladır. Yardımcı bir pompa istasyonunun eklenmesi koşulunda bu mesafe artar. Gübrenin beslenmesi ve dağıtılmasında yassı hortumlar ve özel hortum sarma makaraları kullanıldığından hortum, hızla makaraya sarılır veya toprak yüzeyine serilir. Bu makalede, tankerli ve tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları; toprak sıkışması, kötü koku potansiyeli, azotun korunması ve zaman kaybı yönünden karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sıvı ahır gübresi, tankersiz gübre dağıtma makinası, tankerli gübre dağıtma makinası, toprak sıkışması, kötü koku, azotun korunması, zaman kaybı

Comparison Of Slurry Tanker Spreader And Drag-Hose Application Systems

Abstract

Slurry consists of a mixture of solid and liquid faeces of cattle and small ruminants, barn cleaning water and straw. It is a mud consistency and a valuable organic fertilizer. It reduces the cost of chemical fertilizers and prevents environmental pollution. Tanker spreader or drag-hose application systems are used to distribute liquid manure. It is surface applied directly on the soil or injected or mixed below the soil at a certain depth. In this article, slurry tanker spreader or drag-hose application systems were compared in terms of soil compaction, bad odor potential, nitrogen conservation and time loss.

Keywords: Slurry, tanker spreader, drag-hose application systems, soil compaction, bad odor, nitrogen conservation, time loss

GİRİŞ

Hayvancılık işletmelerinde zamanla biriken katı ve sıvı hayvan dışkıları; bertaraf edilme güçlüğü, kötü koku, özellikle sineklerin artması, su kaynaklarının kirlenmesi gibi sorunlara neden olurlar. Katı ve sıvı hayvan dışkılarının değerlendirilmeleri yönünden en uygun çözüm önerisi, bunların uygun ekipman ve yöntemlerle organik gübre olarak toprağa verilmeleridir. Bu sayede hem toprağın organik madde içeriği artar hem de bu dışkıların doğrudan su kaynaklarına karıştırılmalarına bağlı olan çevre kirliliği önlenir.

Sığır, at, koyun gibi hayvanların dışkılarından elde edilen organik gübreler; çiftlik gübresi, sıvı ahır gübresi ve şerbet olarak 3' e ayrılır (Dursun ve Erol, 2015). Çiftlik gübresi katı yapılı (katı madde içeriği > % 20), sıvı ahır gübresi (katı madde içeriği % 4-10 arasında) çamur kıvamında, şerbet (katı madde içeriği < % 1) ise oldukça akışkandır (Lorimor vd., 2004). Hayvancılık işletmelerinde ahırlarda biriken katı ve sıvı hayvan dışkılarından hangi tip organik gübrenin elde edileceği gübre temizleme düzeniyle yakından ilgilidir. Mekanik gübre temizleme düzenlerinde çiftlik gübresi ve şerbet, hidrolik gübre temizleme düzenlerinde ise sıvı ahır gübresi elde edilir. Hidrolik temizleme düzenlerinde gübre deposunda toplanan sıvı ahır gübresi ayırma düzenleriyle katı ve sıvı kısımlarına ayrılabilir.

Tarımda, organik gübre olarak yanmış çiftlik gübresinin kullanımı genellikle daha yaygındır. Ancak bunun yanı sıra sıvı ahır gübresi ve şerbetten de yararlanılmaktadır. Özellikle süt sığırcılığı işletmelerinde verimli üretim ihtiyacının ve hayvan sayısının artması, çiftlik gübresine göre sıvı ahır gübresinin daha fazla depolanmasına ve kullanılmasına yol açmaktadır. Bu sayede ürün verimi artmakta, iş gücü ihtiyacı ve gübrenin tarlaya uygulamasına ilişkin giderler azalmaktadır (Rennie vd., 2017). Hayvancılık işletmelerinde hayvan dışkılarının sıvı ahır gübresi olarak değerlendirilmesi ve bu gübrenin yem bitkileri tarımında kullanılması sürdürülebilir tarım yapılmasına imkan sağlamaktadır.

Bu makalede; sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları hakkında bilgi verilmesi ile tankerli ve tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarının toprak sıkışması, kötü koku potansiyeli, azotun korunması ve zaman kaybı yönünden literatür taraması yapılarak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

SIVI AHIR GÜBRESİ

Sıvı ahır gübresi, tarla bitkileri için oldukça değerli bir organik gübre kaynağıdır (Rahman vd., 2005). Fiziksel özellikleri; hayvan cinsi, beslenme şekli, ahır temizleme düzeni tipi, depolama şekli gibi bazı faktörlere göre farklılık gösterir. Genel olarak özgül ağırlığı, 1035-1050 kg m^{-3}, katı madde içeriği % 4-10 arasında değişir (Dursun ve Erol, 2015). Viskozitesi, şerbetten daha fazladır. Organik madde içeriği % 55.5-76.3, total azot içeriği ise % 2.99-3.06 kadardır (Cameira vd., 2019). Hayvanların tükettikleri besinler ve suluk tipine göre sıvı ahır gübresinin katı madde içeriği % 8-12' ye çıkabilir. Bu koşulda katı madde içeriği arttığından gübrenin viskozitesi de artar (Lorimor vd., 2004). Çamur ya da bulamaç kıvamındadır.

Gübre deposunda bulunan sıvı ahır gübresi, bir sıvı gübre pompası veya çamur pompasıyla depodan emilerek istenilen yere basılır. Sıvı ahır gübresinin endüstriyel sıvı gübre pompalarıyla basılması koşulunda, boru sürtünme kayıpları ve potansiyel aşınma kayıpları önlenir. Gübrenin tarlaya iletilmesinde genellikle 1103 N m^{-2} değerinde yüksek basınca dayanıklı gömülü tip PVC borular tercih edilir (Sheffield, 2001). Bu pompaların tıkanmadan çalışabilmeleri için sıvı ahır gübresinin içerisindeki katı maddelerin bir ayırma düzeniyle ayrılması veya aşırı derecede parçalanması gerekir. Aksi koşulda gerek pompada gerekse de gübre dağıtma makinalarında tıkanmalar meydana gelebilir.

Sıvı ahır gübresinin toprak organik madde içeriğinin ve sıcaklığının artması, toprağın su tutma ve su geçirme özelliklerinin iyileşmesi (Dursun ve Erol, 2015); toprağın azot, fosfor ve potasyum ihtiyacının azalması (Cameira vd., 2019); bitkilerin kimyasal gübrelerden daha fazla yararlanması ve erozyonun önlenmesi gibi birçok yararı vardır. Ancak sıvı ahır gübresinin özellikle kötü koku sorununun, amonyak ve sera gazları (metan ve azot oksit, dolaylı amonyak gibi emisyonları) emisyonlarının artması gibi bazı sakıncaları da vardır. Dünyadaki N_2O emisyonlarının yaklaşık olarak % 6' sının hayvan atıklarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Aneja vd., 2001). Amonyak emisyonu, sıvı ahır gübresinin azot içeriğinin azalmasına yol açar ve yüzey sularının ötrofikasyonuna katkıda bulunur (Nyord vd., 2010).

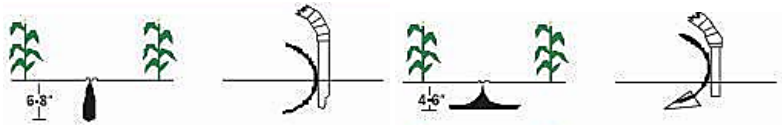
TANKERLİ VE TANKERSİZ SIVI AHIR GÜBRESİ DAĞITMA MAKİNALARI

Sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları, gübrenin depolanma şekline göre tankerli ve tankersiz gübre dağıtma makinaları olmak üzere 2' ye ayrılır (Şekil 1). Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları; hortum sarma makaralı, sürüklenen hortumlu, yedek hortumlu, esnek hortumlu ve doğrudan akışlı sistemli makinalar olarak farklı şekillerde adlandırılırlar. Sıvı ahır gübresi, sulama suyuna karıştırılarak da uygulanabilir. Bu amaçla sıvı ahır gübresi ve sulama suyu karışımı; center pivot sulama sistemleri, doğrusal sulama sistemleri, yağmurlama başlıkları gibi ekipmanlarla dağıtılır (Sheffield, 2001). Ancak sulama suyuna karıştırılarak uygulanma şekli, katı madde içeriği daha az olan şerbetin dağıtılmasında daha fazla tercih edilmektedir.



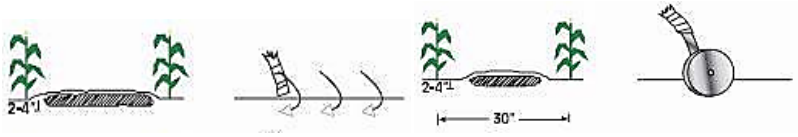
Şekil 1. Tankerli ve tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları (Anonim, 2019)

Tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarının santrifüj etkili çarklı dağıtıcılı, pompalı ve kompresörlü tankerli olmak üzere 3 tipi bulunmaktadır. Tankerli ve tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarıyla gübre; toprak yüzeyine yayılır, belirli bir derinlikten toprak altına enjekte edilir ya da toprağa karıştırılır. Sıvı ahır gübresinin toprak yüzeyine yayılmasında genel olarak gübre boşaltma borulu çarpma plakalı (gübreyi yukarıya veya aşağıya doğru atan dağıtıcılı) ve gübre dağıtma kollu dağıtıcılardan (çarpma plakalı veya hortumlu dağıtıcılı) yararlanılır (Dursun ve Erol, 2015). Sıvı ahır gübresinin toprak yüzeyine yayılmasının ardından çevreye kötü kokular yayılır. Amonyak ya da azot kaybı meydana gelir. Bu nedenle sıvı ahır gübresi, en fazla 5 cm derinlikten veya en az 10-15 cm derinlikten toprağa enjekte edilmeli veya karıştırılmalıdır (Dursun ve Erol, 2015). Gübrenin toprağa enjekte edilmesinde ön sıradaki gübre gömücü ayağın ve arka sıradaki sıvı ahır gübresini enjekte eden parçanın iş derinlikleri eşittir. Gübrenin toprağa karıştırılmasında ise yüzeysel toprak işleme yapılır. Sıvı ahır gübresinin toprak altına enjekte edilmesinde iş derinliği 15-20 cm olan dar uç demirli çizel ayağı, iş derinliği 10-15 cm olan uzun kanatlı kazayağı uç demirli ayak, 10-15 cm iş derinliğinden yarıklar açan gömücü ayak gibi çeşitli gömücü ayaklar ile bunların arka sıralarında yer alan gübreyi enjekte eden parçalardan yararlanılır (Şekil 2). Gübrenin toprağa karıştırılmasında ise iş derinliği 5-10 cm olan S tipi yaylı kültivatör ayağı ile içbükey diskli gömücü ayaklar kullanılır (Anonim, 2019).



Dar uç demirli çizel ayağı **Uzun kanatlı kazayağı uç demirli ayak**

Gübrenin toprak altına enjekte edilmesi



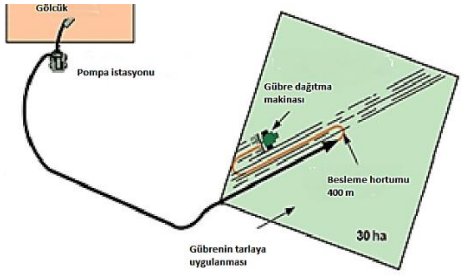
S tipi kültivatör ayağı **İçbükey diskler**

Gübrenin toprağa karıştırılması

Şekil 2. Sıvı ahır gübresinin çapa bitkilerine ve çıplak toprak yüzeyine enjekte edilmesinde ve toprağa karıştırılmasında kullanılan dağıtıcılar (Jokela ve Meisinger, 2004)

Sıvı ahır gübresinin toprak altına enjekte edilmesi koşulunda, uygulamadan sonra en düşük miktarda amonyak emisyonunun oluştuğu ve kötü koku sorunun azaldığı belirlenmiştir (Hanna vd., 2000; Huijsmans vd., 2003; Nyord vd., 2010). Gübrenin toprak altına enjekte edilmesi özellikle bitkisel üretim yapılmayan çayırlık alanlarda önerilmektedir (Nyord vd., 2010). Boylanmış çapa bitkilerinin bulunduğu tarlalarda, sıvı ahır gübresini toprak altına enjekte eden gübre dağıtma makinalarının çeki kuvveti ihtiyaçları, gübre dağıtma kollu ve hortumlu gübre dağıtma makinalarının çeki kuvveti ihtiyaçlarından daha fazladır. Bu nedenle sıvı ahır gübresinin çıplak toprağa veya çayıra enjekte edilmesinde kullanılan gübre dağıtma makinalarının iş genişlikleri (6-8 m), gübre dağıtma kollu ve hortumlu gübre dağıtma makinalarının iş genişliklerinden (18-24 m) daha azdır (Nyord vd., 2010).

Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları, gübrenin özel bir pompayla gübre kaynağından emilerek ana besleme hortuma basılması ve buradan bir hortum, ana dağıtıcı, gübre dağıtma kolu ve gübre dağıtma düzeni gibi parçalara iletilerek toprağa dağıtılması, karıştırılması veya enjekte edilmesi ilkesine göre çalışırlar. Sıvı ahır gübresi kaynağı; depo, gölcük, tanker, yer altı boru şebekesi veya tarlanın kenarında bulunan bir konteyner olabilir. Şekil 3' de görüleceği gibi pompanın basma borusuna bağlanan ana besleme hortumu, hortum taşıyıcılar tarafından gübrenin uygulanacağı tarlanın merkezine gelecek şekilde uzunlamasına serilir.



Şekil 3. Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinasının çalışma ilkesi (BIOKOMPLEX, 2019)

Tarlada, ana besleme hortumu ile gübrenin dağıtılması sırasında çekilen ya da toprak üzerinde sürüklenen hortum birbirine hızlı bağlantı sistemiyle bağlanır. Daha sonra sürüklenen hortumun diğer ucu, gübre dağıtma düzeninin girişine sabitlenir. Gübre dağıtma düzeni ya da gübre aplikatörü, traktör tarafından mekiğe benzeyen bir yörünge boyunca çekilerek gübre tarlaya dağıtılır. Gübrenin tüm tarla yüzeyine dağıtılması tamamlandıktan sonra hortumlarda kalan sıvı ahır gübresinin temizlenmesi için hortumların içerisine kompresör tarafından basılan hava akımı ve hortum içerisinde hava akımının etkisiyle sürüklenen esnek bir toptan yararlanılır. Temizlenmiş hortumlar, hortum sarma makarasına sarılarak toplanırlar (BIOKOMPLEX, 2019). Bu makinaların bazı tiplerinde traktörün ön kısmında bir hortum sarma makarası bulunurken, bazı tiplerinde ise hem traktörün ön kısmında hem de arka kısmında bir hortum sarma makarası bulunur. Traktörün arka kısmında bulunan hortum sarma makarası, yol konumunda çeki demirine bağlanarak taşınır (Dursun ve Erol, 2015).

Sıvı ahır gübresi pompaları, 295 kW'a ulaşan büyük güçlü diesel motorlarından yararlanılarak çalıştırılacağı gibi traktör kuyruk milinden hareket alarak da çalıştırılabilirler. Çapı 75-90 mm arasında değişen ve 100 m uzunluğundaki hortumlar halinde makaraya sarılan besleme hortumunun uzunluğu 1000 m' ye kadar çıkar (Dursun ve Erol, 2015). Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarında pompa istasyonu ile gübre dağıtma makinası arasındaki mesafe, 6500 m' den daha fazladır. Yardımcı bir pompa istasyonunun eklenmesi durumunda bu mesafe daha fazla artabilir.

SIVI AHIR GÜBRESİ DAĞITMA MAKİNALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Genel Değerlendirme

Tankerli ve tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları öncelikle dağıtacakları sıvı ahır gübresinin katı madde miktarına göre farklılık gösterirler. Tankerli makinalarla dağıtılacak sıvı ahır gübresinin katı madde içeriğinin % 12, tankersiz sıvı ahır gübresiyle dağıtılacak sıvı ahır gübresinin katı madde içeriğinin % 8 kadar olması gerekir (Chamber vd., 2001). Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarında gübrenin içerisindeki katı madde içeriği azaldıkça gübrenin iletilmesi kolaylaşır. Sıvı ahır gübresinin katı madde içeriğinin gübrenin toprak yüzeyine yayılmasında % 12, dar bantlar halinde yüzeysel olarak yayılmasında %

9, bitki örtüsü üzerine yüzeysel olarak dağıtılarak toprağa karıştırılmasında ve derinden toprak altına enjekte edilmesinde ise % 6 kadar olması gerekir (Chamber vd., 2001). Ürün zedelenmesi yönünden en düşük hasar gübrenin bantlar halinde yüzeysel olarak yayılması ve toprağa karıştırılmasında, en yüksek hasar ise gübrenin derinden toprak altına enjekte edilmesi sırasında meydana gelmektedir.

Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları; toprak sıkışmasına yol açmamaları, taşıma kapasitesi düşük olan toprak koşullarında çalışmaya uygun olmaları, işin kesintisiz yapılması, iş başarılarının yüksek olması ve zaman kayıplarının az olması gibi üstünlüklere sahiptirler. Bu makinalarla 1 dakikada 3.78 m^3 kadar gübre dağıtılabilir (Sheffield, 2001). 24 saatlik pompalama süresi boyunca 3785 m^3 gübre toprağa uygulanabilir. Buna karşılık 11.36 m^3 veya daha yüksek hacme sahip olan tankerlerin kullanılması toprak sıkışmasına yol açar. Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarıyla çalışmadaki 1 m^3 gübre başına düşen iş gücü ihtiyacı tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarıyla çalışma koşulundaki birim iş gücü ihtiyacından daha azdır (Chamber vd., 2001). Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarının yakıt ve yağ giderleri daha düşüktür. Ancak tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarının ekipman sermaye masrafları yüksek olduğundan bu makinalar, yalnızca büyük hayvancılık işletmeleri ve özel gübre dağıtma düzenleri ya da aplikatörleri için satın alınmaktadır. Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarının önemli bir sakıncaları ise tarla yüzeyinde çekilerek sürüklenen hortumun zemin koşullarına bağlı olarak aşınarak yıpranmasıdır (Chamber vd., 2001).

Tablo 1. Toprak sıkışmasının, kötü koku yayılmasının, azot ve zaman kayıplarının önlenmesi yönünden sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarının karşılaştırılması (Sheffield, 2001)

Makina tipi	Uyg. şekli	Gübre dağıtma düzeni tipi	Toprak sıkışması	Kötü koku	Azot kaybı	Zaman kaybı
Tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinası	Toprak yüzeyine yayma	Gübre dağıtma kollu ve çarpma plakalı	Z	Z	Z	O
		Gübre dağıtma kollu ve hortumlu dağıtıcılı	Z	İ	O	O

	Toprak altına enjeksiyon	Dar uç demirli çizel ayaklı enjektörlü	Z	M	M	O
	Toprağa karıştırma	Gübrenin yüzeysel olarak toprağa karıştırılması	Z	M	M	O
Sulama sistemlerine karıştırarak uygulama	Toprak yüzeyine yayma	Yağmurlama sulama başlıklı	M	ÇZ[1]	ÇZ	M
		Center pivot	M	ÇZ	ÇZ	M
Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinası	Toprağa karıştırma	Gübrenin yüzeysel olarak toprağa karıştırılması	İ	M	M	İ

[1]ÇZ: Çok zayıf, Z: Zayıf, O: Orta, İ: İyi, M: Mükemmel.

Tablo 1' de, farklı gübre dağıtma düzenlerine sahip olan tankerli ve tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları toprak sıkışması, kötü koku, azot ve zaman kaybı yönünden karşılaştırılmıştır. Tablo 1' den anlaşılacağı gibi tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları, toprak sıkışmasına yol açmaktadırlar. Toprak sıkışması açısından en iyi yöntemin gübrenin sulama suyuna karıştırılarak yağmurlama sulama başlıkları veya center pivot sulama sistemleriyle toprak yüzeyine dağıtılması olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu tip uygulamaların gübre dağılım deseninin rüzgarın etkisiyle kolayca bozulması, çevreye önemli miktarda kötü koku yayılması ve hayvansal kökenli gübre bitki besin maddelerinin yüzey akışlarıyla tarladan uzaklaştırılması gibi sakıncaları vardır. Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları da toprak sıkışmasının meydana gelmemesi yönünden iyidirler. Gübrelemeden sonra çevreye yayılan kötü koku yönünden en iyi seçenekler ise gerek tankerli gerekse de tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarıyla gübrenin toprak altına enjekte edilmesi ya da toprağa karıştırılmasıdır. Tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinasıyla gübrenin toprak yüzeyine yayılması koşulunda, gübre dağıtma kollu ve çarpma plakalı dağıtıcıya göre gübre dağıtma kollu ve hortumlu dağıtıcı çevreye daha az kötü koku yaymaktadır. Çarpma plakalı dağıtıcıda, sıvı ahır gübresi plakaya çarparak dağıtıldığından daha fazla kötü koku yayılmaktadır. Azot kaybının önlenmesi yönünden en iyi seçenekler, tankerli ve tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarında gübrenin toprak altına enjekte

edilmesi ya da toprağa karıştırılmasıdır. Sıvı ahır gübresi, sulama suyuna katılarak toprak yüzeyine yayıldığında azot kaybı önemli düzeyde artmaktadır. Zaman kaybı yönünden en iyi yöntem, gübrenin sulama suyuna katılması, en kötü yöntem ise tankerli gübre dağıtma makinasıyla dağıtılmasıdır.

Toprak Sıkışması Yönünden Karşılaştırma

Genel olarak organik gübre dağıtma makinalarının ağırlıkları çok yüksektir. Tanker hacmi 13.64 m^3 olan tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinasında yalnızca gübrenin ağırlığı 12 t' dan daha fazladır (Sheffield, 2001). Sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarının tanker hacimleri 25 $m^{3,}$ e ulaşabilmektedir (Dursun ve Erol, 2015). Standart traktörler, 7.57-15 m^3 hacmindeki tankerleri çekebilirler (Sheffield, 2001). Bazı hayvancılık işletmelerinde traktörün gücü, tankeri çekmek için yetersiz kalmaktadır. Bu durumda gübrenin tarla kenarına taşınmasında karayolu tankerlerinden yararlanılır. Sıvı ahır gübresinin taşınması ve depolanmasında genellikle 22-23 m^3 hacmindeki yarı asma tip süt veya yakıt tankerleri kullanılır (Sheffield, 2001). Yüksek kapasiteli tankerlere ihtiyaç duyulmasının başlıca nedeni, sıvı ahır gübresinin normunun yüksek olmasıdır. Sıvı ahır gübresinin gübre normu 15-60 t ha^{-1}, çiftlik gübresinin gübre normu ise 30-70 t ha^{-1} arasında değişir (Dursun ve Erol, 2015). Bu değerlerden anlaşılacağı gibi çiftlik gübresinin ve sıvı ahır gübresinin gübre normları oldukça yüksektir. Sıvı ahır gübresinin dağıtılması sırasında gübrenin hacmi arttıkça gübre dağıtma makinasının toprağı sıkıştırma riski de artar. Genellikle sıvı ahır gübresi toprak nem içeriğinin yüksek olduğu ve potansiyel olarak toprak sıkışması tehlikesinin bulunduğu geç sonbahar ve erken ilkbaharda uygulanır. Bu durum toprak sıkışmasının daha fazla artmasına neden olur. Çiftlik gübresi dağıtma makinaları, tankerli ve tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarına göre daha fazla toprak sıkışmasına neden olurlar. Chamber vd. (2001)' e göre de en yüksek toprak sıkışması, pompalı tankerli ve vakumlu (kompresörlü) tankerli makinalarla çalışma koşulunda gerçekleşmektedir.

Çevreye Kötü Koku Yayılması Yönünden Karşılaştırma

Sıvı ahır gübresinin dağıtılması sırasında çevreye kötü koku yayılması önemli bir sorundur. Kötü kokunun yerleşim alanlarına ulaşması, insanlara rahatsızlık vermektedir. Kötü koku miktarı üzerinde sıvı ahır gübresi dağıtma makinasının tipi, gömücü ayak yapısı, gübrenin tarlaya

uygulanma sıklığı, gübrenin toprağa veriliş şekli, iklim koşulları gibi çeşitli faktörler etkilidir.

Tablo 2' de, sıvı ahır gübresinin farklı yöntemlerle tarlaya uygulanması sırasındaki koku emisyonları verilmiştir. Tablo 2' ye göre en yüksek koku emisyonu sıvı ahır gübresinin sulama suyuna karıştırılarak toprağa uygulanması koşulundan, en düşük koku emisyonu ise gübrenin gübre dağıtma kollu ve hortumlu gübre dağıtma makinasıyla dağıtılması koşulundan elde edilmiştir. Gübre dağıtma kollu ve çarpma plakalı tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinası da oldukça fazla kokuya neden olmaktadır (Tablo 2). Chamber vd. (2001)' e göre ise en düşük koku emisyonu, gübrenin derinden toprağa enjekte edilmesi sonucunda meydana gelmektedir.

Tablo 2. Sıvı ahır gübresinin farklı yöntemlerle tarlaya uygulanması sırasındaki koku emisyonları (Sheffield, 2001)

Uygulama yöntemi	Total koku emisyonları[1]
Gübre dağıtma kollu ve çarpma plakalı tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinası	1322
Derinden enjeksiyon	689
Yüzeysel olarak toprağa karıştırma	503
Gübre dağıtma kollu ve 15 adet hortumlu düşük yörüngeli dağıtıcı	130
Sulama suyuna karıştırma	6250

[1]Koku, olfaktometre (koku ölçüm cihazı) ile ölçülmüştür. 3.78 m^3 gübre başına düşen koku birimidir.

Tablo 3' de ise vakumlu tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinasında farklı gömücü ayaklarla soya ve mısır yüzey artıklarıyla tarlaya gübre dağıtılması sırasında çevreye kötü koku yayılması üzerindeki etkileri verilmiştir. Tablo 3' den anlaşılacağı gibi gübrenin uygulanma şeklinin yanında tarlada yüzey artığı bulunan bitki çeşidi, kokunun ölçülme zamanı ve iklim koku üzerinde etkilidir. En yüksek koku, gübrenin toprak yüzeyine yayılmasında, en düşük koku ise gübrenin uzun kanatlı kazayağı uç demirli ayakla enjekte edilmesi koşulunda elde edilmiştir. Soyanın yüzey artıklarıyla kaplı tarladan

çevreye yayılan koku düzeyi daha fazladır. Gübrenin yayılmasından 1 gün sonra koku miktarında önemli düşüşler gözlenmektedir.

Azot Kaybı Yönünden Karşılaştırma

Tablo 4' de, çiftlik gübresinin ve sıvı ahır gübresinin uygulanmasından sonra 4 gün içinde kaybolan total azot miktarları verilmiştir. Tablo 4' den anlaşılacağı gibi en yüksek azot kayıpları (% 10-30), gübrenin toprak yüzeyine yayılmasından sonra meydana gelmiştir. Çiftlik gübresinin toprak yüzeyine yayılması koşulunda oluşan azot kayıpları, sıvı ahır gübresinin toprak yüzeyine yayılmasındaki azot kayıplarından daha fazladır. Gübrelerin toprak yüzeyine yayılmaları ve hemen toprağa karıştırılmaları koşulunda ise azot kaybı % 1-5 düzeyinde olmuştur. En düşük azot kayıpları ise sıvı ahır gübresinin toprak altına enjekte edilmesi koşulunda elde edilmektedir (Chamber vd., 2001).

Tablo 3. Vakumlu tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinasıyla gübrenin dağıtılması sırasında ve 1 gün sonra çevreye yayılan koku (Chamber vd., 2001)

Uygulama yöntemi	Gübrenin dağıtılması sırasında ölçülen koku		İlkbaharda 1 gün sonra ölçülen koku	
	Soya artıklı tarla	Mısır artıklı tarla	Soya artıklı tarla	Mısır artıklı tarla
Toprak yüzeyine yayma	1451	1604	211	196
Diskli tırmıkla toprağa karıştırma	302	273	98	60
Kanatlı tip dar uç demirli ayakla toprağa enjekte etme	181	181	87	85
Dar uç demirli çizel ayağıyla enjekte etme	257	121	72	73
Uzun kanatlı kazayağı uç demirli ayakla enjekte etme	181	136	64	38

Tablo 4. Uygulamadan sonra 4 gün içinde kaybolan total azot yüzdesi (Sheffield, 2001)

Uygulama yöntemi	Gübre tipi	Azot kaybı (%)
Toprak yüzeyine yayma	Çiftlik gübresi	15-30
	Sıvı ahır gübresi	10-25
Toprak yüzeyine yayma ve hemen toprağa karıştırma	Çiftlik gübresi	1-5
	Sıvı ahır gübresi	1-5
Dar uç demirli ayakla toprak altına enjeksiyon	Sıvı ahır gübresi	0-1
Sulama suyuna karıştırarak enjeksiyon	Sıvı ahır gübresi	0-1

PAMI (1997)' e göre tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinasında gübrenin bir çarpma plakasına çarparak toprak yüzeyine yayılması koşulundaki azot kaybı % 25, toprağa karıştırılmasındaki azot kaybı % 3, toprak altına enjekte edilmesinde ise % 1' dir.

Zaman Kaybı Yönünden Karşılaştırma

Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarında gübre, esnek yassı hortumla dağıtma başlığına iletildiğinden zaman kaybı azdır. Oysaki tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma makinalarıyla çalışmada, gübre miktarı azaldıkça tankere yeniden gübre doldurulması gerektiğinden iş aksar. Bu durumda zaman kaybı artar. Gübreyi derinden toprak altına enjekte eden gübre gömücü ayaklarının bağıl iş oranı, diğer ayakların iş oranlarından daha azdır. En yüksek iş oranı, gübrenin toprak yüzeyine yayılmasında elde edilmektedir (Chamber vd., 2001). Ancak gübrenin toprak üzerine yayılması birçok soruna neden olmaktadır.

SONUÇ

Sonuç olarak toprak sıkışması yönünden tankersiz gübre dağıtma makinalarının, çevreye yayılan kötü koku yönünden sıvı ahır gübresinin yüzeysel olarak toprak altına karıştırılmasının, azot kaybı yönünden gübrenin toprak altına enjekte edilmesinin ve zaman kaybı yönünden ise tankersiz makinaların daha üstün oldukları anlaşılmıştır. Tankersiz sıvı ahır gübresi dağıtma makinaları, tankerli sıvı ahır gübresi dağıtma

makinalarına göre daha yeni makinalardır. En önemli üstünlükleri, toprak sıkışmasının ve zaman kaybının azalmasıdır. Sıvı ahır gübresine gereken önemin verilmesi ve hayvancılık işletmelerinde bu amaçla uygun yatırımların yapılması sürdürülebilir tarım yönünden yararlı katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Aneja, V. P., Roelle, P. A., Murray, G. C., Southerland, J., Erisman, J. W., Fowler, D., Asman, W. A. H. ve Patni, N. (2001). Atmospheric nitrogen compounds. II: Emissions, transport, transformation, Deposition and assessment. *Atmospheric Environment*, 35 (11): 1903-1911.

Anonim, (2019). Manure application equipment. Chapter 4.5. Alberta, Ministry of Agriculture and Forestry, Erişim adresi (06.05.2019): https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/ deptdocs.nsf/all/epw11920/$FILE/4-5.pdf.

BIOKOMPLEX, (2019). Drag hose systems and sprinkling machines for application of liquid manure on agricultural fields. Erişim adresi (20.02.2019): https://biokompleks.ru/work/gen/vnesenie/en/.

Cameira, M. R., Valente, F., Li, R., Surgy, S., Abreu, F. G., Coutinho J. ve Fangueiro, D. (2019). Band application of acidified slurry as an alternative to slurry injection in Mediterranean winter conditions: Impact on nitrate leaching. *Soil & Tillage Research*, 187: 172-181.

Chamber, B., Nicholson, N., Smith, K., Pain, B., Cumby, T. ve Scotford, I. (2001). Spreading systems for slurries and solid manures. Managing livestock manures. Booklet 3, Funded by the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.

Dursun, İ. ve Erol, M. A. (2015). Ekim, bakım ve gübreleme makinaları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1628, Ders Kitabı No: 580, Ankara Üniversitesi Yayınları No: 485, Ankara Üniversitesi Basımevi.

Hanna, H. M., Bundy, D. S., Lorimor, J. C., Mickelson, S. K., Melvin, S. W. ve Erbach, D. C. (2000). Manure incorporation equipment effects on odor, residue cover, and cropyield. *Applied Engineering in Agriculture*, 16 (6): 621 - 627.

Huijsmans, J. F. M., Hol, J. M. G. ve Vermeulen, G. D. (2003). Effect of application method, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to arable land. *Atmospheric Environment*, 37: 3669 - 3680.

Jokela, W. E. ve Meisinger, J. J. (2004). Liquid manure: Ammonia loss and nitrogen availability. Advanced silage corn management. Chapter 3: Nutrient management, Manure use. Pacific Field Corn Association.

Lorimor, J., Powers, W. ve Sutton, A. (2004). Manure characteristics. Manure management systems series. MWPS-18 Section 1, Second Edition, MidWest Plan Service, Iowa State University, Ames, Iowa.

Nyord, T., Kristensen, E.F., Munkholm, L. J., Martin H. Jørgensen ve M. H. (2010). Design of a slurry injector for use in a growing cereal crop. *Soil & Tillage Research*, 107: 26-35.

PAMI, (1997). A guide to pipeline manure injection systems. PAMI, Research Uptade 729, Erişim adresi (18.03.2019): https://open. alberta.ca/publications/afmrc-729.

Rahman, S., Chen, Y. ve Lobb, D. (2005). Soil movement resulting from sweep type liquid manure injection tools. *Biosystems Engineering*, 91 (3): 379-392.

Rennie, T. J., Baldé, H., Gordon, R. J., Smith W. N. ve VanderZaag, A. C. (2017). A 3-D model to predict the temperature of liquid manure within storage tanks. *Biosystems Engineering*, 163: 50 - 65.

Sheffield, R. (2001). Land application equipment. Lesson 36. USDA-CSREES, MidWest Plan Service, Iowa State University, Ames, Iowa 50011-3080.