+





T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SIVI AHIR GÜBRESİ DAĞITMA MAKİNALARINDA FARKLI UYGULAYICILARIN AZOT KAYBI VE MISIR VERİMİNE ETKİSİ

Osman ÖZBEK

DOKTORA TEZİ

TARIM MAKİNALARI Anabilim Dalı

16/06/2011

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Osman ÖZBEK
16/06/2011

ÖZET

DOKTORA TEZİ

SIVI AHIR GÜBRESİ DAĞITMA MAKİNALARINDA FARKLI UYGULAYICILARIN AZOT KAYBI VE MISIR VERİMİNE ETKİSİ

Osman ÖZBEK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa KONAK

2011, 95 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mustafa KONAK
Prof. Dr. Kazım ÇARMAN
Prof. Dr. Cevdet ŞEKER
Prof. Dr. Cevat AYDIN
Doç. Dr. Ahmet Kamil BAYHAN

Bu çalışmada, farklı uygulayıcılar ile sıvı ahır gübresi uygulamasının, amonyak azotu kaybı, mısır verimi ve verim parametreleri üzerine etkileri ortaya konulmuştur. Ayrıca çalışma kombinasyonlarına ait çeki kuvveti ve yakıt tüketimi değerleri de ölçülerek uygun çalışma kombinasyonları belirlenmiştir. Denemelerde prototip bir sıvı gübre enjeksiyon makinesi kullanılmıştır. Test bitkisi olarak Bora hibrit at dişi mısır çeşidi yetiştirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak tertip edilmiş ve 2 yıl süreyle (2007 ve 2008) tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Bu amaçla denemeler, sıvı ahır gübresi dağıtma makinesine ait üç farklı ayak tipi (kazayağı-I, kazayağı-II ve dar uçlu) ve üç faklı enjeksiyon derinliği (5, 12.5 ve 20 cm) kombinasyonları ile kontrol ve mineral gübre parsellerinden oluşmaktadır.

Bu çalışmayla sıvı ahır gübresinin toprağa enjeksiyon şeklinde uygulanması yapılmış ve uygulamalardan meydana gelen azot kayıpları %4.7 - 11.9 arasında değişim gösterirken, amonyak azotu kaybını etkileyen önemli unsurlardan olan risk faktörü (F_r) 10 - 41.5 mm arasında ve risk faktörüne bağlı olarak hesaplanan gübre buharlaşma indeksi (I_m) de %10...83 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Sıvı ahır gübresi dağıtma makinesine ait çeki kuvveti gereksinimi bir ayak için 146.94 - 397.61 daN ve yakıt tüketimi ise 3.00 - 6.32 l h^{-1} arasında değişmiştir.

Araştırmada iki yılın ortalaması olarak en yüksek tane verimi 15310 kg ha^{-1} ile kazayağı-I ayak tipiyle ve 20 cm enjeksiyon derinliği olan sıvı ahır gübresi uygulamasından elde edilmiştir.

Henüz ülkemizde yeterince kullanım alanı bulunmayan sıvı ahır gübresi dağıtma makinelerinin, kazayağı-I ayak tipiyle ve 12.5 cm ve daha büyük enjeksiyon derinliklerinde (A_1D_2 ve A_1D_3) başarıyla kullanılabileceği saptanmış ve sıvı ahır gübresinden faydalanma koşulları ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Amonyak azotu kaybı, çeki kuvveti, gübre buharlaşma indeksi, mısır verimi, risk faktörü, sıvı ahır gübresi, yakıt tüketimi

ABSTRACT

Ph.D THESIS

EFFECT ON AMMONIA LOSSES AND MAIZE YIELD OF DIFFERENT APPLICATORS ON LIQUID MANURE DISTRIBUTION MACHINES

Osman OZBEK

Selcuk University Science Institute
Department of Agriculture Machinery

Advisor: Prof. Dr. Mustafa KONAK

2011, 95 Pages

Jury
Prof. Dr. Mustafa KONAK
Prof. Dr. Kazım ÇARMAN
Prof. Dr. Cevdet ŞEKER
Prof. Dr. Cevat AYDIN
Assoc. Prof. Dr. Ahmet Kamil BAYHAN

In this study, the effects of manure application on ammonia losses, maize yield and yield parameters with different applicator were determined. In addition, the work combination of fuel consumption and the draft force values were determined by measuring the appropriate combinations of work. Prototype liquid manure injection machinery was used in the experiments. The Bora hybrid maize variety was used as a crop material on experiments. The experiment was established according to randomized plot design with three replications on 2007 and 2008 in the field. The experiments was composed the plots where the liquid manure was injected to three different depths with three different liquid manure injection tools (sweep type-I, sweep type-II and narrow point) , chemical fertilized plots and the control plots.

In this study, the liquid manure was injected to the soil by different methods and the ammonia losses were ranged between 4.7% and 11.9% depending on methods. The risk factor that mainly affects ammonia losses (F_r) was ranged between 10mm and 41.5mm. The manure liquid exposure index that is calculated depending on risk factor (I_m) was changed between 10% and 83%. The draft force requirement of liquid manure injection machine was determined between 146.94 daN and 397.61 daN for per injection tools. The fuel consumption of the machine was determined between 3.00 and 6.32 l ha^{-1}.

The average maximum grain yield by two years was obtained with 15310 kg ha^{-1} from the plots where liquid manure was injected with sweep type - I to 20 cm depth.

It was found that the liquid manure injection machinery not common in Turkey can be used successfully with sweep type-I and 12.5 cm - 20 cm injection depths (A_1D_2 and A_1D_3). The utilizing conditions of liquid manure were brought up with this study.

Keywords: ammonia losses, draft force, fuel consumption, liquid manure, maize yield, manure exposure index, risk factor

ÖNSÖZ

Bu çalışmamın yürütülmesinde yardımlarından, teşviklerinden ve anlayışından dolayı tez danışmanım Prof. Dr. Mustafa KONAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezimin her aşamasında yardımlarını gördüğüm tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Kazım ÇARMAN ve Prof. Dr. Cevdet ŞEKER hocalarıma, denemelerin yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Ergün ÇITIL'a, çalışma süresince yardımlarını gördüğüm Tarım Makinaları Bölümü Öğretim Üyesi hocalarıma ve Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Osman ÖZBEK
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Sıvı Ahır Gübresi 4
1.2. Sıvı Ahır Gübresi Uygulama Sistemleri 4

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **7**

2.1. Makine ile İlgili Çalışmalar 7
2.2. Verim ile İlgili Çalışmalar 10
2.3. Amonyak Kaybı ile İlgili Çalışmalar 12
2.4. Çeki Kuvveti ile İlgili Çalışmalar 16

3. MATERYAL VE METOT **18**

3.1. Materyal 18
3.1.1. Deneme arazisi 18
3.1.2. İklim özellikleri 18
3.1.3. Araştırmada kullanılan bitki materyali 19
3.1.4. Denemede kullanılan materyaller 19
3.1.5. Araştırmada kullanılan sıvı ahır gübresi dağıtma makinesi ve teknik özellikleri 20
3.1.6. Toprak özellikleri 21
3.1.7. Toprak hazırlığı ve ekimde kullanılan makinelere ait özellikler 22
3.1.8. Araştırmada kullanılan ölçü cihazları 22
3.2. Metot 23
3.2.1. Makineye ait bazı çalışma karakteristiklerin belirlenmesi 24
3.2.1.1. Sıvı ahır gübresi dağıtma makinesinin besleme debisinin belirlenmesi 24
3.2.1.2. Makineye ait dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi 24
3.2.1.3. Makineye ait yakıt tüketimi, çeki kuvveti ve tork gereksiniminin belirlenmesi 25
3.2.2. Toprağa ait bazı özelliklerin belirlenmesi 27
3.2.2.1. Toprağın batma direncinin belirlenmesi 27
3.2.2.2. Yüzey düzgünsüzlüğünün belirlenmesi 28
3.2.2.3. Toprağın kesilme direncinin belirlenmesi 29
3.2.2.4. Tekstür tayini 30
3.2.2.5. Hacim ağırlığı 30
3.2.3. Toprak hazırlığı ve bitki ekimi 30
3.2.4. Bitki örneklerinde yapılan analizler 31
3.2.4.1. Tane verimi 31
3.2.4.2. Bitki boyu 31

3.2.4.3. Koçan çapı 31
3.2.4.4. Koçanda tane sayısı 31
3.2.4.5. Koçanda tane ağırlığı 31
3.2.4.6. Tane/koçan oranı 32
3.2.4.7. Bin tane ağırlığı 32
3.2.5. Verim parametrelerinin belirlenmesi 32
3.2.6. Gübre uygulaması 33
3.2.7. Sıvı ahır gübresi uygulaması sonrası amonyak azotu kaybının belirlenmesi 33
3.2.8. Yararlı faktör ve risk faktörlerinin belirlenmesi 34
3.2.9. Denemelerin düzenlenmesi ve bulguların değerlendirilmesi 36

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 38

4.1. Makineye Ait Bazı Çalışma Karakteristikleri 38
4.1.1. Sıvı ahır gübresi dağıtma makinesine ait pompa debisi 38
4.1.2. Makineye ait dağılım düzgünlüğü 38
4.1.3. Çeki kuvveti - tork gereksinimleri ve yakıt tüketimi 39
4.2. Uygulamaların Toprak Yüzeyinden Meydana Gelen Amonyak Azotu (NH_3-N) Kayıplarına Etkisi 42
4.3. Risk Faktörüne (F_r) Bağlı Gübre Buharlaşma İndeksi (I_m) Sonuçları 48
4.4. Verim ve Verim Parametreleri Sonuçları 54
4.4.1. Verim parametreleri sonuçları 54
4.4.2.Tane verimi 55
4.4.3. Bitki boyu 59
4.4.4. Koçan çapı 62
4.4.5. Koçanda tane sayıları 65
4.4.6. Koçanda tane ağırlıkları 68
4.4.7. Bin tane ağırlıkları 71

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 76

6. KAYNAKLAR 79

7. EKLER 90

8. ÖZGEÇMİŞ 94

1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılın ortalarında dünyanın karşı karşıya kaldığı en önemli sorun, artan dünya nüfusu karşısında insanlara yeterli miktarda ucuz gıda sağlanamaması idi. Bu sorunu çözmek üzere tarım politikaları, bitkisel üretimde birim alandan daha fazla verimin elde edilmesi ve bunun için yüksek verimli çeşitlerle mono kültür üretim ve su başta olmak üzere girdi kullanımının yoğunlaşması hedeflenmiştir. Bu girdiler arasında büyük bir paya sahip olan gübreleme, geçmişte olduğu gibi gelecekte de tarımın en önemli girdilerinden olacaktır. Mevcut durum dikkate alındığında birim alandan verim artışı ancak gübrelemeyle sağlanabilmektedir. Ancak gübreleme genellikle tek yönlü olarak kimyasal gübrelerle yapılmaktadır. Yoğun olarak yapılan kimyasal gübrelemenin ürün artışı veya verim açısından avantajları olmasına rağmen, toprak ve çevre bakımından da ciddi manada dezavantajları bulunmaktadır.

Ülkemizde 1970'li yıllardan günümüze kadar yoğun olarak yapılan tek yönlü kimyasal gübreleme sonucu topraklarımız organik madde açısından oldukça fakirleşmiştir (<%1). Ayrıca bir çalışmaya göre topraklarımızın yaklaşık 1.5 milyon hektarında (Dinç ve ark., 1993), başka bir çalışmaya göre 2-2.5 milyon hektarında (Munsuz ve ark., 2001) tuzluluk problemi bulunduğu ifade edilmektedir. Orta Anadolu Bölgesinde toprakların organik madde içerikleri %2'nin hatta %1'in altına düşmüştür (Şeker ve Karakaplan, 1999; Gezgin ve ark., 2002). Kimyasal gübreler bitkilere sadece besin maddeleri ihtiyacını karşılamak için verilirken, ahır gübresinin diğer bir yararı da toprağın fiziksel yapısını iyileştirerek verimliliğin devamını sağlamaktır. Ahır gübresi; toprağın su tutma kapasitesini arttırması, suyun toprak yüzeyinde bağımsızca akmasına, buharlaşmasına engel olması, zerreleri birbirine yapıştırarak toprağın su ve rüzgâr erozyonuna dayanmasına katkıda bulunması, toprağın kolay tava gelmesini sağlaması, işlenmesini kolaylaştırması ve toprak ısısını bitki gelişmesine uygun duruma getirmesi gibi toprağın niteliklerine olumlu etkilerde bulunur. Toprağa uygulanan ticari azotlu gübreler (bilhassa amonyum nitrat gübresi) sulama ve yağış suları ile kolayca yıkanmaktadır. Buna karşılık ahır gübresi ise, organik artıklardan oluştuğundan, bitkininin ihtiyaç duyduğu bütün elementleri (azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve mikro elementler) içermekte olup, özellikle en önemli bitki besini olan azotun sürekli kaynağını oluşturmaktadır. Ahır gübresi ahır ve çiftlik avlularında biriken hayvan dışkıları (katı ve sıvı) ile yataklık saman ve ot kalıntılarının karışımından oluşur. Hayvan yeminde bulunan bitki besin maddelerinin yarısından fazlası dışkı ile gübreye

geçmesinden bu gübreler içerdikleri besin maddeleri bakımından bitki için zengin bir besin kaynağı olup tarımsal değeri oldukça yüksektir (Balsari ve ark. 2002).

Azotun bitkiler için büyük bir önem taşıdığı bilinmektedir. Azot, bitki gelişimi ve ürün verimi için vazgeçilmez bir bitki besin kaynağıdır. Azot kontrolü çok zor olan bir elementtir. Toprağa uygulandığında buharlaşma veya yıkanma gibi yollarla kaybolabilmektedir. Temel azot kayıp yollarından birisi azotun N_2O, NH_3 ve N_2 gibi gaz emisyonları şeklinde atmosfere uçmasıdır. Özellikle sıvı ahır gübresi uygulamalarında yoğun olarak karşılaşılan amonyak azotunun buharlaşarak atmosfere karışmasıdır. Sıvı ahır gübresi uygulamalarında uygulanan azotun yaklaşık %46'sı buharlaşarak atmosfere karışmaktadır (Phillips ve Pain 1998; Meisinger ve Jokela 2000). Bu sebeple pek çok araştırma sıvı ahır gübresi uygulamasında amonyak kaybını azaltmak üzerinde yoğunlaşmaktadır (Meisinger ve Jokela 2000). Uygun makine ve uygulama tekniği kullanılarak sıvı ahır gübresi uygulamasından meydana gelen kötü koku ve amonyak emisyonu yaklaşık %95 oranında azaltılabilmektedir (Phillips ve ark., 1988; Warner ve ark., 1991).

Çevresel boyutta düşünüldüğünde ahır gübreleri uygulamasında atmosfere salınan N_2O miktarı ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Özellikle sıvı ahır gübresinin toprağa uygulanmasıyla atmosfere salınan N_2O emisyonunun daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Paul ve ark., 1993). Bir sera gazı olan N_2O'nun atmosferdeki miktarı artması küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Açığa çıkan N_2O gazı atmosferde 100-175 yıl kadar kalabilmektedir (Anonymous, 2001). Yeryüzündeki toplam N_2O salınımının yıllık 30 milyon tonu bulduğu sanılmaktadır. Topraklara uygulanan hem kimyasal hem de organik gübrelerden yıkanma, gaz şeklinde buharlaşma vb. yollarla ortaya çıkan azot kayıpları ciddi bir tarımsal sorun olmakla beraber küresel ısınmaya katkıda bulunarak çevresel bir boyut kazanmaktadır. IPCC 2001 (Entegre Çevre Koruma ve Kontrol Örgütü) raporuna göre, küresel ısınmaya fosil yakıt kullanımı ve çimento üretimi %66, tarımsal faaliyetler %20 ve arazi kullanımındaki değişiklikler %14 gibi bir katkı sağlamaktadır. Yani tarımın küresel ısınmaya doğrudan ve dolaylı etkisi %34 gibi oldukça yüksek bir orandadır. FAO'nun verilerine göre 4 milyon tona yakın N_2O, gerek kimyasal gübrelerle ve gerekse hayvansal gübrelerle gübrelenen tarım topraklarından atmosfere salınmaktadır.

Son yıllarda fosil yakıtların fiyat artışına bağlı olarak kimyasal gübre maliyetleri de artmıştır. Ayrıca azotlu gübrelerin bahsedilen çevresel ve ekonomik etkilerinden dolayı, bitki besleme açısından azot etkiliğinin ve verim artışı için alternatif gübreler

(katı ve sıvı ahır gübresi, kompost gübreler, yeşil gübreler v.s.) kullanılabilir (Eghball 2002; Fageria and Baligar 2005). Bilindiği gibi, ülkemizde 2008 yılı sayımına göre, 10.859.942 adet büyük baş hayvan tespit edilmiştir (Anonim 2010). Büyükbaş hayvanların günlük gübre verimi 0,05 m^3/BHB-gün olarak düşünüldüğünde ülkemizde günlük yaklaşık 550.000 m^3 gübre potansiyeli bulunmaktadır. Bu değer küçümsenmeyecek bir miktardır. Tarımsal üretimde girdi bazında gübreleme çok büyük bir paya sahiptir. Toplam kimyasal gübre kullanımımız 2008 verilerine göre 7.5 milyon tondur (Anonim, 2010). Bu oranın yaklaşık 2-2.5 ton'u ithal edilmektedir. Kullanılan kimyasal gübrenin ülke ekonomisine maliyeti yıllık yaklaşık 2.5 milyar $'dır. Ülkemizde sadece büyükbaş hayvanlardan elde edilen gübrenin tarımda kullanılması durumunda, kimyasal gübre talebinin yaklaşık %65'lik bir kısmının karşılanabileceği, sadece sıvı gübrenin kullanılmasında ise toplam gübre kullanımının %42'lik bir kısmı karşılanabilmekte ve böylece ekonomiye yaklaşık 1 milyar $'lık ekonomiye katkı sağlanabilmektedir.

Ahır gübresinin bahsedilen avantajlarından ve ekonomik değerinden yararlanabilmek için, gübrenin tarlaya dağıtılması gerekmektedir. Gerekli mekanizasyon araçları olmadığı takdirde gübrenin tarlaya dağıtılması oldukça güç veya imkânsız bir hal almaktadır. Ülkemizde katı ve sıvı ahır gübresi dağıtma makinesi üreten imalatçı yok denecek kadar az ve buna bağlı olarak makine parkımız oldukça küçüktür. Özellikle sıvı ahır gübresi çiftçilerimiz tarafından henüz tanınmamakta ve yararları bilinmemektedir. Günümüzde özellikle sıvı ahır gübresi faydalanılmadan akarsu ve derelere akmaktadır. Bu durum çevre ve su kirliliği ile birlikte insan ve hayvan sağlığını da tehdit edici boyutlara ulaşmaktadır. Son yıllarda devlet tarafından yapılan teşviklere bağlı olarak kurulan ve sayıları giderek artan büyük hayvancılık işletmelerin avlularında biriken ve tarlaya ulaştırılamayan ahır gübresi hem işletmeler için büyük sıkıntı olmakta hem de ciddi bir ekonomik kayıp haline gelmektedir.

Mısır çok yönlü kullanım alanı, geniş adaptasyon kabiliyeti ve yüksek verim potansiyeli nedeniyle her bölgemizde tarımı yapılan bir türdür. Mısır bitkisinin ülkemizde yaklaşık 600.000 ha alanda ekimi yapılmaktadır. Üretim miktarı bakımından 4.250.000 ton ile tahıllar içerisinde buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2009). Mısır bitkisinin ana besin maddeleri N, P, K gibi makro besin elementleri ve Orta Anadolu topraklarında da büyük eksikliği hissedilen mikro besin elementleridir. Orta Anadolu Bölgesinde mısır tarımı yapan çiftçiler daha fazla gübre ile daha çok ürün alınacağı düşüncesi ile hareket ederek bilinçsiz bir şekilde

gübre kullanmaktadırlar. Bu durum hem toprak yapısını olumsuz etkilemekte hem de çiftçiye maddi açıdan yük getirmektedir.

1.1. Sıvı Ahır Gübresi

Ahır gübresi sıvı ve katı olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Bio – gübre olarak da adlandırılan sıvı ahır gübresi, hayvan atıklarının oksijensiz olarak parçalanması sonucu oluşan ve ahır gübresinin bir seperatör aracılığı ile katı ve sıvı kısımlarının birbirinden ayrıştırılması sonucu elde edilen gübredir. 1.1 – 1.6 g/cm^3 yoğunluğa sahip ve bünyesinde 4.7 N kg/m^3, 2.4 P kg/m^3 ve 5.9 K kg/m^3 içeren sıvı ahır gübresi, ahır gübresinin tarımsal açıdan en değerli kısmını teşkil eden, uygulandığında toprağa ve bitkiye olumlu katkılar sağlayan mükemmel bir gübredir (Mikled ve ark., 2002).

1.2. Sıvı Ahır Gübresi Uygulama Sistemleri

Sıvı ahır gübresi uygulama sistemlerini iki alt başlık altında inceleyebiliriz.

A- Yüzeysel dağılım yapan makineler;

1. Çarpma plakalı dağıtıcılar: Çarpma plakalı dağıtıcılar sade yapıda bir dağıtıcı tipidir. Basit ve ucuz oluşundan dolayı fazla miktarda kullanım alanı bulmaktadır. Tank arkasına monte edilmiş bir plaka üzerine basınçlı sıvı çarptırılarak sıvının çarpma etkisiyle dağılması sağlanmaktadır. Çarpma sonunda gübrenin dağılım genişliği 6 – 13 m arasında değişmektedir. İlerleme hızının sabit olması dağılıma olumlu yönde etki eder (Bal, 1987).

2. Gübreyi sulama suyuna karıştıran sistemler: Sıvı ahır gübresinin dağıtılmasında uygulanan diğer bir yöntem ise gübrenin sulama suyuna karıştırılarak suyla birlikte toprağa verilmesidir. Sıvı ahır gübresi venturili bir karıştırıcı ile homojen olarak sulama suyuna karıştırılır. Gübre sulama suyu ile birlikte bitkiye verilmektedir. Bu sistemlerde bütün yüzey dağıtıcılarında olduğu gibi yüksek oranda amonyak azotu kaybı ortaya çıkmaktadır (Risse ve Sheffield, 2003).

3. Gübreyi banda uygulayan dağıtıcılar: Bir pompa vasıtasıyla basınç kazandırılan sıvı ahır gübresi, gübre tankı arkasına monte edilmiş bumlarla bitkiler arasına verilir. Çarpma plakalılara nazaran daha belirgin bir enine dağılım sağlarlar.

Ayrıca sıvı gübrenin havada kalma süresinin kısalmasından dolayı dağıtım sırasındaki kötü kokuların ve amonyak azotu kaybının azalmasına sebep olur. Dağıtım sırasında gübrenin bitkiyle temas edip bitkinin kirlenmesine neden olmaması çapa bitkilerinde başarıyla kullanılmasına imkan vermektedir. Ancak dağıtım borularındaki tıkanmalar nedeniyle gübrenin düzenli dağılım tekdüzeliği bozulabilmektedir. Bu tür dağıtıcıların dağıtma başarısı, süzülmüş sıvı ahır gübresi ile mümkündür (Kishimoto ve ark., 2004)

4. Taşıma ayaklı dağıtıcılar: Bant dağıtıcılarla benzer yapısal özellikleri gösterirler. Ancak bant dağıtıcılardan farklı olarak her bir kolun altına yerleştirilmiş birer adet ayak bulunmaktadır. Bu ayaklar toprak yüzeyini karıştırarak gübrenin bitki köklerine daha çabuk ulaşmasını ve bitki tarafından daha kolay alınmasını sağlamaktadır. Kötü koku etkisi ve amonyak azotu kaybı bakımından kıyaslandığında bant dağıtıcılardan daha başarılıdırlar (Risse ve Sheffield, 2003).

B- Gübreyi toprak altına uygulayan makineler;

1. Sığ enjeksiyonlu dağıtıcılar: Bu dağıtıcılarda gübre toprak yüzeyinin altına enjekte edilir. Enjeksiyon derinliği 50 – 100 mm kadardır. Farklı ayak tipleri (diskli, çapa, balta tip vs.) mevcuttur. Dağılım düzgünlüğü, amonyak azotu kaybı ve kötü koku etkisi bakımından daha iyi durumdadırlar (Cahdwick ve Laws, 2002).

2. Derin enjeksiyonlu dağıtıcılar: Bu dağıtıcılarda da sığ enjeksiyonlu dağıtıcıda olduğu gibi gübre toprak altına enjekte edilir. Ancak enjeksiyon derinliği 125 mm'nin üzerindedir (Chen, 2001). Farklı ayak tipleri (diskli, çapa tip balta tip vs.) mevcuttur. Dağılım düzgünlüğü, amonyak azotu kaybı ve kötü koku etkisi bakımından daha iyi durumdadırlar (Risse ve Sheffield, 2003). Bahsedilen avantajlarının yanı sıra enjeksiyon derinliğine bağlı çeki kuvveti isteğindeki artış sistemin dezavantajlarındandır. Buna rağmen derin enjeksiyonlu dağıtıcılar düşük seviyedeki azot kayıplarından dolayı tercih edilmektedir.

Bu çalışmada ülkemizde ilk defa sıvı ahır gübresinin farklı yöntemlerle toprağa verilmesi ile bitki verimine olan etkileri araştırılmıştır. Ortaya çıkacak amonyak azotu kaybını minimize edecek uygulama şekli, sıvı gübrenin uygulama tekniğine bağlı olarak mısır verimine etkileri, enjeksiyon ayak tiplerine ve çalışma derinliklerine bağlı çeki kuvveti ve yakıt tüketimi değerleri belirlenerek, günümüzde bitkisel üretimde yoğun olarak kullanılan kimyasal gübrelerin yerine ikame edilebilme imkânları da ortaya konulmuştur. Ayrıca çalışmanın son yıllarda gündeme gelen sürdürülebilir tarım

uygulamalarına da önemli bir ivme kazandıracağı düşünülmektedir. Bu çalışma ile ahır gübresi toprağa sıvı formda uygulanarak, bitki besleme açısından daha elverişli bir ortam sağlanması hedeflenmiştir. Ülkemizde yaygın olarak kullanılmayan bir gübreleme şekli olan bu uygulamanın tanıtılması ve geniş alanlarda kullanılması için sıvı ahır gübresi dağıtma makinelerinin tasarımı, imalat ve kullanımının geliştirilmesi gerekmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

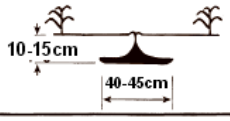
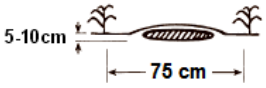
2.1. Makine ile İlgili Çalışmalar

Sıvı ahır gübresinin atılmasında esas amaç, atılacak belirli bir miktar gübreyi tüm alana düzgün dağıtmaktır. Bunun yanı sıra dağıtım sırasında koku etkisi, hastalıkların yayılması, yüzey akışı, yıkanma ve gaz formunda amonyak azotu kaybı, yem ve yiyeceklerin kirlenmesi, bitkiye zarar verme ve toprak sıkışması, gibi hususlardan kaçınılmalıdır (Krause, 1985).

Sıvı ahır gübresinin yüzey uygulaması en yaygın olarak kullanılan metoddur. Ancak yüzey uygulaması sonucu ortaya çıkan yüksek orandaki besin maddesi ve amonyak kaybı, önemli derecelerdeki koku emisyonu, yüzey kirliliği gibi problemler gübrenin toprağa enjekte edilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır (Chen ve Heppner, 2002). Besin maddelerinin bitkiye ulaştırılması ve bitki gelişimi açısından düşünüldüğünde gübreyi toprağa enjekte eden ekipmanlar (Disk tipi, çizel tipi ve geniş tip ayaklar) yüzey uygulamalarına nazaran daha iyi sonuçlar vermektedir (Godwin ve ark., 1976).

Sıvı ahır gübresinin enjeksiyonu doğru makine ve ayak tipinin seçimini gerektirir. Makinenin toprakta oluşturduğu profil son derece önemlidir (Rahman ve ark., 2005). Gübreyi toprağa enjekte etmede kullanılan, kazayağı, disk, bıçak, çizel gibi pek çok ayak tipi geliştirilmiştir. Bu ayak tipleri genel olarak kanatlı (kazayağı ve lister) ve kanatsız (disk, bıçak ve çizel) olmak üzere iki ana gurupta sınıflandırılır. Kanatlı ayaklar toprakta daha geniş çizi açarken, kanatsız ayaklar daha dar çizi açarlar (Rahman ve ark., 2004; Warner ve Godwin, 1988). Yüksek normlarda gübre uygulamasına olanak sağlaması ve daha iyi toprak – gübre karışımı sağlamalarından dolayı kanatlı ayak tipleri kanatsızlara kıyasla daha yaygın kullanılırlar (Chen ve Tessier, 2001). Uygulamada kullanılan değişik ayak tiplerinin toprakta bıraktıkları profil (Çizelge 2.1), gübrenin bitki köklerine ulaştırılması açısından büyük önem arz etmektedir (Koelsch, 1995).

Çizelge 2.1. Farklı enjeksiyon teknikleri ve toprakta oluşan gübre kesitleri

Sıravari bitkilerde uygulama metodları	Gübrenin topraktaki dağılımı	Uygulama ekipmanı
a) Enjeksiyon: bıçak veya çizel		
b) Enjeksiyon: geniş ayak tipi		
c) Derin olmayan enjeksiyon: çapa tipi kültüvatör		
d) Derin olmayan enjeksiyon: konkav disk		

Gübreleme etkinliğine bağlı bitki besin maddesi alımını iyileştirmek, buharlaşarak havaya karışan amonyak azotu kaybını azaltmak, gübre uygulamasının sebep olduğu kötü çevresel faktörleri azaltmak ve sıvı ahır gübresi dağıtma makinesinin dağılım düzgünlüğünü iyileştirmek için teknikler geliştirilmiştir. Bu tekniklerden gübrenin toprağa enjeksiyonu ve taşıma ayaklı uygulayıcıların her ikisinin de, geleneksel gübre uygulaması olan çarpma plakalı yüzey uygulayıcıları ile kıyaslandığında, tarla koşullarında amonyak kaybını azaltabileceği ve daha homojen bir dağılım yapabilecekleri görülmektedir (Sommer ve ark., 2001).

Moseley ve ark. (1998), geniş tip ayakların, gübrenin toprağa karıştırılmasında daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Gübrenin toprağa uygun karıştırılmasıyla nitrat formunda meydana gelen amonyak azotu kaybını da minimuma indirilebilecek ve gübrenin aerobik stabilizasyonuna yardımcı olabilecektir (Jokela ve Cote, 1994).

Geniş tipteki ayakların toprakta daha geniş çizi açabildiği için toprağa daha yüksek dozlarda gübre enjeksiyonuna olanak sağlamaktadır. Böylece yüksek dozlarda ki gübre enjeksiyonu sonucu gübrenin yüzey şartlarına maruz kalması engellenmiş olmaktadır (Chen ve Tessier, 2001). Ancak, özellikle killi topraklarda ve büyük enjeksiyon derinliklerinde geniş tipteki ayaklarda daha yüksek çeki kuvveti gereksinimi ortaya çıkmaktadır (Rahman ve Chen, 2001). Dar tipli ayakların (disk, çizel v.b.) çeki kuvveti gereksinimi düşüktür. Ancak, toprakta açtıkları çiziler de küçük olduğu için

düşük gübreleme normları için uygun olmaktadırlar (Chen ve ark., 2001). Dar tipteki ayaklar geniş tiplerle kıyaslandığında aynı orandaki gübreyi enjekte edebilmek için daha büyük enjeksiyon derinliklerinde çalışmak zorundadırlar (Chen ve ark., 2002; Warner ve Godwin, 1988).

Geniş tipteki ayakların bilinen avantajları ve dezavantajları yanı sıra sözü edilmeyen en büyük dezavantajlarından birisi de; bu tip ayaklar derinliğe bağlı olarak artan büyük deformasyon alanları oluşturdukları için hiç şüphesiz bitki köklerine zarar vermektedir. Bitki köklerine verilen zarar ise ürün kaybı olarak karşımıza çıkmaktadır (Huijsmans ve ark., 1998; McLaughlin ve ark., 2006).

Derin olmayan enjeksiyon sadece çeki kuvvetini ve toprak deformasyonu azaltmakla kalmayıp, azotun yıkanarak yer altı suyuna da karışma riskini minimuma indirir (Huijsman ve ark., 1998; Chen, 1999). Ayrıca derin olmayan enjeksiyon gübrenin aerobik stabilizasyonu artıracaktır (Jokela ve Cote, 1994). Yapılan araştırmalar incelendiğinde enjeksiyon derinliğinin olabildiğince az olması istenilen bir durumdur ancak; enjeksiyon derinliği en az toprağa enjekte edilen gübrenin üzerinin toprakla kapatılabileceği kadar olmalıdır (Chen ve ark., 1999).

Chen (2001) tarafından yapılan çalışmaya göre, birçok toprak şartları dikkate alındığında optimum enjeksiyon derinliği 12.5 cm (5”) civarında olması gerektiği bildirilmiştir.

Değişik ayak tipleri ve çalışma derinlikleri dikkate alındığında, çalışma derinliği ile çeki kuvveti gereksinimi arasında bir determinasyon bulunmaktadır. Determinasyon değerleri dikkate alındığında optimum çalışma derinliğinin 8-10 cm arasında değişim göstermektedir (Bosma ve ark., 1977; Warner ve Godwin, 1988; Huijsmans ve ark., 1998).

Yapılan bir çok araştırmada çapa bitkilerinde sıvı ahır gübresi uygulamasına rastlanmaktadır. Bu tür bitkilerde uygulama genelde enjeksiyon şeklinde yapılmakta ve enjeksiyon uygulamalarında kullanılan uygulayıcı ayaklar 60 mm – 470 mm genişliğinde olabilmektedir (Campbell, 1998).

Balsari ve ark. (2002), mısırın organik gübrelemesinde gelişmiş sıvı ahır gübresi dağıtıcılar, isimli çalışmalarında; ürün çıkmadan önce ve ürün çıkışından sonra gübreleme uygulaması yapmışlardır. Gelişmiş sıvı ahır gübresi dağıtıcıları olarak, sıvı ahır gübresi toprağa enjekte eden sıvı ahır gübresi enjeksiyonları ve bant uygulayıcılarını seçmişlerdir. Gelişmiş sıvı ahır gübresi dağıtıcıları hem ilk uygulamada hem ürünün çıkışından sonraki yapılan uygulamalarda, gübre normunun iyi bir

kontrolünü sağladığını belirtmişlerdir. Makine, ürüne organik gübre olarak sıvı ahır gübresi uygulamasında müsaade edilen sürdürülebilir tarım için çok önemlidir.

2.2. Verim ile İlgili Çalışmalar

Christos ve ark. (2008), ürün veriminin, genellikle ahır gübresi uygulamasına bağlı olarak, besin maddesi alınabilirliğinin artması ve toprak yapısındaki iyileşmeden dolayı artış gösterdiğini belirtmektedir.

Sıvı ahır gübresinin dağıtılması esnasında kimyasal, fiziksel ve hijyen bakımından özelliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Gübre kimyasal özelliği bakımından bünyesinde yüksek oranda Azot (N), Fosfor (P) ve Potasyum (K) gibi makro besin elementleri ve Mangan (Mn), Çinko (Zn) ve Bakır (Cu) gibi mikro besin elementleri ihtiva eder. İçerik incelendiğinde 1 ton sıvı ahır gübresinde 3.9 kg toplam-N, 1.8 kg amonyum azotu (NH_4-N), 0.75 kg P ve 4.0 kg K içermektedir (Steineck ve ark., 2000).

ABD şartlarında bir kış boyunca 100 sığırdan elde edilen sıvı ahır gübresinin gübre olarak değeri 2000 $ dır. Buna rağmen kontrolsüz kullanıldığında yüzey suyu ve hava kirliliğine neden olması ve besin elementlerinin daha geniş çevreye yayılmasına yol açması büyük bir problem oluşturmaktadır (Chadwick ve Laws, 2002).

Azot, bütün bitkilerde daha yüksek verim alabilmek için en önemli faktördür. Bitki gelişimi sırasında düzgün yapılmış azot takviyesi (gübreleme) elde edilen ürün verimini ciddi boyutlarda değiştirebilecektir. Gübreleme organik veya inorganik gübrelerle yapılabilir. Sıvı ahır gübresi organik gübre olarak kullanılabilecek en iyi gübrelerden birisidir ve kimyasal gübreler yerine rahatlıkla kullanılabilir (Christos ve ark., 2008).

Sıvı ahır gübresi, katı ahır gübresi, kompost ve yeşil gübre gibi alternatif gübreler bitki besin maddesi olarak kullanılabilmekte ve aynı zamanda azotun bitkiler tarafından kullanım etkinliğini artırmaktadır (Eghball, 2002; Fageria ve Baligar, 2005). Ürün verimi, besin elementi alımını artırması ve toprak yapısını iyileştirmesinden dolayı ahır gübresi kullanarak artırılabilir (Chang ve ark., 1993; Matsi ve ark., 2003). Ahır gübresi kullanımı toprakta hem inorganik azot miktarını hem de bitkiler için alınabilir azot mineralizasyonunu da artırmaktadır (Chang ve ark., 1993).

Eghball ve Power (1999) sıvı ahır gübresinin mısır bitkisinde kimyasal gübrelere benzer şekilde verim artışı sağladığını ifade etmişlerdir.

Pek çok araştırmacı, sıvı ahır gübresinin toprağa enjekte edilmesinin yüzey uygulamalarına göre verim üzerinde daha pozitif etkiye sahip olduğunu bildirmektedir (Warner ve ark., 1991; Bittman ve ark., 2004).

Mattila ve ark. (2003) gübrenin enjeksiyon şeklinde uygulanmasının diğer uygulamalara göre bitkinin azot alımını iyileştirdiğini belirmişler ve buna bağlı olarak bitki yeşil aksamında kuru madde oranının artış gösterdiğini ve tane verimini artırdığını ifade etmişlerdir.

Sıvı ahır gübresinin kimyasal gübreler yerine kullanılması sonucu daha yüksek ürün verimi elde edildiği belirtilmektedir (Chen ve Samson, 2002; Chen ve Heppner, 2002).

Özellikle gübrenin toprak altına enjekte edilmesi ürün veriminin daha fazla artmasını sağlayacaktır (Hultgreen and Stock, 1999).

Gomez ve Gonzalez (1979)'e göre sebzelere uygulanan ticari üre gübresi, taze sıvı ahır gübresi ve fermente sıvı ahır gübresi gübreleri arasında istatistiki olarak fark olmadığı ve artan azot dozlarına bağlı olarak ürün veriminde de bir artış görüldüğü ifade edilmektedir.

Mikled ve ark. 2002, sebze üretimi için sıvı ahır gübresinin yalnız başına ve kimyasal gübrelerle karıştırılarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Aynı araştırmacıların mısır bitkisiyle yaptıkları denemeler sonucu, farklı normlarda sıvı ahır gübresi uygulaması ile kimyasal gübrelere kıyasla ürün ve besin değerleri üzerinde bir yükselme etkisi görmüşlerdir.

Sutton ve ark. (2009) katı ve sıvı ahır gübresinin mısır verimi üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada; katı ve sıvı ahır gübresiyle gübrelenmiş parsellerden mineral gübreyle gübrelenmiş parsellere göre daha yüksek verim elde edildiğini ve toprak yapısında da giderek artan bir iyileşmenin olduğunu bildirmişlerdir.

Serin ve Sade (1993), farklı azot ve potasyum dozlarının mısır da tane verimi, morfolojik özellikleri ve ham protein oranı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; 5 farklı azot dozu (0, 5, 10, 15 ve 20 kg N/da) ve 4 farklı potasyum dozu (0, 4, 8 ve 12 kg/da K_2O) uygulamışlardır. Araştırmada en yüksek tane verimi 674 kg/da olmak üzere 20 kg/da N + 8 kg/da K2O uygulanan deneme parsellerinde elde edilmiştir.

Soylu ve Sade (1995), tarafından melez atdişi mısırda farklı ekim zamanlarının ve azot dozlarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, Konya Bahri Dağdaş Milletlerarası Kışlık Hububat Araştırma Merkezi

deneme tarlalarında yürütülen bir çalışmada; ana parsellere ekim zamanları (7 Nisan, 20 Nisan, 10 Mayıs ve 30 Mayıs) alt parsellere azot dozları (0, 5, 10, 15 ve 20 kg N/da) uygulanmıştır. Araştırmada maksimum tane verimi 829 kg/da olmak üzere 20 Nisan tarihinde ekim yapılan parsellerden elde edilmiştir. Aynı araştırmada dekara 15 kg N/da azot uygulanan parsellerden ortalama 813 kg/da olmak üzere en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Bu araştırmada koçan uzunluğu, koçanda tane sayısı ve ağırlığı ekim zamanının 10 Mayıs tarihine kadar geciktirilmesi ve azot dozlarının arttırılmasıyla artmış, 10 Mayıstan sonra yapılan ekimde ise bu değerlerin azaldığı tespit edilmiştir.

Sade (1987), Çumra ilçesi sulu şartlarda 13 melez mısır çeşidinin önemli zirai karakterlerini belirlemek amacıyla yürüttüğü bir araştırmada tane verimleri 1123 kg/da (Virtüs) – 1427 kg/da (Ventur), bitki boyları 288 cm (Ventur) – 228 cm (Zingara), 100 bitkideki koçan sayıları 103 adet (Virtüs) – 112 adet (Ventur), bitkide yaprak sayıları 13.85 adet (TTM-813) – 15.6 adet (Vesuıo), koçanda tane sayıları 540.5 adet (Tüm 82.2) – 761.0 adet (Silco), bin tane ağırlıkları 288.5 g (Rando) – 357.9 g (Tüm 82.2), koçan çapları 4.71 cm (Tüm 82.2) – 5.30 cm (Silco), koçan uzunlukları 17.29 cm (Zeta) – 20.88 cm (TTM-813), ham protein oranları ise % 8.2 (Rando) - % 11.4 (Ventur) arasında değişmiştir. 1985 –1986 yıllarında yapılan bu araştırmada "TTM-813", "TTM-81.19" ve "Ventur" çeşitleri Çumra ekolojik şartlarında yetiştirilebilecek mısır çeşitleri olarak tavsiye edilmiştir.

2.3. Amonyak Kaybı ile İlgili Çalışmalar

Bitki yetiştirmede azot en önemli besin elementlerinden biridir (Jansson ve Persson, 1982). NH_4-N bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilmesine karşın, toplam azotun hareketsiz kısmı bitkiler tarafından kullanılmadan önce NH_4^+-N veya NH_3-N (toplam amonyak azotu) olarak mineralize edilmelidir. Toplam amonyak azotu uygun olmayan koşullar altında buharlaşarak havaya karışabilmektedir. pH, sıvı ahır gübresinde amonyak azotunun buharlaşması sürecinde NH_4^+ ve NH_3 çözülmesi arasındaki dengenin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Artan pH seviyesine bağlı olarak NH_3 oranı artar ve böylece buharlaşarak havaya karışacak gübre miktarı artış gösterecektir (Sommer ve ark., 2003).

Sıvı ahır gübresinin toprağa hangi uygulama şekli ile verileceğinin kararlaştırılmasında toprağın fiziksel özelliklerinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca sıvı ahır gübresinin dağılımını etkileyecek kuru madde içeriği,

akışkanlığı gibi özelliklerinin bilinmesi de dağılım düzgünlüğü açısından önemlidir. (Malgeryd, 1994; Malgeryd ve Wetterberg, 1996).

Sıvı ahır gübresinin azot etkinliği uygulamadan sonra amonyak azotunun buharlaşarak havaya karışmasından dolayı değişkenlik gösterir. Bununla birlikte düzgün olmayan gübre dağılımı da gübrenin azot etkinliğinin azalmasına yol açacaktır (Sommer ve ark., 2003).

Sommer ve Hutchings (2001) amonyak azotunun buharlaşarak havaya karışmasını direk olarak etkileyen faktörleri; 1) Sıvı ahır gübresi içerisindeki NH_3 konsantrasyonu, 2) Yüzeyden atmosfere transfer olan NH_3 3) Yüzeyde açıkta kalan sıvı gübre alanı 4) Gübrenin atmosfer şartlarına maruz kalma süresi olmak üzere dört guruba ayırmışlardır. Uygun bir gübre enjeksiyonu ile yüzeyde açıkta kalan sıvı gübre alanı ve gübrenin atmosfer şartlarına maruz kalma süresi minimuma indirilerek ve amonyak azotu kaybı azaltılabilir. Sıcaklık, gübrenin kuru madde içeriği, pH ve NH_4^+ konsantrasyonu da önemli faktörler arasındadır (Sommer ve ark., 1991; Bussink ve ark., 1994). NH_3 formundaki azotun yüzeyden atmosfere transferi; rüzgar hızı, ortam sıcaklığı, ortam nemi, tarlanın yüzey düzgünlüğü, tarladaki bitki türü gibi çevresel ve meteorolojik faktörlere de bağlıdır (Sommer ve Hutchings, 2001). Misselbrook ve ark. (2002a) yaptıkları tarla denemeleri sonucunda amonyak emisyonunu etkileyen en önemli faktörlerin, rüzgar hızı ve sıvı gübre kuru madde içeriği olduğunu belirlemişlerdir. Buna ek olarak uygulamadan hemen sonra yağan yağmurun da amonyak emisyonunu yaklaşık %50 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Huijsmans ve ark. (2001) buharlaşarak havaya karışan azot miktarının, gübrenin toplam amonyum azotu içeriği, gübre normu, rüzgar hızı, hava sıcaklığı gibi etkenlerin artmasıyla artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Sommer ve Jacobsen (1999) toprak nem içeriğinin NH_4^+ infiltrasyonu ve amonyak buharlaşması (kaybı) üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Deneme laboratuar şartlarında ve kaba kumlu-killi toprakta yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, düşük toprak neminin sıvı gübrenin infiltrasyonunu artırdığını ve NH_4^+ toprağa daha çabuk geçmesi sonucu da amonyak emisyonunu azalttığı görülmektedir.

Sıvı ahır gübresi uygulamasında meydana gelebilecek toplam NH_3 buharlaşması aşağıda verilen Michaelis-Mententype eşitliğiyle tahmin edilebilir.

$$N_{(t)} = N_{max} \, (t/(t+K_m))$$

Burada; $N_{(t)}$: toplam NH_3 buharlaşması (kaybı), N_{max}: maksimum NH_3 kaybı (ölçüm yapılan saatler içerisinde ölçülen maksimum değer), t: uygulamadan sonra geçen süre (h) ve K_m: uygulamadan sonra $N_{(t)} = ½N_{max}$ olduğu ana kadar geçen süre (h) (Husted ve ark, 1991; Sommer ve Ersbøll, 1994; Huijsmans ve ark., 2001).

Amonyak azotu kaybı, uygulamadan sonraki ilk gün içerisinde maksimum düzeyde olmaktadır (Smith ve ark 2000). Uygulama şekline bağlı olarak en fazla amonyak azotu kaybı birinci saatte meydana gelmektedir (Huijsmans ve ark., 2001). Misselbrook ve ark. (2002b) de uygulamadan sonra meydana gelen toplam kaybın %50'den fazlasının ilk beş saat içerisinde meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Bir çok araştırmacı tarafından, toprağa enjekte edilen sıvı ahır gübresinin yüzey etkisine maruz kalmasının problem teşkil edeceği belirtilmiştir (Warner ve Godwin, 1988; Hultgreen ve Stock, 1999; Chen ve ark., 2001). Amonyak kaybı ve koku emisyonu buharlaşarak havaya karışan gübreyle direk olarak ilişkilidir (Thompson ve ark., 1990; Chen ve Heppner, 2002; Rahman ve Chen, 2005).

Pain ve ark. (1991), uygun ayarlanmış bir enjeksiyon derinliğinin koku emisyonunu, yüzey uygulamalarıyla kıyaslandığında yaklaşık %80 oranında azaltabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca gübrenin toprak altına enjekte edilmesi ürünün kirlenmesi ve hastalık oluşturan ekenlere maruz kalmasını önleyecektir (Warner ve Godwin, 1988).

Rodhe ve Etana (2005), gübre enjeksiyon derinliğinin, sıvı ahır gübresi enjeksiyon sistemlerinin performansı üzerinde çok etkili olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca uygun seçilmeyen enjeksiyon derinliğinin de ürün kaybına ve ürünün kalitesinin bozulmasına sebep olabileceğini bildirmişlerdir. Diğer yandan derin enjeksiyonun ise daha fazla enerji tüketimine ve daha fazla ürün kaybına sebep olduğunu belirtmektedir.

Smith ve ark. (2000), sıvı ahır gübresi uygulama teknikleriyle amonyak kaybının azaltılması isimli çalışmalarında, çarpma plakası, bant dağıtıcı, gömücü ayaklı dağıtıcı ve sıvı ahır gübresi toprağa enjekte eden enjeksiyonlu dağıtıcı olmak üzere dört farklı dağıtıcı tipi kullanmışlardır. 2 yıl süreyle toplam 16 uygulama yapmışlar ve uygulama tekniklerini sürekli modifiye ederek NH_3 kaybını azaltma yoluna gitmişler ve bu azalış, çarpma plakasında % 17, bant dağıtıcıda %23, gömücü ayaklı dağıtıcıda %25 ve sıvı ahır gübresi toprağa enjekte eden enjeksiyonlu dağıtıcıda %40 oranında olmuştur.

Koelsch (1995) tarafından yapılan bir araştırmaya göre sıvı ahır gübresinin uygulama şekline bağlı olarak ortaya çıkan amonyak azotu kaybının; yüzey

uygulamalarında %10-40, derin olmayan enjeksiyonda %1-5 ve derin enjeksiyonda ise %0-2 arasında değiştiği ifade edilmektedir.

Smith ve ark. (1995), yaptığı çalışmada, sıvı ahır gübresinin kış uygulamasında bahar uygulamasına göre daha fazla amonyak azotu kaybının görüldüğünü ve bunun sonucu olarak ta sıvı ahır gübresinin azot kullanın verimliliğinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Nyord ve ark. (2008) yaptıkları bir araştırmada, sıvı ahır gübresinin yüzey uygulamasındaki amonyak kaybının %20-35 arasında değişim gösterdiğini, disk tipindeki bir ayakla 5-7 cm derinliğe yapılan bir enjeksiyonda ise bu değerin %2-3 dolaylarına kadar düşürülebildiğini ifade etmişlerdir.

Ozbek ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada sıvı ahır gübresinin yüzey ve enjeksiyon şeklinde geniş tip ayakla (kazayağı) 10 cm derinliğe uygulanmasının amonyak azotu kaybı ve mısır verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada gübrenin yüzey uygulamasında ki amonyak azotu kaybı %48-68 arasında değişim gösterirken, toprak altına enjeksiyonunda bu oran %4-8 arasında değişim göstermiştir. Benzer şekilde gübrenin yüzey uygulamasında mısır verimi 829 kg/da iken, enjeksiyon uygulamasında ise 1382 kg/da olduğu belirlenmiştir.

Sıvı ahır gübresinin toprağa uygulanmasında, büyük çizi açıcı ayaklarda, büyük enjeksiyon derinliklerinde ve küçük ilerleme hızlarında toprak yüzeyindeki gübre kaybı az olmaktadır (Rahman ve ark., 2005).

Sıvı ahır gübresinin kuru madde oranının artması hem infiltrasyonu azaltması sebebiyle nitrat formundaki azotun yıkanarak kaybını, hem de yüksek vizkoziteye bağlı olarak buharlaşarak havaya karışan amonyak azotu kaybını azaltabilecektir (Sommer ve ark., 2003).

Şeker ve Gümüş (2010), alkali reaksiyonlu bir toprakta meydana gelen gaz şeklindeki amonyak azotu (NH_3-N) kayıpları üzerine zeolitin etkisini incelemişlerdir. Deneme laboratuar şartlarında cam şişelerde killi tın tekstüre sahip toprakta yürütülmüştür. Her bir şişeye farklı oranlarda zeolit (0,3-0,6-0,9-1,2 g) ve 4,8 g amonyum sülfat gübresi uygulanmıştır. Deneme sonunda zeolit uygulaması kontrole göre gaz şeklinde meydana gelen NH_3-N kaybını ilk 8 günde %14, 23, 24 ve 35, oranlarında; ikinci 8 günde %28, 49, 63 ve 75 oranlarında azaltmıştır.

Gübre içerisine uygulama sırasında karıştırılan azot tutucu kimyasal maddelerle azot kaybı azaltılabilmektedir. Gümüş ve Şeker (2010) tarla çalışması olarak yürüttükleri araştırmada, mısır tarımında taze ve kompost tavuk gübresi

uygulamasından meydana gelen amonyak formundaki azot kaybına zeolit kullanımının etkisini araştırmışlar. Çalışma sonucunda zeolit uygulamasının amonyak formunda oluşan azot kaybını azalttığını belirtmişlerdir.

2.4. Çeki Kuvveti ile İlgili Çalışmalar

Toprakta makinenin ilerlemesini sağlayabilmek için toprak ve ayak arasındaki sürtünme ve adezyon ile toprağın iç sürtünmesi ve kohezyonunun yenilmesi gerekmektedir. Ayağın yüzey pürüzlülüğü toprak ve ayak arasındaki sürtünme kuvvetini yüksek oranda etkilemektedir. Adezyon kuvveti, toprağın nem içeriği azaldıkça de azalmakta ve arttıkça da artmaktadır. Toprak özellikleri makinenin çeki kuvveti gereksinimini etkilemektedir. Örneğin killi toprakta çeki kuvveti kumlu toprağa göre iki kat daha fazladır (Schaaf ve ark., 1981).

Enjeksiyon derinliği, makine ilerleme hızı, ayağın kesme genişliği gibi faktörler çeki kuvveti gereksinimini etkilemektedir (McKyes, 1985; Rahman ve Chen, 2001; Chen ve Heppner, 2002).

Uygulayıcı ayağın tipi çeki kuvveti üzerinde etkilidir. Geniş tipteki ayaklar dar tipteki ayaklara nazaran daha yüksek oranda çeki kuvveti gereksinimi duyarlar. Benzer şekilde enjeksiyon derinliğinin artması ve makine ilerleme hızının artması çeki kuvveti gereksinimini artıracaktır (Rahman ve Chen, 2001; Chen, 2001; Chen, 2002). Sıvı ahır gübresinin enjeksiyonunda arzu edilen çalışma derinliğinin belirlenmesinde ise, derinliğin toprağa enjekte edilen maksimum gübrenin toprak yüzeyine çıkmamasını sağlayacak kadar olması istenilir (Warner & Godwin, 1988; Moseley ve ark., 1998).

Huijsmans ve ark. (1998) yaptıkları bir araştırmada, dar tipli ayakların (diskli ve çizel) 5 cm iş derinliğinde çeki kuvveti gereksiniminin 202-1358 N arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

McKyes ve ark. (1977) 300 mm genişliğindeki kazayağı tipinde bir ayağın değişik toprak şartları için 150 mm iş derinliğinde ve 8 km/h ilerleme hızındaki ihtiyaç duyduğu çeki kuvvetinin 2 – 6 kN arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Laguë (1991) de benzer şekilde 305 mm genişliğindeki bir ayağın sert yapıdaki killi toprak şartları için 200 mm iş derinliğinde ve 3.2 km/h ilerleme hızında ihtiyaç duyduğu çeki kuvvetinin 5 – 6.2 kN arasında değişim gösterdiğini bildirmektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında kumlu-tınlı toprak şartlarında ve 150 mm iş derinliğinde 220 mm genişliğindeki bir ayağın çeki kuvveti gereksiniminin; 0.25 kN (Hansen ve ark., 2003),

1.4 kN (Rahman ve ark., 2001) ve aynı şartlarda 570 mm genişliğindeki bir ayağın ise 1.6 kN (Rahman ve Chen, 2001) dolaylarında olduğu görülmektedir.

Çizel tipindeki dar yapılı ayaklar geniş tiptekilere kıyasla daha yüksek çalışma derinliklerinde daha düşük çeki kuvveti gereksinimine ihtiyaç duyarlar (McLaughlin ve ark., 2006). Kumlu- tınlı toprak şartlarında, 160 mm iş derinliği ve 8 km/h ilerleme hızın için, 60 mm genişliğinde bir dar uçlu ayak ayağın çeki kuvveti gereksinimi 3.3 kN iken 470 mm genişliğindeki bir kazayağının ise 6.7 kN'dur (McLaughlin and Campbell, 2004). Çizel tipindeki ayaklar geniş tip ayaklara kıyasla toprakta daha dar çizi açtıkları için yüksek gübre normları için uygun olmayabilir. Yüksek dozda gübre uygulayabilmek için aynı sırada bir ayak yerine birden fazla ayak kullanmak gerekmektedir (McLaughlin ve ark., 2006).

Chen (2002) tarafından geliştirilen ve düşük çeki kuvveti gereksinimi olan enjektör (low-draft injector) ismi verilen uygulayıcı; çizel ve 200 mm genişliğindeki geniş tip ayağın kombinasyonundan oluşturulmuş olup, toprağa gübreyi daha iyi karıştırdığı ve yüksek gübre normlarına olanak sağladığı bildirilmiştir. Yapılan çalışmada bu ayak tipinin killi topak şartlarında, 112 mm iş derinliğinde ve 5 km/h ilerleme hızındaki çeki kuvveti gereksiniminin 4.7 kN olduğu ifade edilmektedir.

McLaughlin ve ark. (2006) araştırmalarında tek diskli, kazayağı ve çizel-geniş tip kombinasyonu olmak üzere üç farklı ayak tipine sahip sıvı ahır gübresi dağıtma makinesi kullanmışlardır. Makine 100 mm çalışma derinliği ve 5 km/h ilerleme hızında her bir ayak için çeki kuvveti gereksiniminin sırasıyla 2.11 – 2.91 kN, 1.73 – 2.05 kN ve 1.53 – 1.55 kN olduğunu ifade etmişlerdir.

Akıncı ve Sabancı (1991), traktörlerde farklı çalışma koşullarında çeki gücü, çeki kuvveti, ilerleme hızı, patinaj, çeki etkinliği (çeki gücü/aks gücü), dinamik oran (çeki kuvveti/dinamik arka aks yükü) arasındaki ilişkileri araştırdıkları bir çalışmada, çeki gücünün ilerleme hızına bağlı olarak artış gösterdiği belirli bir düzeyden sonra azalmaya başladığını, çeki kuvvetinin ise ilerleme hızına bağlı olarak azaldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca çeki etkinliğinin artan patinaj oranlarına bağlı olarak arttığı ve belirli düzeyden sonra ise (%5-7 patinaj) azaldığı, dinamik oranın ise artan patinajla birlikte artış gösterdiğini ve en büyük dinamik oranın %13-15 patinajda elde edildiğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme arazisi

Deneme Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sarıcalar Uygulama Çiftliği arazisinde yürütüldü (41º 82' 27".2 N ve 45º 60'15" E; deniz seviyesinden yükseklik 1026 m). Bölge iklimi kurak- yarı kurak olup, yıllık ortalama sıcaklık 11.4 ºC, yıllık ortalama toplam buharlaşma 1033 mm ve yıllık ortalama yağış 300 mm civarındadır.

3.1.2. İklim özellikleri

Denemenin yapıldığı 2007 ve 2008 yıllarına ait aylara göre iklim verileri dağılımı Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Alanına Ait Bazı İklimsel Veriler (DMİ, 2009)

YIL	AYLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ORT.
2007	Ort. Sıcaklık(ºC)	0.3	0.3	6.6	9.0	19.1	22.7	25.4	25.6	20.0	14.0	7.0	1.2	12.6
	Ort. Nispi Nem(%)	77.6	82.8	64.6	54.7	43.7	40.1	29.1	34.6	35.3	55.4	77.7	86.0	56.8
	Toplam Yağış(mm)	20.9	19.3	15.4	16.1	16.3	15.9	0.4	6.0	4.1	25.5	68.0	53.8	261.7*
2008	Ort. Sıcaklık(ºC)	-3.5	-2.7	9.8	14.1	15.7	22.0	24.6	26.0	20.2	12.7	8.2	0.5	12.3
	Ort. Nispi Nem(%)	83.0	81.9	56.5	51.4	49.5	38.6	32.8	31.2	48.6	67.9	80.2	91.3	59.4
	Toplam Yağış(mm)	16.5	21.2	38.1	20.5	23.4	7.5	5.5	0.0	52.0	20.6	22.8	59.3	287.4*

*; yıllık toplam yağış

Çizelgeden görüleceği üzere, 2007 yılında toplam 261.7 mm; 2008 yılında 287.4 mm yağış tespit edilmiştir. Bu dönem içerisinde en yüksek sıcaklık Temmuz-Ağustos döneminde gözlenirken, aynı dönemde en düşük yağışı almıştır. 2007 Haziran-Temmuz dönemi sıcaklık ortalaması 24.1 ºC; 2008 yılında aynı dönem sıcaklık ortalaması 24.2 ºC olmuştur. Bu aylarda tespit edilen en yüksek sıcaklık ortalamaları, mısırın büyüme ve gelişmesinin en hızlı olduğu döneme rastlaması sebebiyle büyük önem taşımaktadır. Ayrıca yağışın da azaldığı bu dönem de bitkilerin su ihtiyaçlarının en fazla olduğu döneme denk gelmektedir.

3.1.3. Araştırmada kullanılan bitki materyali

Denemelerde Bölgemizde daha önce denenmiş ve yüksek performans elde edilmiş atdişi mısır varyete grubuna giren ve Ülkemizde tescil edilmiş FAO 600 olum grubunda yer alan orta erkenci "BORA" hibrit mısır çeşidi materyal olarak (*Zea mays L. indentata S.*) kullanılmıştır.

3.1.4. Denemede kullanılan materyaller

Bu çalışmada materyal olarak sıvı ahır gübresi ve gübreyi toprağa uygulamak için özel olarak imal edilen prototip bir sıvı ahır gübresi dağıtma makinesi kullanılmıştır. Çalışmalar sırasında Steyr 768 traktör kullanılmıştır.

Denemede kullanılan sıvı ahır gübresi Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Hayvancılık işletmesinden temin edilmiştir. Ahırdan sıyırıcı ile sıyrılarak bir depoda biriktirilen katı – sıvı gübre karışımının karıştırılıp seperatörden geçirilmesi sonucu elde edilen, içeriğinde %0.3 - 1 arasında azot (N) ihtiva eden sıvı ahır gübresi kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan sıvı ahır gübresinin özellikleri

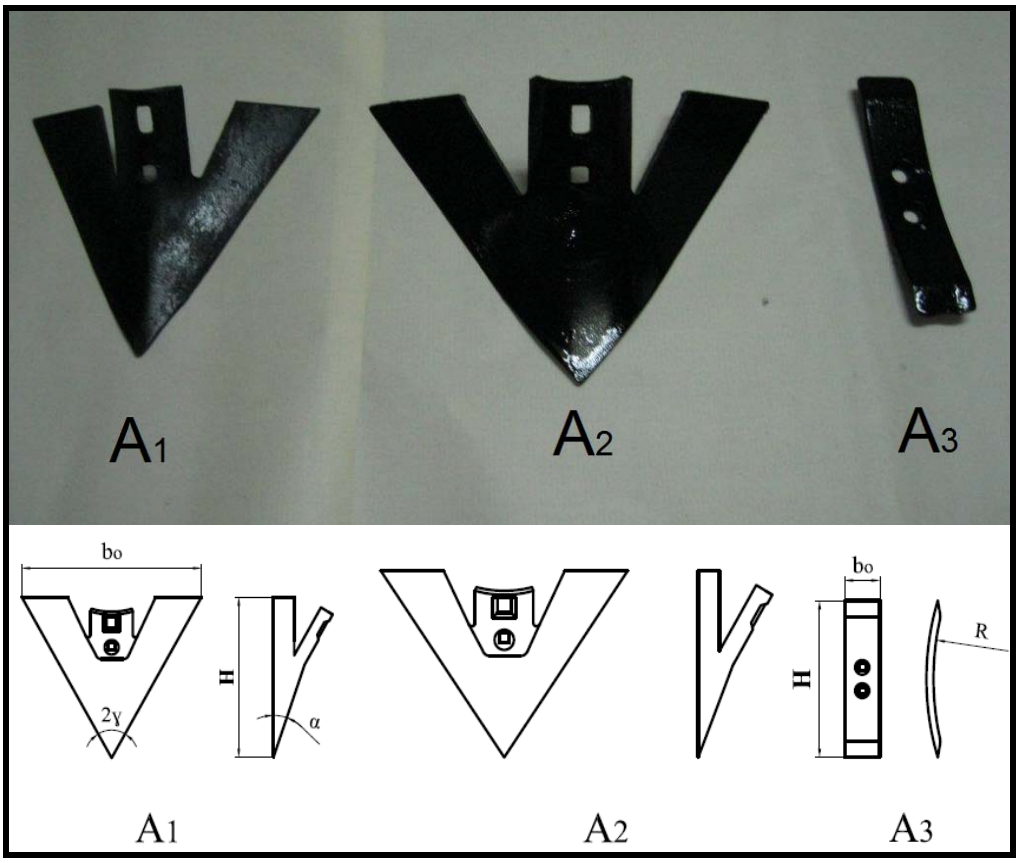
Özellik	**Sıvı kısım**
Hacim ağırlığı (ton m^{-3})	1,024
Viskozitesi (kinematik) (mm^2 s^{-1})	1,49
pH	6,98
EC (ms cm^{-1})	17,16
NH_4-N (mg kg^{-1})	209,94
NO_3-N (mg kg^{-1})	28,50
Toplam N (%)	0,85
C (%)	30,20
P (%)	0,10
K (%)	0,20
Ca (mg kg^{-1})	2183,16
Mg (mg kg^{-1})	1023,48
Fe (mg kg^{-1})	734,38
Zn (mg kg^{-1})	11,60
Mn (mg kg^{-1})	17,84
Mo (mg kg^{-1})	0,67
B (mg kg^{-1})	33,48
Cu (mg kg^{-1})	2,48

3.1.5. Araştırmada kullanılan sıvı ahır gübresi dağıtma makinesi ve teknik özellikleri

Araştırmada kullanılmak amacıyla prototip bir sıvı ahır gübresi dağıtma makinesi imalatı gerçekleştirilmiş olup, makine; çatı, üç nokta askı düzeni, gübre deposu, pompa, ayar mekanizmaları (norm ve basınç), çizi açıcı ayaklar ve çalışma derinliği ayar tekerleklerinden oluşmaktadır. Makine üzerinde gübreyi toprak altına enjekte edecek sistem ve yüzeysel dağılım yapmayı sağlayacak çarpma plakası bulunmaktadır. Makinenin genel görünüşü **Şekil 3.1**'de verilmiştir. Makine üç sıralı olup ayaklar çatı üzerinde bağımsız olarak kaydırılabilmekte ve böylece ayaklar arası uzaklıklar ayarlanabilmektedir. Araştırmada kullanılan ayak tipleri; kazayağı-I (A_1), kazayağı-II (A_2), ve dar uçlu ayak (A_3) şeklindedir (Şekil 3.2). Araştırmada kullanılan ayak tiplerine ait bazı özellikler Çizelge 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan sıvı ahır gübresi dağıtma makinesinin genel görünüşü



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan ayak tipleri

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan ayak tiplerine ait bazı özellikler

Parametre	**Ayak tipi**		
	A_1	**A_2**	**A_3**
Kesme genişliği (b_o)	255 mm	350 mm	50 mm
Keskin kenar açısı (2ɣ)	59º	69º	180º
Göğüs açısı (α)	19º	21º	50º
Toplam ayak boyu (H)	220 mm	256 mm	215 mm

3.1.6. Toprak özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanının uygulamalar öncesi tespit edilen bazı toprak özelliklerine ait değerler Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Deneme parsellerine ait uygulamalar öncesi tespit edilen bazı toprak özelliklerine ait değerler

Özellik	Toprak	
	2007	2008
Tekstür sınıfı	Killi-tın	Killi-tın
Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	1.25	1.23
Penetrasyon direnci (MPa) (0-20 cm)	0.66	0.71
Kayma gerilmesi (N cm^{-2})	1.04	1.01
Organik madde (%)	1.51	1.68
Kireç (%)	9.42	9.61
EC (µS cm^{-1})	213	198
Yüzey profil düzgünsüzlüğü (%)	6.42	6.28

3.1.7. Toprak hazırlığı ve ekimde kullanılan makinelere ait özellikler

Uygulamalar süresince toprak işleme, ekim ve bakım gibi işlerde kullanılan ekipmanlara ait bazı özellikler Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Uygulamalarda kullanılan ekipmanlara ait bazı özellikler

Uygulamalarda kullanılan ekipmanlar	İş genişliği (mm)	Çalışma derinliği (mm)	Çalışma hızı (km h^{-1})
Pulluk	900	250	5
Kültüvatör	2180	120	7
Merdane	2200	-	7
Sıvı ahır gübresi dağıtma makinesi	2100	100	4.5
Diskli tırmık	2100	100	6
Pnömatik hassas ekim makinesi	2800	50	7
Ara çapa	3010	50	4.5

3.1.8. Araştırmada kullanılan ölçü cihazları

Deneylerde gerekli ölçümlerin yapılabilmesi için aşağıda özellikleri belirtilen cihazlar kullanılmıştır.

Penetrometre: 0-80 cm derinlikte ölçüm yapabilen Eijkelkamp marka dijital penetrometre toprak direncinin ölçülmesinde kullanılmıştır.

Yüzey Profilmetresi: Ekim sırasında ve gübre uygulaması sonrası toprak yüzey profilinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Toprak örnekleme silindirleri: Bozulmamış toprak örneklerinin alınmasında kullanılmıştır.

Kanatlı kesme aparatı: 120x100 mm ölçüsünde 4 kanatlı kesme aparatı toprağın kayma gerilmesinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Devir sayısı ölçme cihazı: 0 – 10000 min^{-1} aralığında ölçüm yapabilen, Tecklock marka, mekanik devir sayısı ölçme cihazı çalışmalar sırasında traktör kuyruk mili devrinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Hassas terazi: 0.01 g hassasiyetinde ölçüm yapabilen 5200 g kapasiteli Sartorius marka hassas terazi, sıvı gübre dağıtma makinesinin dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde ve hasat sırasında mısır verimi ile ilgili tartımlarda kullanılmıştır.

Terazi: 1 kg hassasiyetinde ölçüm yapabilen 2000 kg kapasiteli Taralsa marka terazi, sıvı gübre dağıtma makinesinin farklı normlar elde edebilmek için gerekli debi ölçümünde kullanılmıştır.

Yakıt tüketimi ölçme cihazı: 1 ml hassasiyetle ölçüm yapabilen Aqua Metro marka yakıt tüketimi ölçüm cihazı sıvı gübre dağıtma makinesinin farklı çalışma kombinasyonları için yakıt tüketiminin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Çeki pimi: Makinenin çeki kuvveti gereksinimlerinin belirlenmesinde 30.000N kapasiteli üç nokta askı kollarına bağlanabilen çeki pimleri kullanılmıştır. Çeki pimlerinde oluşan sinyaller veri işleyiciye aktarılmaktadır. Verilerin işlenmesinde MultiLog PRO marka taşınabilir, grafikli, bilgi toplamalı, analiz sistemli ve veri aralığı ayarlanabilen bir datalogger kullanılmıştır. Sıvı gübre uygulaması sırasında makinenin farklı çalışma kombinasyonları için çeki kuvvetinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

3.2. Metot

Deneme iki yıllık olarak yapılmış ve tesadüf bloklar deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deney materyali olan mısır bitkisinin ekimi için 4 sıralı pnömatik hassas ekim makinesi kullanılmıştır. Denemelerde sıvı gübre toprağa üç farklı ayak tipi (kazayağı-I, kazayağı-II ve dar uçlu ayak) kullanılmış ve denemeler üç farklı enjeksiyon derinliğinde (5cm, 12.5cm ve 20 cm) üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ayrıca mukayese edilebilir sonuçlar elde etmek için, kontrol parseli (gübresiz) ve sadece mineral gübreyle gübrelenmiş parseller kurulmuştur. Mineral gübre parselinde azotlu gübre uygulaması sıvı ahır gübresiyle eş zamanlı olarak yapılmıştır.

3.2.1. Makineye ait bazı çalışma karakteristiklerin belirlenmesi

3.2.1.1. Sıvı ahır gübresi dağıtma makinesinin besleme debisinin belirlenmesi

Besleme debisi makinenin gübreleme normunu tayin etmektedir. Gübreleme normu ise, makinede dağıtıcı çıkış ağzından birim zamanda atılan gübre miktarı, efektif iş genişliği ve makineyi çalıştıran traktörün ilerleme hızı ile ilgili olup aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır (Kanofojski, 1972).

$$Q = \frac{q_s .10000}{BxV}$$

Eşitlikte;

Q= Gübre normu (kg ha^{-1})

q_s= Besleme debisi (kg s^{-1})

B= Efektif iş genişliği (m)

V= Makine ilerleme hızı (m s^{-1})

Sıvı ahır gübresi dağıtma makinesinin besleme debisi belirlenmesinde de traktör hareketsiz durumda iken sadece makineyi çalıştırmak suretiyle birim zamanda atılan sıvı miktarı bulunmuştur. Besleme debisini belirlerken, pompa devri sabit tutularak makine bir dakikalık sürelerle çalıştırılmış ve toplama kaplarında biriken sıvı miktarı tartılmıştır. Buna bağlı olarak basınç ve geri dönüş hattı üzerindeki vanaların açıklıkları değiştirilmek suretiyle birim zamanda atılan sıvı miktarı l s^{-1} ve kg s^{-1} belirlenmiştir.

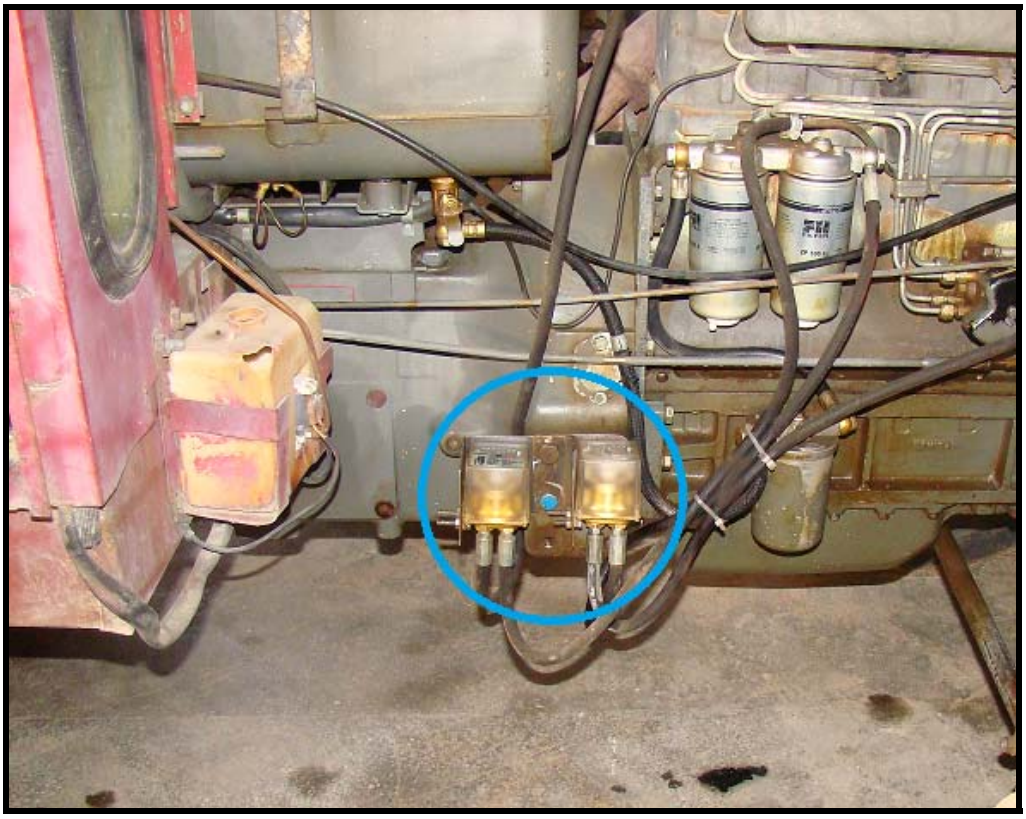
3.2.1.2. Makineye ait dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi

Sıvı gübre makinesine ait dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde, makine belirli sürelerde, değişik çalışma basınçlarında çalıştırılmıştır. Enine dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde makinenin her bir ayağı altına yerleştirilen toplama kutuları ile atılan sıvı miktarı belirlenerek ayaklar arası sapma (%CV) hesaplanmıştır. Boyuna dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde ise; makine belirlenen hızda ve gübre normunda çalıştırılmış ve hareket istikametinde dizilen kutular üzerinden geçirilmiştir.

Her bir kutuda toplanan materyal ayrı ayrı tartılmış ve boyuna dağılım düzgünlüğünün ifadesinde kullanılan varyasyon katsayısı hesaplanmıştır (Anonymous, 1997).

3.2.1.3. Makineye ait yakıt tüketimi, çeki kuvveti ve tork gereksiniminin belirlenmesi

Makinenin yakıt tüketimini belirlenmesinde 1 ml hassasiyetle ölçüm yapabilen Aqua Metro marka yakıt tüketimi ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.3). Farklı çalışma kombinasyonlarına ait yakıt tüketimleri, sabit motor devrinde ve 50 m şerit uzunluğu için belirlenmiştir. Daha sonra bu değerler saatlik yakıt tüketimine (l h^{-1}) dönüştürülmüştür.



Şekil 3.3. Yakıt tüketimi ölçüm cihazı

Makinenin çeki kuvveti gereksiniminin belirlenmesinde 30.000 N kapasiteli üç nokta askı kollarına bağlanabilen çeki pimleri ve tork gereksiniminin belirlenmesinde ise 2000 Nm kapasiteli Digitech marka kuyruk mili torkmetresi kullanılmıştır. Çeki pimleri ve torkmetrede oluşan sinyaller veri işleyiciye aktarılmaktadır. Verilerin

işlenmesinde MultiLog PRO marka taşınabilir, grafikli, bilgi toplamalı, analiz sistemli ve veri aralığı ayarlanabilen bir datalogger kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Çeki pimleri, torkmetre ve datalogger

Farklı çalışma kombinasyonlarına ait çeki kuvveti gereksinimleri, sabit motor devrinde ve 50 m şerit uzunluğu için belirlenmiştir. Alınan veriler cihazın kalibrasyon denklemine göre kuvvet birimine dönüştürülmüştür.

Sıvı ahır gübresi makinesinde yer alan pompanın tork gereksinimini belirlemek amacıyla ön denemeler yapılmış ve alınan veriler cihazın kalibrasyon denklemine göre tork değerine dönüştürülmüştür.



Şekil 3.4. Çeki kuvveti ölçümü

3.2.2. Toprağa ait bazı özelliklerin belirlenmesi

3.2.2.1. Toprağın batma direncinin belirlenmesi

Toprağın batma direncini ölçmek için penetrometre kullanılmıştır (Şekil 3.5). Penetrometreyle düşey doğrultuda 80 cm derinliğe kadar her 1cm'deki toprak direnci MPa olarak ölçülmüştür. Ölçümlerde tepe açısı 30^o ve koni taban alanı $1cm^2$ olan koni kullanılmıştır. Ölçümler 0–20 cm'lik derinlikten alınmıştır (Çarman, 1997).



Şekil 3.5. Penetrometre

3.2.2.2. Yüzey düzgünsüzlüğünün belirlenmesi

Çalışmalarda tarlanın toprak işleme öncesi ve sonrası yüzey düzgünsüzlüğünü belirlemek amacıyla çubuklu profilmetre kullanılmıştır (Şekil 3.6). Profilmetre, 1m uzunluğundaki profil üzerine 2.5 cm aralıklarla yerleştirilmiş çubuklardan oluşmaktadır. Çalışma yönüne dik yerleştirilen profilmetreyle 2.5 cm aralıklarla yüzey profili ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla tarla yüzey düzgünsüzlüğü hesaplanmıştır (Çarman, 1997).

$$R = 100 Log_{10} S$$

Eşitlikte;

R: Tarlanın yüzey düzgünsüzlüğü (%)

S: Ölçülen değerin standart sapmasıdır.



Şekil 3.6. Profilmetre

3.2.2.3. Toprağın kesilme direncinin belirlenmesi

Toprağın kesilme direncini belirlemek için çapı 10 cm ve yüksekliği 12 cm olan, kanatlı kesme aleti kullanılmıştır. Kanatlı kesme aletinin ucuna takılan tork kolu 0-80 Nm ölçüm aralığına sahiptir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Kanatlı kesme aparatı ve tork kolu

Toprak işlendikten sonra ölçme aleti 0-20 cm'lik toprak profiline çakılarak, kanatlı kesicilerin bir silindir yüzeyi boyunca uyguladığı dönme momenti torkmetre kolu üzerindeki göstergeden analog olarak okunmuştur.

Buradan elde edilen maksimum dönme momenti aşağıdaki eşitlik yardımıyla kesilme direnci olarak elde edilmiştir (Okello, 1991).

$$\tau = T / [\pi d^2(h/2 + d/6)]$$

Eşitlikte;

τ : Toprağın kesilme direnci (N cm^{-2})

T: Maksimum dönme momenti (Ncm)

d: Kanatlı kesici aletin çapı (cm)

h: Kanat yüksekliği (cm)

3.2.2.4. Tekstür tayini

Toprakların kum, silt ve kil miktarları Bouyoucos hidrometre metoduna göre yapılmıştır (Tüzüner, 1990).

3.2.2.5. Hacim ağırlığı

Toprak örneğinin hacim ağırlığı silindir yöntemi ile belirlenmiştir (Demiralay, 1993).

3.2.3. Toprak hazırlığı ve bitki ekimi

Mısır ekimi için parseller baharda pullukla sürülmüş ve ekim öncesinde kültivatör – merdane kombinasyonu ile ikileme yapılmıştır. Mısır ekimi Mayıs ayı başında 4 üniteli pnömatik hassas ekim makinesi ile 70 cm sıra arası, 20 cm sıra üzeri mesafede ve 5-6 cm ekim derinliğinde yapılmıştır. Ekim sırasında bitkinin Fosfor ihtiyacını karşılamak için parsellere 200 kg ha^{-1} normunda TSP gübresi verilmiştir.

3.2.4. Bitki örneklerinde yapılan analizler

3.2.4.1. Tane verimi

Elle hasadı yapılan mısır koçanları tanelendikten sonra tartılmış ve bulunan bu değer hesaplama yoluyla dekara verime çevrilmiştir. Tartımlardan sonra mısır tanelerinde nem tayini yapılmış ve bu ağırlıklar %15 neme göre düzenlenmiştir (Poehlman, 1987).

3.2.4.2. Bitki boyu

Her parselde yer alan bitkilerden tesadüfen seçilen 5 örnek bitkide, toprak yüzeyi ile tepe püskülünün ucuna kadar olan mesafe şerit metre ile cm cinsinden ölçülüp, elde edilen değerlerin ortalaması alınarak bulunmuştur (Sade, 1987).

3.2.4.3. Koçan çapı

Her parselden seçilmiş 5 adet koçanın yaklaşık olarak ortasına tekabül eden en geniş kısmı kumpasla ölçülerek cm cinsinden belirlenmiştir (Tosun, 1967).

3.2.4.4. Koçanda tane sayısı

Her parselden seçilmiş 5 adet koçanın her biri ayrı ayrı tanelenmiş ve elde edilen taneler sayılarak ortalaması alınmış ve adet olarak tespit edilmiştir (Sade, 1987).

3.2.4.5. Koçanda tane ağırlığı

Her parselden seçilmiş 5 adet koçanın tane sayıları tartılarak tane ağırlığı gram cinsinden bulunmuştur (Sade, 1987).

3.2.4.6. Tane/koçan oranı

Her parselden seçilmiş 5 adet bitkinin koçanlarının tane ağırlığı, aynı parseldeki koçan ağırlığına (tane + somak) bölünmek suretiyle yüzde olarak hesap edilmiştir (Uyanık, 1984).

3.2.4.7. Bin tane ağırlığı

Her deneme parsellerinden elde edilen tane ürününden rastgele 4 defa 100 tane sayılıp, tartılarak gram cinsinden hesaplanmıştır (Uluöz, 1965; Emekliler ve Geçit, 1986; Şehirali, 1989).

3.2.5. Verim parametrelerinin belirlenmesi

Mısırın ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı indeksi ve tarla filiz çıkışı değerlerini saptamak amacıyla her parselde 2 farklı çiziden 1 m uzunluğunda rastgele seçilen 3 şerit çimlenme periyodu süresince gözlenerek toprak yüzeyi üzerine çıkan filizler sayılmış ve aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır (Konak ve Çarman, 1996).

$$MED = \frac{N_1 D_1 + N_2 D_2 + ... + N_n D_n}{N_1 + N_2 + ... + N_n}$$

$$ERİ = \frac{Birmetredeçimlenentoplamtohumsayıyı}{MED}$$

$$TFÇ = \frac{Birmetredeçimlenentoplamtohumsayıyı}{Birmetredeekilentoplamtohumsayısı} x100$$

N: Her bir sayımda çimlenen tohum sayısı (adet)

D: Ekimden sonra geçen gün sayısı (gün)

MED: ortalama çimlenme süresi (gün)

ERİ: çimlenme oranı indeksi (adet/m.gün)

TFÇ: tarla filiz çıkışı (%)

3.2.6. Gübre uygulaması

Azot miktarı belirlenen sıvı ahır gübresi toprak özellikleri ve ihtiyaç duyulan azot miktarı (200 kg N ha^{-1}) da dikkate alınarak parsellere;

1. Bitki çıkışından sonra,
2. Bitki 5-6 yaprak olduğu dönemde ara çapa ile birlikte ve
3. Bitkiye gübreleme yapılabilecek son dönemde olmak üzere, verilecek azot miktarı üçe bölünerek, üç periyotta her bir uygulamada eşit olarak uygulanmıştır.

Sıvı ahır gübresi parsellere her üç ayak tipiyle de; derin olmayan (sığ) enjeksiyonu temsil etmesi bakımından 5 cm, derin ve derin olmayan enjeksiyon için sınır sayılabilecek 12.5 cm ve derin enjeksiyonu temsilen de 20 cm enjeksiyon derinliğine verilmiştir (Chen, 2001). İlerleme hızı, traktörün 540 1 min^{-1} kuyruk mili devrine tekabül eden motor devrinde, 4.5 km h^{-1} olarak belirlenmiştir.

3.2.7. Sıvı ahır gübresi uygulaması sonrası amonyak azotu kaybının belirlenmesi

Amonyak azotu kaybı ölçümü gübre uygulamasından sonra çizilere kapatılan 1 m^2'lik (0.5x2 m) Plexy-Glass malzemeden yapılmış tüneller aracılığı ile vakumlu bir düzenekle yapılmıştır (Şekil 3.8).



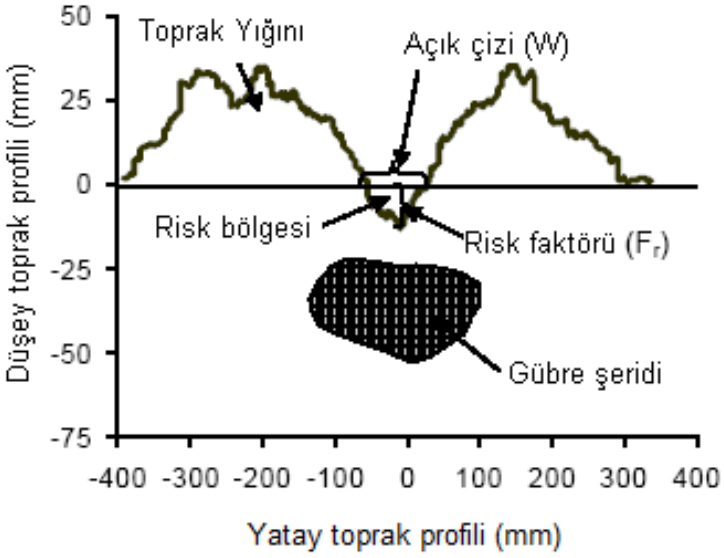
Şekil 3.8. Amonyak azotu kaybı ölçme düzeni

Amonyak azotu kaybını ölçmek amacıyla, gübre uygulamasından hemen sonra buharlaşan azotu toprak yüzeyinden toplamak için toprak yüzeyine bir rüzgâr tüneli yerleştirilmiş ve tünel içerisindeki havayı toplamak için vakum düzeneği çalıştırılmıştır. Vakum düzeneği ölçümler tamamlanana kadar sürekli çalıştırılmıştır. Tünelden vakum aracılığı ile alınan hava çıkışa yerleştirilmiş içerisinde %3'lük 100 ml Borik asit bulunan şişelerden (asit tuzağı) geçirilip ve hava içerisindeki azot bileşiklerinin yakalanması sağlanmıştır. Sonuçlar laboratuarda titrasyon yöntemiyle analiz edilerek azot değerleri belirlenmiştir (Balsari ve ark., 2002; Smith ve ark., 2000). Tünelden havanın toplanması için kullanılan vakum pompası her bir tünel için bağımsız olarak çalışmaktadır. Kullanılan pompanın hava debisi 10 l min^{-1} olacak şekilde ayarlanmıştır (Balsari ve ark., 2002).

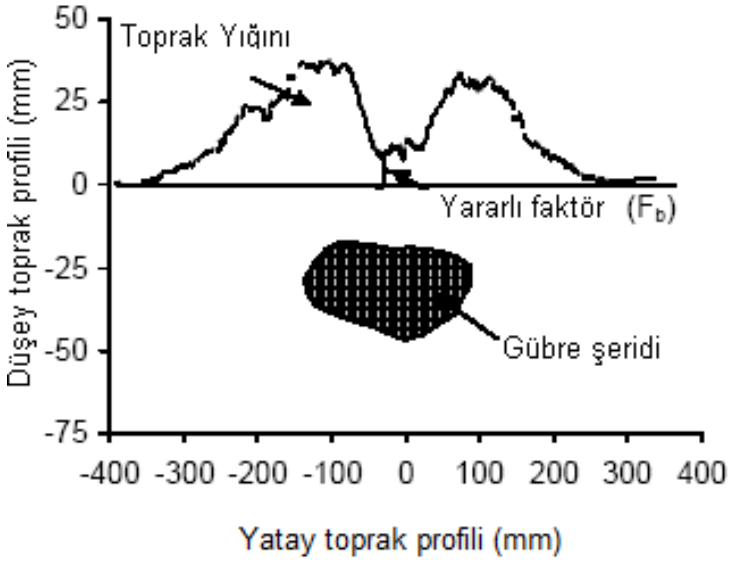
Amonyak azotu kaybının ölçümü boyunca 3., 6., 12., 24. ve 48. saatlerde şişe içerisindeki asit değiştirilerek amonyak azotu kaybı belirlenmiştir (Thompson ve Meisinger, 2004).

3.2.8. Yararlı faktör ve risk faktörlerinin belirlenmesi

Sıvı ahır gübresinin enjeksiyonu sırasında kullanılan ayak tipi ve çalışma derinliğine bağlı olarak değişik toprak profilleri oluşmaktadır. Amonyak azotu kaybını etkileyen faktörlerden birisi olan bu unsur son derece önemlidir. Amonyak kaybı açısından değerlendirildiğinde, enjeksiyon sırasında normal tarla yüzeyinden daha aşağıda bir çizi bırakılıyorsa (negatif tip) risk faktörü, daha yukarıda bir çizi bırakılıyorsa (pozitif tip) da yararlı faktör unsurları açığa çıkmaktadır. (Şekil 3.9 ve 3.10) (Rahman ve ark., 2005). Bu sebeple gübrenin toprağa enjekte edilmesi sırasında ayağın toprakta bıraktığı kesit profili profilmetre ile belirlenmiştir. Profilmetre ile belirlenen yüzeyde, orijinal toprak yüzeyinden aşağıda veya yukarıda kalan kısımlar cetvel ile ölçülmüş ve yararlı- risk faktörü değerleri mm cinsinden belirlenmiştir.



Şekil 3.9. Negatif tip toprak yüzey profili (Rahman ve ark., 2005)



Şekil 3.10. Pozitif tip toprak yüzey profili (Rahman ve ark., 2005)

Toprakta bırakılan profile bağlı olarak oluşan yararlı faktör ve risk faktörlerinin etkilediği gübrenin buharlaşmaya maruz kalma indeksi aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Rahman ve ark., 2005).

$$I_m = \frac{F_r}{d} x100$$

Eşitlikte;

I_m : Gübre buharlaşma indeksi (%)

F_r : Risk faktörü (mm)

d : Enjeksiyon derinliği (mm)

3.2.9. Denemelerin düzenlenmesi ve bulguların değerlendirilmesi

Denemeler 2 yıl süreyle Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sarıcalar Uygulama ve Araştırma Çiftliğinde yürütülmüştür. Her bir uygulamaya ait parseller belirtilen doğrultuda hazırlanarak BORA çeşidi Hibrit Atdişi Mısır 70x20 ekim sıklığında dekara 7142 adet tohum hesabıyla ekilmiştir. Tüm uygulamalara ait parsel boyutları 3x50 =150 m^2 olacak şekilde düzenlenmiştir.

Denemelerde ekimden önce ekim yapılacak olan parsellerde pullukla sürüm ve ikileme (kültüvatör + merdane kombinasyonu) yapılmıştır. Toprağın bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde ise her parselden alınan toprak örnekleri Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuarında analiz ettirilmiştir. Çimlenme sonrası her parselde ki çimlenen tohumlar sayılarak MED, ERI ve TFÇ değerleri hesaplanmıştır. Uygulamalar 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bütün uygulamalar için ekim, gübreleme, sulama, ilaçlama, ara çapa, boğaz doldurma ve hasat eş zamanlı olarak yapılmıştır. Hasat zamanı, her parselde 5 bitkinin tanelerinin somağa bağlandığı kısımda meydana gelen ve fizyolojik olgunluğun bir ifadesi olan siyah tabaka (Black layer)'nın meydana geldiği dönemde yapılmıştır. Hasat sırasında verim ve verim parametrelerine ait değerler her parselden alınarak hesaplanmıştır.

Denemelerde iş akışına ait takvim aşağıdaki gibidir;

1. yıl

- 22.03.2007 - Pullukla sürüm yapıldı
- 09.05.2007 İkileme yapıldı (kültüvatör + merdane kombinasyonu)
- 13.05.2007 Ekim yapıldı
- 14.06.2007 1. Sıvı ahır gübresi uygulaması yapıldı
- 04.07.2007 2. Sıvı ahır gübresi uygulaması yapıldı
- 20.07.2007 3. Sıvı ahır gübresi uygulaması yapıldı
- 12.11.2007 Hasat yapıldı

2. yıl

- 24.03.2008 - Pullukla sürüm yapıldı
- 07.05.2008 İkileme yapıldı (kültüvatör + merdane kombinasyonu)
- 10.05.2008 Ekim yapıldı
- 10.06.2008 1. Sıvı ahır gübresi uygulaması yapıldı
- 27.06.2008 2. Sıvı ahır gübresi uygulaması yapıldı
- 11.07.2008 3. Sıvı ahır gübresi uygulaması yapıldı
- 05.11.2008 Hasat yapıldı

Denemelerde bağımsız olarak seçilen parametreler çizelge 3.5'de olduğu gibi gruplandırılmıştır. Bağımsız olarak seçilen parametrelerden dolayı meydana gelen kombinasyonlardan 11 deneme yapılmış ve denemeler üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Çizelge 3.5. Denemelerde değişken olarak seçilen parametreler

Uygulayıcı ayak tipi	Kazayağı-I (A_1)
	Kazayağı-II (A_2)
	Dar uçlu ayak (A_3)
Çalışma derinliği	5 cm (D_1)
	12.5 cm (D_2)
	20 cm (D_3)
	Kontrol (Gübresiz)
	Mineral gübre

Tüm uygulamalardan elde edilen verilere istatiksel analizler yapılmıştır. Önemli çıkan ortalamalara da **MSTAT-C** paket programı aracılığı ile LSD testi uygulanmıştır. (Düzgüneş ve ark., 1987; Anonymous, 1991).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Makineye Ait Bazı Çalışma Karakteristikleri

4.1.1. Sıvı ahır gübresi dağıtma makinesine ait pompa debisi

Denemede kullanılan sıvı ahır gübresi dağıtma makinesine ait pompa debisi, makine iş genişliği, gübreleme normu ve 4.5 km h^{-1} sabit ilerleme hızına bağlı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Farklı gübreleme normları için belirlenen pompa debisi değerleri

Gübreleme normu (Q) (m^3 ha^{-1})	**Besleme debisi (q_s)** (l s^{-1})
5	1.31
10	2.63
15	3.94
20	5.25
25	6.56
30	7.88
35	9.19
40	10.50
45	11.81
50	13.13

4.1.2. Makineye ait dağılım düzgünlüğü

Yapılan denemeler ve kalibrasyonlar sonucunda sıvı ahır gübresi dağıtma makinesine ait ayaklar arası (enine) dağılım düzgünlüğü CV=%1 ve boyuna dağılım düzgünlüğünün ise ihmal edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. Kabul edilebilir sınırlar dikkate alındığında makinenin dağılım düzgünlüğünün çok iyi olduğu görülmektedir (Anonymous, 1997). Dağılımın düzgünlüğünün yeterli olması diğer bir ifadeyle her bitkiye eşit miktarda gübre verilmesi bitki gelişimi açısından önem taşımaktadır (Bal, 1987).

4.1.3. Çeki kuvveti - tork gereksinimleri ve yakıt tüketimi

Çalışmalarda her kombinasyon üzerindeki etkisi aynı olan ve toplam güç tüketimi içerisindeki payı az olan kuyruk mili gücü ve bunun neden olduğu ek yakıt tüketimi ihmal edilebilir düzeyde olduğu için değerlendirmeye alınmamıştır.

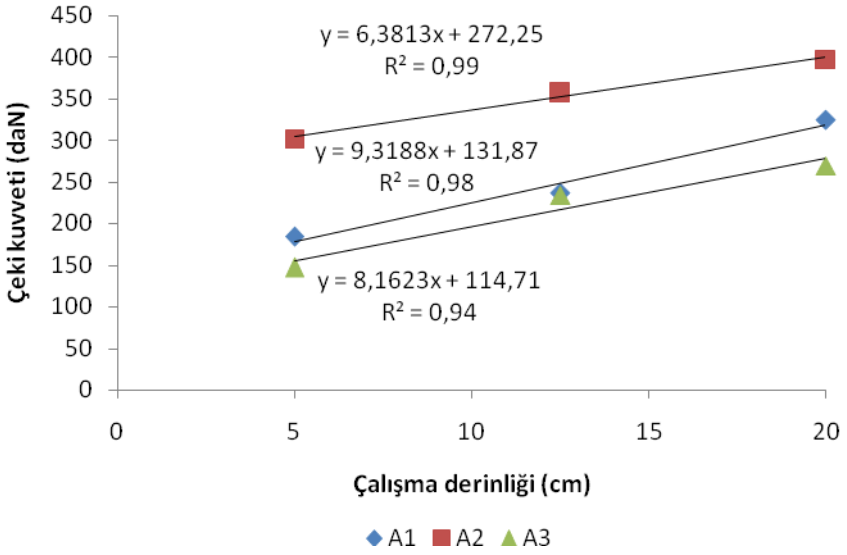
Denemeler sırasında, farklı çalışma kombinasyonlarından elde edilen sıvı gübre dağıtma makinesine ait bazı işletme değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kombinasyonlara ait bazı işletme değerleri

Çalışma kombinasyonları	Teorik hız (km h^{-1})	Gerçek hız (km h^{-1})	Patinaj (%)	Çeki kuvveti (daN)	Yakıt tüketimi (l h^{-1})
A_1D_1		4.19	6.98	184.40	3.35
A_1D_2		4.00	11.11	236.48	4.80
A_1D_3		3.60	20.00	324.18	5.76
A_2D_1		3.83	14.89	301.89	3.83
A_2D_2	4.5	3.53	21.57	356.55	4.94
A_2D_3		3.16	29.82	397.61	6.32
A_3D_1		4.29	4.76	146.94	3.00
A_3D_2		4.00	11.11	233.88	4.40
A_3D_3		3.91	13.04	269.38	5.48
Ortalama	4.5	**3.83**	**14.81**	**272.37**	**4.65**

Çizelge 4.2 incelendiğinde, makinede tek bir ayağa ait çeki kuvveti gereksinimlerinin ayak tipi ve iş derinliğine bağlı olarak değişim gösterdiği görülmektedir. En büyük çeki kuvveti gereksinimi yaklaşık 397.61 daN olarak A_2 ayak tipinde ve D_3 enjeksiyon derinliğinde, en küçük çeki kuvveti gereksinimi ise 146.94 daN olarak A_3 ayak tipinde ve D_1 enjeksiyon derinliğinde tespit edilmiştir.

Farklı çalışma kombinasyonlarından elde edilen sıvı gübre dağıtma makinesine ait çeki kuvveti ile ilgili grafikler Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı ayak tipi ve farklı çalışma derinlikleri için bir ayağa ait çeki kuvveti ihtiyaçları

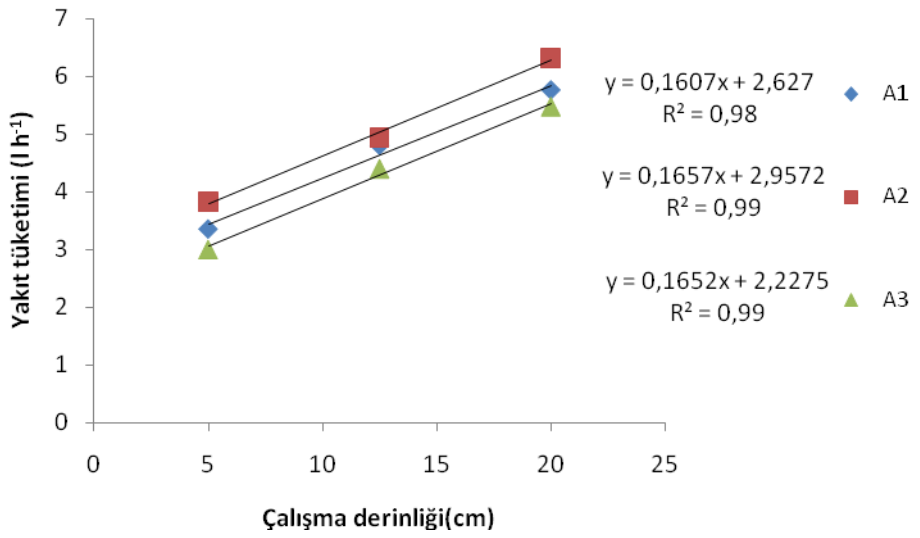
Ayağın kesme genişliği arttışına bağlı olarak makine çeki kuvveti gereksinimi de artmaktadır. Bu değişim genişlik bakımında en küçük (A_3) ve orta sınıf ayak (A_1) arasında yaklaşık %15 dolaylarındayken, orta sınıf ayak (A_1) ve en geniş ayak (A_2) arasında yaklaşık %41 olarak bulunmuştur. Bu durum çeki kuvveti gereksiniminin ayak genişliği ile doğru orantılı olarak değişim göstermediğini ifade etmektedir. Ayak genişliğinin artması, ayağın toprakta meydana getirdiği deformasyon alanının daha büyük oranda artışına sebebiyet vermesinden dolayı, bir ayağın çeki kuvveti gereksinimi ayak genişliği arttıkça doğrusal değil daha büyük oranlarda artış göstermektedir (McKyes, 1985; Rahman and Chen, 2001).

İş derinliğinin artması ile çeki kuvveti gereksinimi de doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Şekil 4.1 incelendiğinde iş derinliği ve çeki kuvveti gereksinimi arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Şekil 4.1'de, herbir ayak tipi için, iş derinliği ve çeki kuvveti arasındaki ilişkiyi gösteren Regresyon denklemleri ve determinasyon katsayıları verilmiştir. Regresyon denklemleri incelendiğinde determinasyon katsayısının %94-99 arasında olduğu görülmektedir. Benzer sonuçları, Huijsmans ve ark. (1998) ve Chen ve Heppner, (2002) de belirtmişlerdir.

Sonuçlar incelendiğinde çeki kuvveti gereksinimini azaltabilmek için ya ayak genişliğinin ya da çalışma derinliğinin azaltılması gerektiği anlaşılmaktadır. Ancak gübrenin bitki kök bölgesine aktarılması ve gübre uygulandıktan sonra meydana gelebiliecek azot kayıpları sebebiyle çalışma derinliği belirli eşik değerden daha küçük

seçilememektedir. Diğer yandan yüksek normlarda gübreyi toprağa enjekte edebilmek için ayağın açtığı çizinin de büyük olması gerekmekte ve özellikle yüksek gübre normları için geniş tip ayaklar tercih edilmektedir. Bu problemleri aşabilmek için, son yıllarda yapılan araştırmalarda dar tipteki ayaklara ilave ince kanatlar monte etmek gibi tedbirlerle, hem yüksek normlardaki gübrenin toprağa verilebilmesi hem de çeki kuvvetinin azaltılması yolları aranmaktadır (Chen ve Heppner, 2002; Rahman ve ark., 2005).

Farklı çalışma kombinasyonlarından elde edilen sıvı gübre dağıtma makinesine ait yakıt tüketimi ile ilgili grafikler Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı ayak tipi ve farklı iş derinliğinde tespit edilen yakıt tüketimi değerleri

Çizelge 4.2 incelendiğinde, makineye ait yakıt tüketiminin, ayak tipi ve iş derinliğine bağlı olarak değişim gösterdiği görülmektedir. En büyük yakıt tüketimi yaklaşık 6.32 l h^{-1} olarak A_2 ayak tipinde ve D_3 enjeksiyon derinliğinde, en küçük yakıt tüketimi ise yaklaşık 3.00 l h^{-1} olarak A_3 ayak tipinde ve D_1 enjeksiyon derinliğinde tespit edilmiştir. Ayak genişliğinin artışına paralel olarak yakıt tüketimi değerleri de artış göstermiştir. Yakıt tüketim değerleri küçükten büyüğe doğru sıralandığında, A_3 ayak tipi için 4.29 l h^{-1}, A_1 ayak tipi için 4.64 l h^{-1} ve A_2 ayak tipi için de 5.03 l h^{-1} olduğu belirlenmiştir. Ayağın kesme genişliğinin artması çeki kuvveti gereksinimini

artırmakta ve buna bağlı olarak da yakıt tüketimi artmaktadır (Huijsmans ve Mol, 1999).

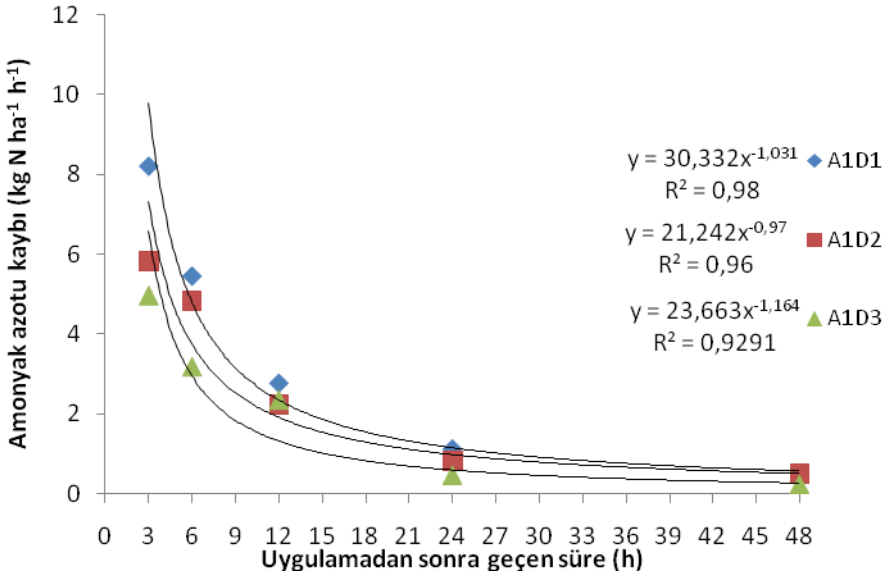
İş derinliğinin artması yakıt tüketimini artırmıştır. Bu değişimin D_1 enjeksiyon derinliği için 3.39 l h^{-1}, D_2 enjeksiyon derinliği için 4.71 l h^{-1} ve D_3 enjeksiyon derinliği için 5.85 l h^{-1} olduğu belirlenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda iş derinliği ile yakıt tüketimi arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.2'de, herbir ayak tipi için, iş derinliği ve yakıt tüketimi arasındaki ilişkiyi gösteren Regresyon denklemleri ve determinasyon katsayıları verilmiştir. Regresyon denklemleri incelendiğinde determinasyon katsayısının %98-99 arasında olduğu görülmektedir. İş derinliğinin artmasının yakıt tüketimini artırdığı Huijsmans ve Mol (1999) tarafından da vurgulanmaktadır.

Çizelge 4.2 incelendiğinde çeki kuvveti gereksiniminin yüksek olduğu A_1D_3, A_2D_2 ve A_2D_3 kombinasyonlarında patinaj oranlarının da (%20, %21.57 ve %29.82) yüksek olduğu görülmektedir. Patinajın yüksek olduğu kombinasyonlarda ise yakıt tüketimi değerlerinde de artışlar görülmüştür. Patinajın yüksek olmasına ayak genişliği, göğüs açısı ve çalışma derinliğinin yanı sıra toprak yapısı ve neminin etkili olduğu söylenebilir. Yalçın ve ark. (1996) ve Yalçın ve ark (2001) patinajın artmasının yakıt tüketimini artırdığını ifade etmektedirler. Ayrıca belirli bir değerden daha yüksek (%13-15) patinaj çeki yeteneği ve iş başarısını azaltmaktadır (Akıncı ve Sabancı, 1991).

4.2. Uygulamaların Toprak Yüzeyinden Meydana Gelen Amonyak Azotu (NH_3-N) Kayıplarına Etkisi

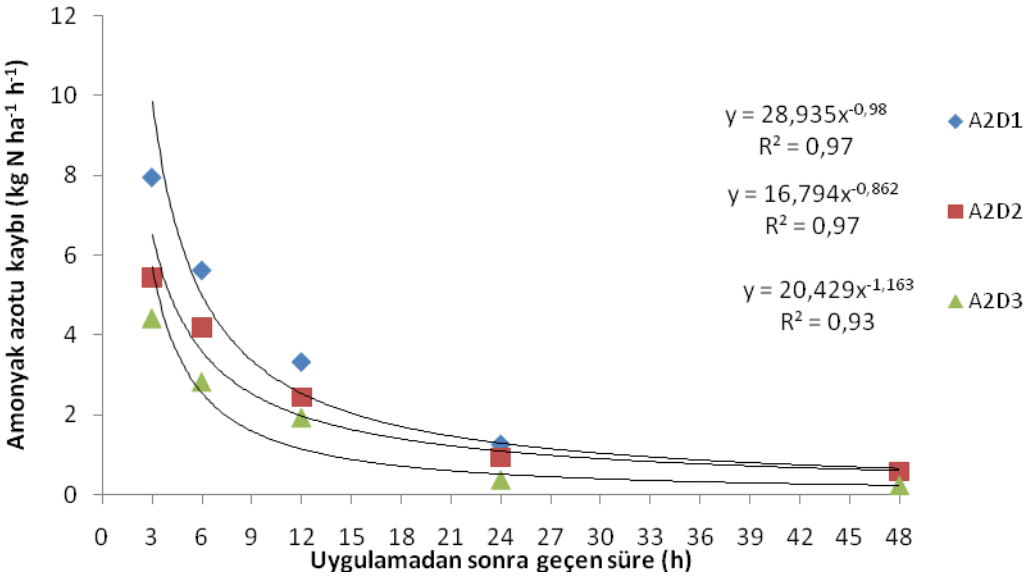
Denemelerde kullanılan A_1 ayak tipi ile yapılan uygulamalar sırasında üç farklı enjeksiyon derinliğinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 4.3'te verilmiştir.

Şekil 4.3 incelendiğinde A_1 ayak tipi ile üç faklı enjeksiyon derinliğinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. A_1 ayak tipinde D_1, D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için azot kayıpları sırasıyla; 17.73 kg ha^{-1}, 13.93 kg ha^{-1} ve 10.81 kg ha^{-1} olduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun D_1, D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için sırasıyla; %8.9, %7 ve %5.4'ünün buharlaşarak kaybolduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.3. A_1 ayak tipine ait üç farklı enjeksiyon derinliğinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

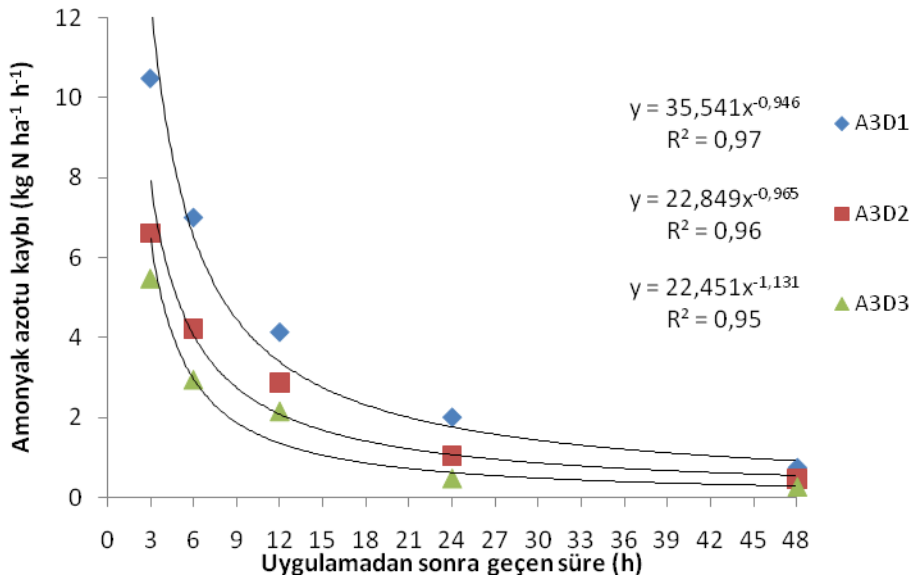
Denemelerde kullanılan A_2 ayak tipi ile yapılan uygulamalar sırasında üç farklı enjeksiyon derinliğinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. A_2 ayak tipine ait üç farklı enjeksiyon derinliğinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Şekil 4.4 incelendiğinde A_2 ayak tipi ile üç faklı enjeksiyon derinliğinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. A_2 ayak tipinde D_1, D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için azot kayıpları sırasıyla; 18.95 kg ha^{-1}, 13.21 kg ha^{-1} ve 9.43 kg ha^{-1} olduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun D_1, D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için sırasıyla; %9.5, %6.6 ve %4.7'sinin buharlaşarak kaybolduğu anlaşılmaktadır.

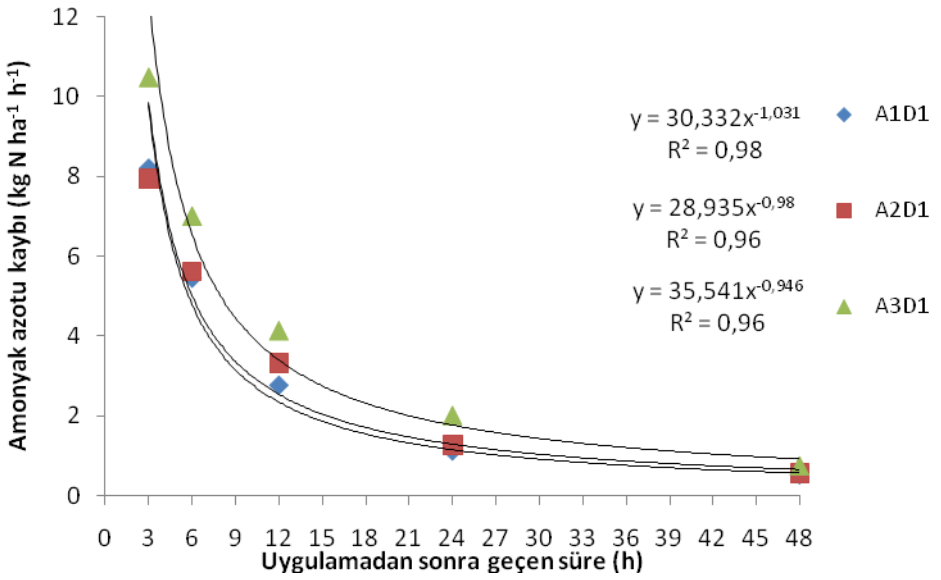
Denemelerde kullanılan A_3 ayak tipi ile yapılan uygulamalar sırasında üç farklı enjeksiyon derinliğinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. A_3 ayak tipine ait üç farklı enjeksiyon derinliğinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Şekil 4.5 incelendiğinde A_3 ayak tipi ile üç faklı enjeksiyon derinliğinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. A_3 ayak tipinde D_1, D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için azot kayıpları sırasıyla; 23.80 kg ha^{-1}, 15.08 kg ha^{-1} ve 11.17 kg ha^{-1} olduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun D_1, D_2 ve D_3 enjeksiyon derinliği için sırasıyla; %11.9, %7.5 ve %5.6'sının NH_3-N şeklinde kaybolduğu anlaşılmaktadır.

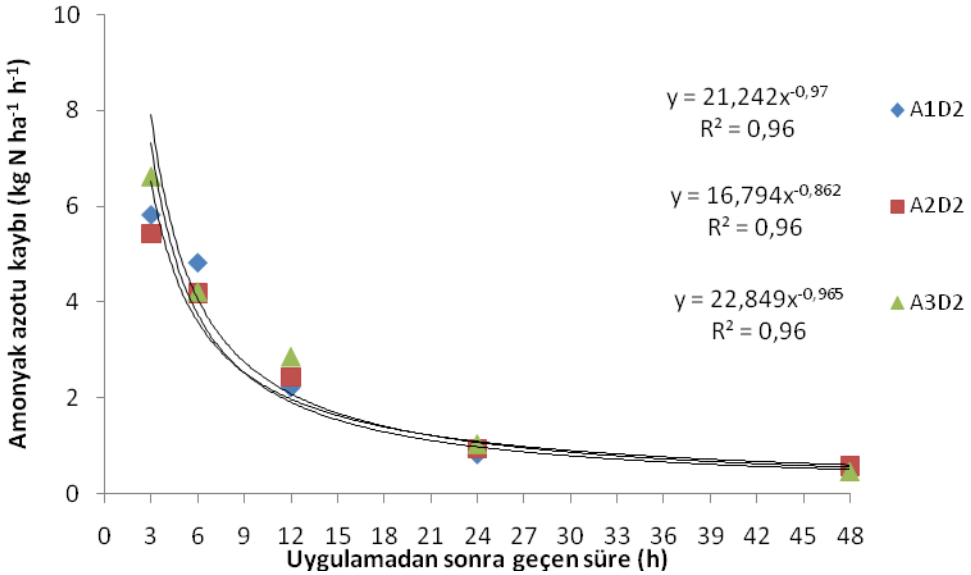
Denemeler sırasında D_1 enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. D_1 enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Şekil 4.6 incelendiğinde D_1 enjeksiyon derinliği ile üç faklı ayak tipinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. D_1 enjeksiyon derinliğinde uygulanan gübrenin 20.16 kg ha^{-1}'nın kaybolduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun yaklaşık %10.1'i buharlaşarak kaybolmuştur.

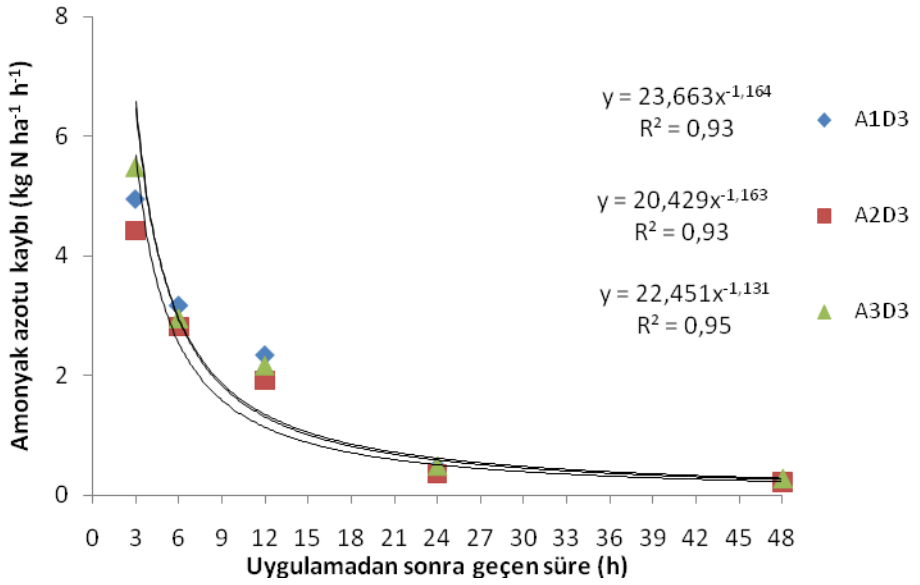
Denemeler sırasında D_2 enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. D_2 enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Şekil 4.7 incelendiğinde D_2 enjeksiyon derinliği ile üç faklı ayak tipinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. D_2 enjeksiyon derinliğinde uygulanan gübrenin 14.07 kg ha^{-1}'nın kaybolduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun yaklaşık %7'si buharlaşarak kaybolmuştur.

Denemeler sırasında D_3 enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde belirlenen amonyak kayıpları Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8. D_2 enjeksiyon derinliği için üç farklı ayak tipinde tespit edilen amonyak azotu kayıpları

Şekil 4.8 incelendiğinde D_3 enjeksiyon derinliği ile üç faklı ayak tipinde açığa çıkan amonyak azotu kayıpları görülmektedir. D_3 enjeksiyon derinliğinde uygulanan gübrenin 10.47 kg ha^{-1}'nın kaybolduğu görülmektedir. Parsellere uygulanan toplam azotun yaklaşık %5.2'si buharlaşarak kaybolmuştur.

Şekil 4.3 - 4.8 incelendiğinde genel olarak toplam amonyak azotu kaybının yaklaşık %45'i ilk üç saat içinde, %70'i ise ilk 6 saat içerisinde meydana geldiği görülmektedir. Smith ve ark. (2000) ve Thompson ve Messinger (2004) amonyak azotu kaybının uygulamadan sonraki ilk gün içerisinde ve ilk saatlerde maksimum düzeyde olduğunu, Huijsmans ve ark. (2001) uygulama şekline bağlı olarak en fazla amonyak azotu kaybının birinci saatte meydana geldiğini, Misselbrook ve ark. (2002b) de uygulamadan sonra meydana gelen toplam kaybın %50'den fazlası ise ilk beş saat içerisinde meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Her bir çalışma kombinasyonundan elde edilen toplam azot kayıplarına uygulanan varyans analizi Çizelge 4.3'de ve önemli çıkan parametrelere uygulanan LSD testi sonuçları da Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı çalışma kombinasyonlarında tespit edilen amonyak azotu kayıplarına uygulanan varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	59.672	29.836	214789.2190
Yıl (A)	1	0.000	0.000	0.4960
Hata-1	2	0.000	0.000	
Ayak tipi (B)	2	92.196	46.098	77.0638**
AxB	2	0.001	0.000	0.0005
Güb. Uyg. Derinliği (C)	2	849.820	424.910	710.3384**
AxC	2	0.001	0.001	0.0008
BxC	4	70.261	17.565	29.3643**
AxBxC	4	0.001	0.000	0.0004
Hata	32	19.142	0.598	
GENEL	53	1091.093		

**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.4. Farklı çalışma kombinasyonlarında tespit edilen amonyak azotu kayıplarına uygulanan LSD testi sonuçları

	Amonyak azotu kaybı (kg N ha^{-1})									
Ayak tipi	**A_1**			**A_2**			**A_3**			**Genel**
Derinlik	**2007**	**2008**	**Ort.**	**2007**	**2008**	**Ort.**	**2007**	**2008**	**Ort.**	**Ort.**
D_1	18.03	17.42	**17.73b**	18.68	19.21	**18.94b**	24.35	23.25	**23.80a**	**20.16 a**
D_2	14.19	13.66	**13.93cd**	13.56	12.86	**13.21d**	15.20	14.96	**15.08c**	**14.07 b**
D_3	11.15	10.46	**10.81e**	9.74	9.11	**9.43f**	11.34	11.00	**11.17e**	**10.47 c**
Gen. Ort.	14.46	13.85	**14.16 b**	13.99	13.73	**13.86 b**	16.96	16.40	**16.68 a**	

LSD (Ayak tipi ve derinlik) : 0.7059 LSD (ayak X derinlik) : 1.223

Uygulamalar sırasında belirlenen toplam azot kayıplarına uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre; ayak tipi, gübre enjeksiyon derinliği ve ayak tipi x gübre enjeksiyon derinliği interaksiyonunun amonyak azotu kaybı üzerine etkili olduğu, yıllar arasındaki farkın ise istatistiki anlamda önemsiz olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3).

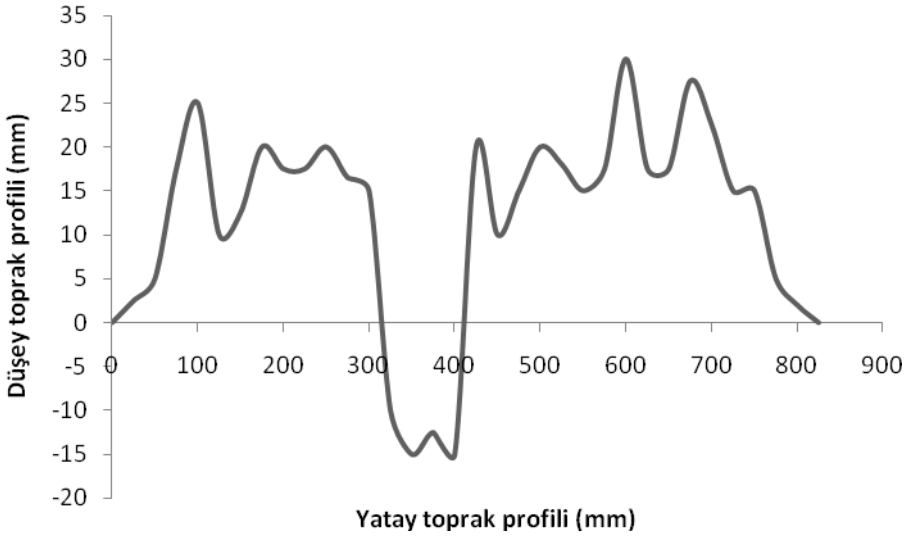
Çizelge 4.4 incelendiğinde ayak tipleri arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmuş ve en fazla amonyak azotu kaybı A_3 ayak tipinde 16.68 kg ha^{-1}, en az amonyak azotu kaybı ise A_2 ayak tipinde 13.86 kg ha^{-1} olarak tespit edilmiştir. Azot kayıpları gübre enjeksiyon derinlikleri bakımından kıyaslandığında, gübre enjeksiyon derinliğinin amonyak azotu kaybını etkilediği görülmektedir. En fazla amonyak azotu kaybı D_1 enjeksiyon derinliğinde 20.16 kg ha^{-1}, en az amonyak azotu kaybı ise D_3 ayak

tipinde 10.47 kg ha^{-1} olarak gözlenmiştir. Enjeksiyon derinliğinin artmasının amonyak azotu kaybı azot kaybını azalttığı söylenebilir.

Ayak tipi X gübre enjeksiyon derinliği interaksiyonu incelendiğinde A_1D_1 ile A_2D_1 kombinasyonu ve A_1D_2 ile A_2D_2 kombinasyonu amonyak azotu kaybı bakımından istatistiki olarak benzer sonuçları göstermiştir. Genel olarak A_1 ayak tipine ait kombinasyonlarla A_2 ayak tipine ait kombinasyonlar benzer guruplarda yer alırken A_3 ayak tipine ait kombinasyonlar diğerlerinden ayrılmaktadır. Benzer şekilde D_3 kombinasyonları da benzer guruplarda yer alırken diğer iki derinliğe ait kombinasyonların farklılık gösterdiği görülmektedir. Amonyak azotu kaybı bakımından en iyi sonuçlar, diğer bir ifade ile en az amonyak azotu kaybının meydana geldiği kombinasyonlar sırasıyla; A_2D_3, A_1D_3 ve A_3D_3 kombinasyonlarıdır. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde A_2 ayak tipinde ve D_3 enjeksiyon derinliği amonyak azotu kaybı bakımından en iyi sonuçları veren kombinasyondur denilebilir.

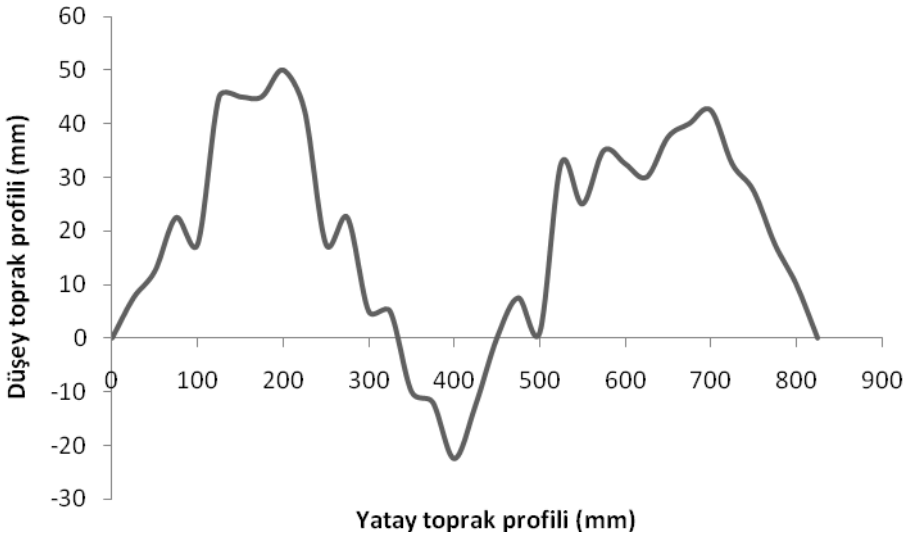
4.3. Risk Faktörüne (F_r) Bağlı Gübre Buharlaşma İndeksi (I_m) Sonuçları

Denemelerde üç farklı ayak tipi ve üç faklı çalışma derinliğinde sıvı ahır gübresi uygulaması sonrası toprakta oluşan yüzey profilleri Şekil 4.9..4.17'de verilmiştir.



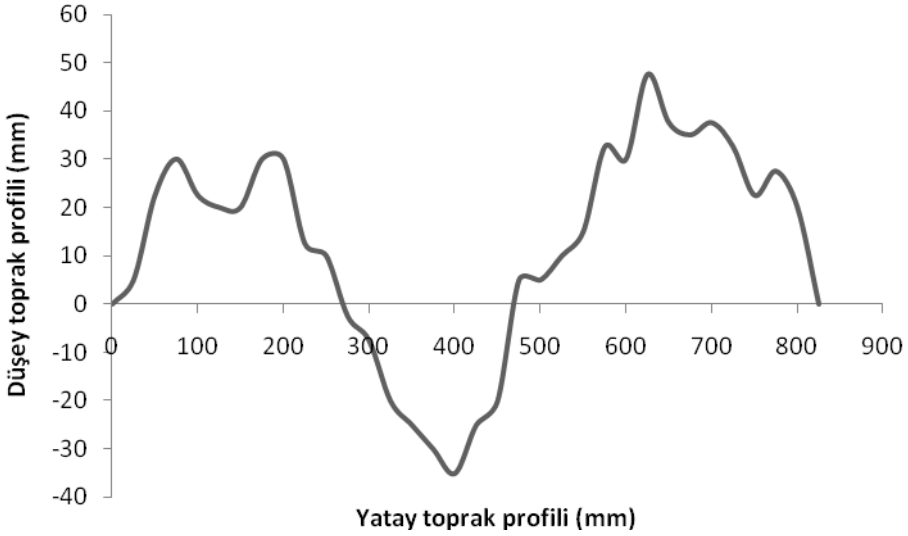
Şekil 4.9. A_1D_1 kombinasyonunda oluşan toprak yüzey profili

Şekil 4.9'da verilen A_1D_1 çalışma kombinasyonuna ait toprak yüzey profili incelendiğinde ilgili kombinasyona ait risk faktörünün (F_r) 15 mm olduğu görülmektedir.



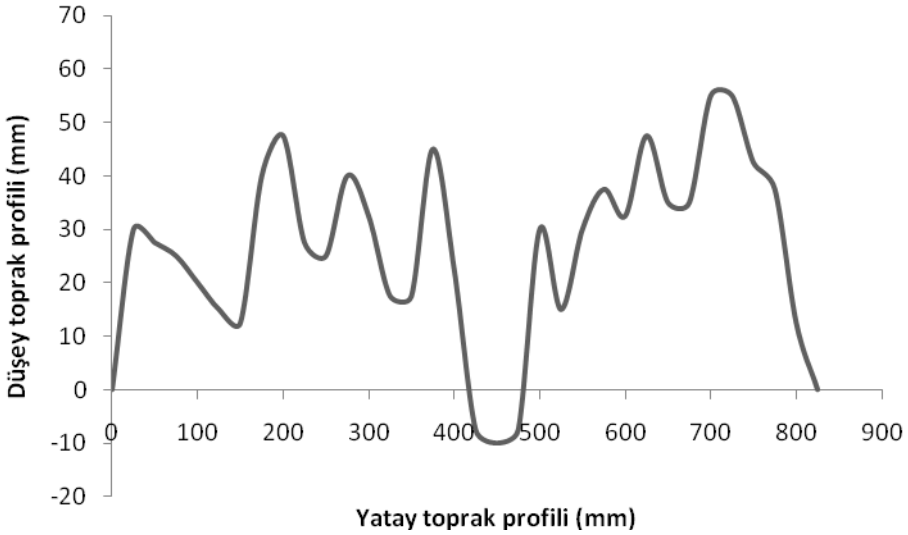
Şekil 4.10. A_1D_2 kombinasyonunda oluşan toprak yüzey profili

Şekil 4.9'da verilen A_1D_2 çalışma kombinasyonuna ait toprak yüzey profili incelendiğinde ilgili kombinasyona ait risk faktörünün (F_r) 22.5 mm olduğu görülmektedir.



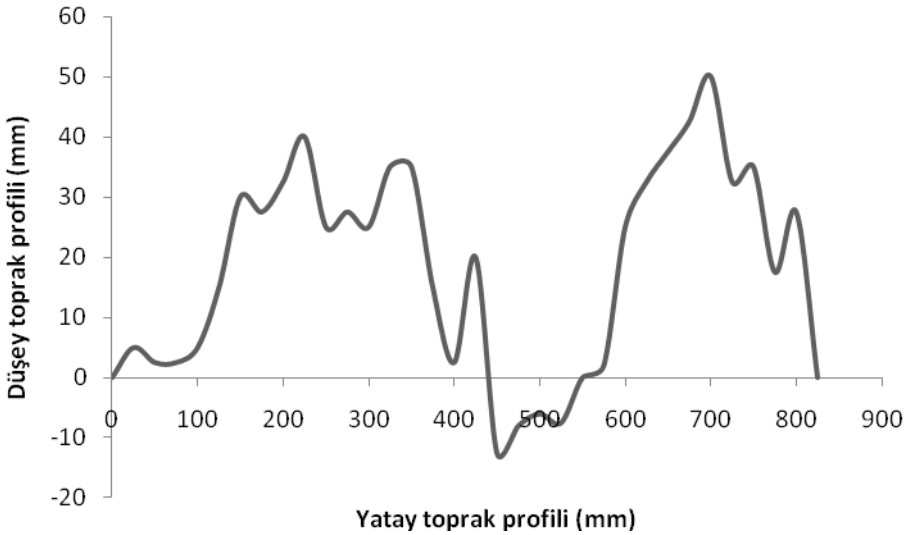
Şekil 4.11. A_1D_3 kombinasyonunda oluşan toprak yüzey profili

Şekil 4.11'de verilen A_1D_3 çalışma kombinasyonuna ait toprak yüzey profili incelendiğinde ilgili kombinasyona ait risk faktörünün (F_r) 35 mm olduğu görülmektedir.



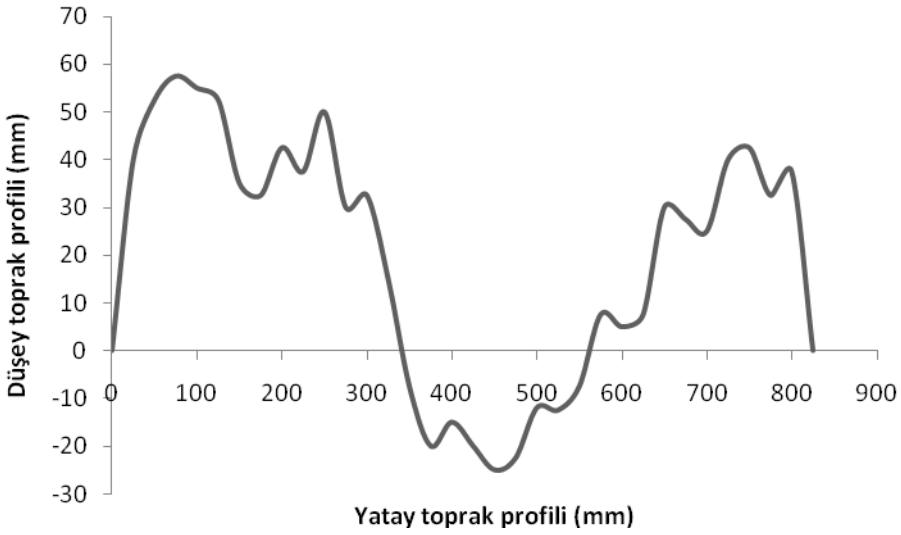
Şekil 4.12. A_2D_1 kombinasyonunda oluşan toprak yüzey profili

Şekil 4.12'de verilen A_2D_1 çalışam kombinasyonuna ait toprak yüzey profili incelendiğinde ilgili kombinasyona ait risk faktörünün (F_r) 10 mm olduğu görülmektedir.



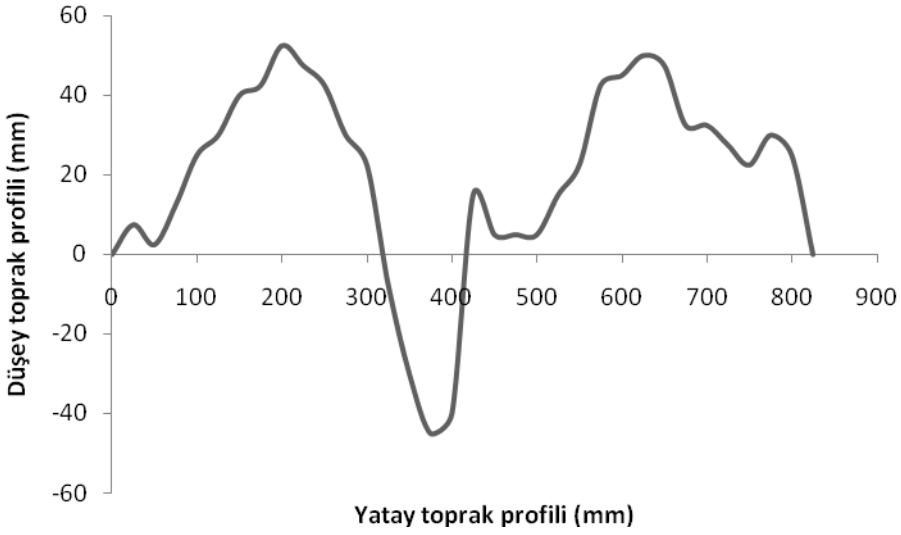
Şekil 4.13. A_2D_2 kombinasyonunda oluşan toprak yüzey profili

Şekil 4.13'de verilen A_2D_2 çalışma kombinasyonuna ait toprak yüzey profili incelendiğinde ilgili kombinasyona ait risk faktörünün (F_r) 12.5 mm olduğu görülmektedir.



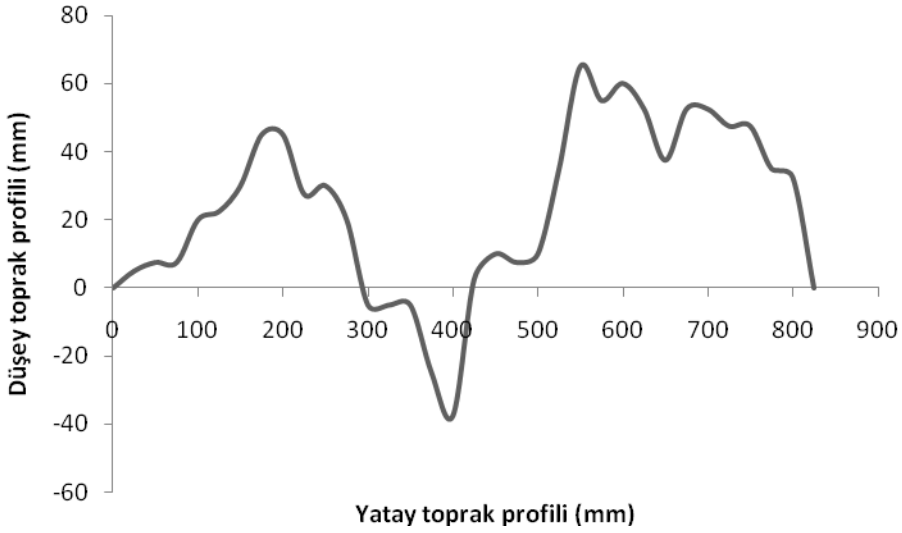
Şekil 4.14. A_2D_3 kombinasyonunda oluşan toprak yüzey profili

Şekil 4.14'de verilen A_2D_3 çalışma kombinasyonuna ait toprak yüzey profili incelendiğinde ilgili kombinasyona ait risk faktörünün (F_r) 25 mm olduğu görülmektedir.



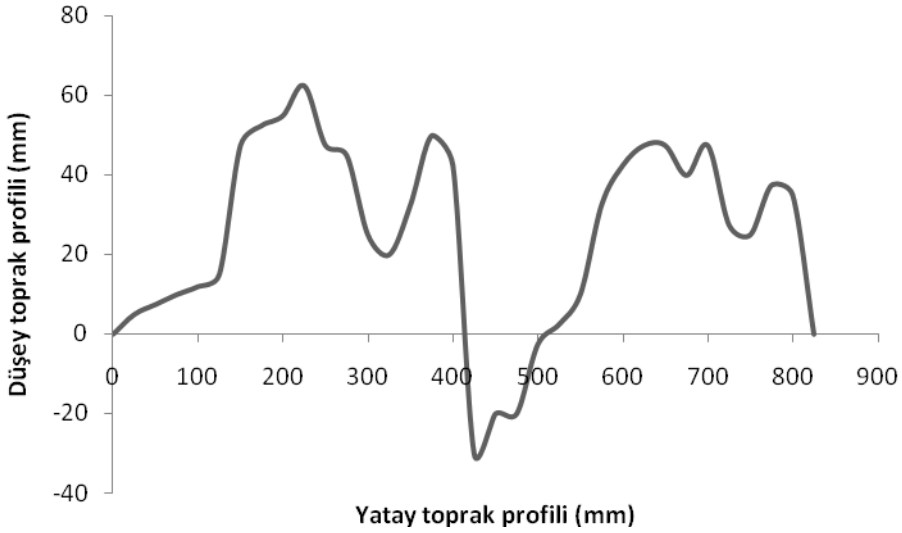
Şekil 4.15. A_3D_1 kombinasyonunda oluşan toprak yüzey profili

Şekil 4.15'de verilen A_3D_1 çalışma kombinasyonuna ait toprak yüzey profili incelendiğinde ilgili kombinasyona ait risk faktörünün (F_r) 41.5 mm olduğu görülmektedir.



Şekil 4.16. A_3D_2 kombinasyonunda oluşan toprak yüzey profili

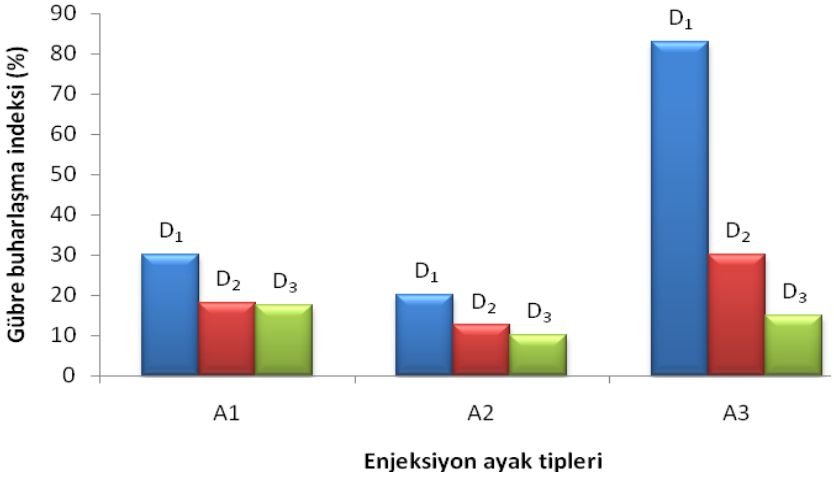
Şekil 4.16'da verilen A_3D_2 çalışma kombinasyonuna ait toprak yüzey profili incelendiğinde ilgili kombinasyona ait risk faktörünün (F_r) 37.5 mm olduğu görülmektedir.



Şekil 4.17. A_3D_3 kombinasyonunda oluşan toprak yüzey profili

Şekil 4.17'de verilen A_3D_2 çalışma kombinasyonuna ait toprak yüzey profili incelendiğinde ilgili kombinasyona ait risk faktörünün (F_r) 30 mm olduğu görülmektedir.

Uygulamalar sırasında açığa çıkan risk faktörüne bağlı olarak hesaplanan gübre buharlaşma indeksi (I_m) Şekil 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.18. Çalışama kombinasyonları için hesaplanan gübre buharlaşma indeksi değerleri

Şekil 4.18 incelendiğinde en büyük I_m değeri %83 olarak A_3D_1 kombinasyonunda tespit edilmiştir. Bu kombinasyonu sırasıyla A_3D_2 ve A_1D_1 kombinasyonları takip etmektedir. En küçük Im değeri ise %10 olarak A_2D_3 kombinasyonundan hesaplanmıştır. Gübre buharlaşma indeksi ayak tipleri bakımından değerlendirildiğinde A_1, A_2 ve A_3 ayak tipleri için sırasıyla; %21.8, %14.2 ve %42.7 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde gübre buharlaşma indeksi uygulama derinliği bakımından değerlendirildiğinde D_1, D_2 ve D_3 gübre uygulama derinlikleri için sırasıyla; %44.3, %20.2 ve %14.2 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde en büyük I_m değerinin A_3 ayak tipinde ve D_1 uygulama derinliğinde oluştuğu tespit edilmiştir.

Amonyak azotu kaybı ve gübre buharlaşma indeksi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; ayak genişliğinin artışına paralel olarak gübre buharlaşma indeksinin ve amonyak azotu kaybının azaldığı söylenilebilir. Ayak genişliğinin artması toprakta gübre için daha büyük bir kanal açılacağı anlamına gelmekte ve toprak – gübre karışımının daha iyi olmasına olanak sağlamaktadır (Chen ve ark., 2001; Chen ve

Tessier, 2001; Koelsch, 1995; Rahman ve ark., 2004; Rahman ve Chen, 2001; Warner ve Godwin, 1988). Toprakta oluşturulan kanalın geniş olması ve daha iyi toprak – gübre karışımı, hem gübrenin bitki köklerine daha iyi ulaştırılmasını hem de buharlaşmadan kaynaklanan amonyak azotu kaybının azalmasını sağlamaktadır.

Gübre uygulama derinliğinin artması buharlaşma indeksininin ve amonyak azotu kaybının azalmasına sebep olmuştur. Enjeksiyon derinliğinin artmasıyla toprakta gübre daha derine bırakılmakta ve gübrenin üzeri daha kalın bir toprak tabakasıyla kapatılmaktadır. Bu sonuç risk faktörünün de azaldığı anlamına gelmektedir. Rahman ve ark. (2005) ayak genişliği ve gübre uygulama derinliğinin artması sonucu risk faktörünün azaldığını ve buna bağlı olarak da gübre buharlaşma indeksinin ve amonyak azotu kaybının azaldığını ifade etmişlerdir. Denemelerde elde edilen risk faktörü, gübre buharlaşma indeksi ve amonyak azotu kaybı değerleri ayak tipi ve enjeksiyon derinliği yönleriyle literatürde belirtilen sonuçlara benzerlik göstermektedir (Rahman ve ark., 2005; Koelsch, 1995; Nyord ve ark., 2008; Ozbek ve ark., 2010).

4.4. Verim ve Verim Parametreleri Sonuçları

4.4.1. Verim parametreleri sonuçları

Deneme parsellerinde bitki çıkışıyla birlikte yapılan ölçümler sonucunda; mısırın ortalama çimlenme tarihi, çimlenme oranı indeksi ve tarla filiz çıkışı değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Denemede uygulama parsellerinde tespit edilen MED, ERİ ve TFÇ değerleri

Uygulamalar	MED (gün)	ERI (adet/m.gün)	TFÇ (%)
A_1D_1	15.85	0.34	91
A_1D_2	15.42	0.33	92
A_1D_3	15.26	0.33	94
A_2D_1	14.92	0.31	89
A_2D_2	15.12	0.32	93
A_2D_3	14.97	0.34	94
A_3D_1	14.85	0.32	91
A_3D_2	15.02	0.33	90
A_3D_3	15.26	0.35	94
Mineral	15.32	0.34	96
Kontrol	17.54	0.23	78

Çizelge 4.5 incelendiğinde bütün çalışma kombinasyonlarında MED, ERİ ve TFÇ değerleri benzerlik göstermektedir. Kontrol parselinde ise daha düşük sonuçlara rastlanmaktadır. Ekim öncesi ve ekim sırasında kontrol parseli dışında diğer parsellere farklı muamele yapılmamış olması buna neden olarak söylenebilir. Kontrol parseline ekim sırasında hiç gübre verilmemesi değerlerin düşük olmasına neden olmuştur.

4.4.2.Tane verimi

Denemelerde farklı uygulama şekillerine bağlı tespit edilen tane verimi değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Uygulamalar arası tane verimi varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	2800.848	1400.424	0.3644
Yıl (A)	1	794.561	794.561	0.2068
Hata-1	2	7685.939	3842.970	
Uygulamalar (B)	10	3458750.788	345875.079	94.1875**
AxB	10	51432.606	5143.261	1.4006
Hata	40	146887.879	3672.197	
GENEL	65	3668352.621		

**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.6'nın incelenmesinden farklı gübre uygulama şekillerinin verim üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Tane verimi ile ilgili LSD testi sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı uygulama şekillerinden elde edilen tane verimlerine uygulanan LSD testi sonuçları

Uygulamalar	Tane Verimi (kg ha^{-1})			
	2007	**2008**	**Ortalama**	
A_1D_1	12690	11740	12220 **b**	±608.13
A_1D_2	14630	14260	14440 **a**	±917.01
A_1D_3	15430	15190	15310 **a**	±702.04
A_2D_1	10620	1006	10340 **d**	±536.55
A_2D_2	10480	11030	10760 **cd**	±630.53
A_2D_3	9520	10350	9940 **d**	±582.26
A_3D_1	10670	10600	10630 **cd**	±355.71
A_3D_2	11350	11790	11570 **bc**	±598.91
A_3D_3	12290	12330	12310 **b**	±323.58
Mineral	12380	12780	12580 **b**	±297.50
Kontrol	6720	5890	6300 **e**	±884.82
Genel ortalama	**11530**	**11460**		

LSD (0.01) = 946.2

Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen tane verimi değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Sıvı ahır gübresinin faklı uygulama şekillerinden elde edilen tane verimlerine uygulanan varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	1061.370	530.685	0.0580
Yıl (A)	1	181.500	181.500	0.0198
Hata-1	2	18311.444	9155.722	
Ayak tipi (B)	2	1250046.259	625023.130	186.4421**
AxB	2	16442.111	8221.056	2.4523
Güb. Uyg. Derinliği (C)	2	217216.926	108608.463	32.3975**
AxC	2	16282.111	8141.056	2.4284
BxC	4	193516.852	48379.213	14.4313**
AxBxC	4	6504.778	1626.194	0.4851
Hata	32	107275.852	3352.370	
GENEL	53	1826839.204		

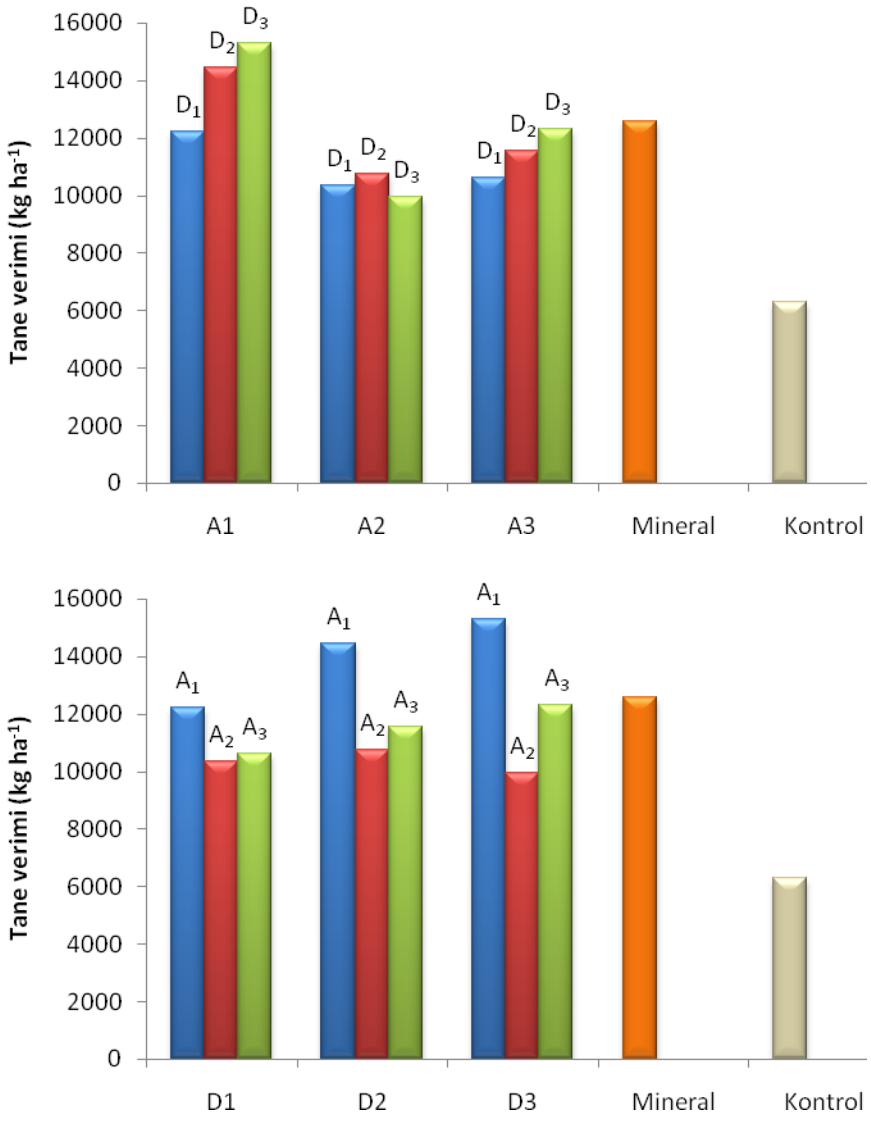
**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.8'in incelenmesinden ayak tipi, enjeksiyon derinliği ve ayak tipi X enjeksiyon derinliği interaksiyonunun tane verimi üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Tane verimi ile ilgili grafik Şekil 4.19'da ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinde tespit edilen tane verimlerine uygulanan LSD testi sonuçları

	Tane Verimi (kg ha^{-1})									
Ayak Tipi	**A_1**			**A_2**			**A_3**			**Genel**
Derinlik	**2007**	**2008**	**Ort.**	**2007**	**2008**	**Ort.**	**2007**	**2008**	**Ort.**	**Ort.**
D_1	12690	11740	12220 b	10620	10060	10340 d	10670	10600	10630 cd	**11063 b**
D_2	14630	14260	14440 a	10480	11030	10760 cd	11350	11790	11570 bc	**12257 a**
D_3	15430	15190	15310 a	9520	10350	9940 d	12290	12330	12310 b	**12519 a**
Gen.Ort.	**14250**	**13730**	**13990 a**	**10207**	**10480**	**10347 c**	**11437**	**11573**	**11503 b**	

LSD (Ayak tipi ve derinlik) : 528.5 LSD (ayak X derinlik) : 915.4



Şekil 4.19. Farklı çalışma kombinasyonlarından elde edilen tane verimleri (kg ha^{-1})

Araştırmada en yüksek tane verim değerleri ilk yıl 15430 kg ha^{-1} verim ile A_1D_3 kombinasyonundan, ikinci yıl ise 15190 kg ha^{-1} verim ile yine aynı kombinasyondan elde edilmiştir (Çizelge 4.7 ve 4.9). İki yılın ortalaması olarak ise en yüksek tane verimi 15310 kg ha^{-1} ile kazayağı-I ayak tipi ve 20 cm enjeksiyon derinliği olan aynı çalışma kombinasyonundan elde edilmiştir. Bu kombinasyonu A_1D_2 kombinasyonu takip etmektedir. Çizelge 4.7 ve 4.9'da görüleceği üzere bu iki uygulama istatistiki olarak aynı gurupta yer almıştır. Araştırmada her iki yılda da en düşük tane verimleri kontrol uygulamasından elde edilirken, kontrol parsellerinden sonra en düşük tane verim değerlerinin elde edildiği uygulama ise A_2D_3 kombinasyonudur.

Şekil 4.5 incelendiğinde en yüksek verim değerlerinin A_1 ayak tipine ait kombinasyonlardan elde edildiği görülmektedir. Sırasıyla bu kombinasyonu mineral gübre uygulaması, A_3 ayak tipine ait kombinasyonlar, A_2 ayak tipine ait kombinasyonlar ve kontrol parselleri takip etmiştir. Çalışma kombinasyonlarına bakıldığında A_1 ve A_3 ayak tiplerinde sıvı ahır gübresinin uygulama derinliğinin artışına paralel olarak tane veriminin de arttığı gözlenmektedir. Ancak A_2 ayak tipinde bu trendin bozulduğu gözlenmiştir.

Araştırmada A_1D_2 ve A_1D_3 uygulamaları aynı gurupta yer alırken, A_1D_1, A_3D_2, A_3D_3 ve Mineral uygulamaları da kendi aralarında benzer istatistiki gruplarda yer almışlardır (Çizelge 4.8 ve 4.10). Araştırmada elde edilen tane verimi değerleri üzerine uygulanan varyans analizi ve LSD testi sonuçlarına göre A_2 ve A_3 ayak tipleri istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde D_2 ve D_3 enjeksiyon derinlikleri de istatistiki olarak benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.9).

Araştırmada sıvı ahır gübresinin farklı uygulamalarından kaynaklanan azot kayıpları bakımından A_2 ayak tipi en az amonyak azotu kaybına sebebiyet vermesine rağmen, tane verimi bakımından bu ayak tipinin diğer uygulamalardan daha düşük olduğu görülmektedir. Özellikle bu ayak tipinin D_3 enjeksiyon derinliğinde meydana gelen amonyak azotu kaybı değerleri tüm uygulamalardakinden daha düşüktür. Ancak tane veriminin yüksek olması beklenen kombinasyondan (A_2D_3) kontrol parselinden sonra en düşük tane verimi elde edilmiştir. Bu durumun, 350 mm genişliğe sahip olan bu ayak tipinin özellikle büyük iş derinliklerinde toprakta oluşturduğu deformasyonda göz önüne alındığında, bitki köklerine zarar verdiğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Chen ve Rahman (1999); Huijsmans ve ark. (1998); McLaughlin ve ark. (2006) geniş tip ayakların derinliğe bağlı olarak artan büyük deformasyon alanları oluşturdukları için bitki köklerine zarar verebildiklerini ve bitki köklerine verilen zararın ise ürün kaybına sebebiyet verdiğini bildirmişlerdir.

Araştırma sonuçlarına bakıldığında sıvı ahır gübresi uygulamalarının kimyasal gübrelere göre çok daha etkili olduğu söylenilebilir. Sutton ve ark. (2009) katı ve sıvı ahır gübresi uygulamalarından mineral gübre uygulamalarına göre daha yüksek verim elde edildiğini ve toprak yapısında da giderek artan bir iyileşmenin olduğunu bildirmişlerdir. Sıvı ahır gübresinin kimyasal gübreler yerine kullanılması sonucu daha yüksek ürün verimi elde edildiği belirtilmektedir (Chen ve Samson, 2002; Chen ve Heppner, 2002). Burada önemli olan sıvı ahır gübresinin uygulanabilirliğini ve uygulama şeklini doğru ve pratik şekilde belirlemektir. Sıvı ahır gübresinin tane verimi

üzerine yaptığı olumlu etki içerdiği yeterli besin elementlerinin (Steineck ve ark., 2000) organik madde artışı ile ve toprak sıkışması, havalanmasının mısır gelişimi için en uygun ortam sağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dahiya ve Singh (1980); Laddha ve ark. (1984), organik maddenin bitkiler için bir besin deposu olması yanı sıra toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmesi sayesinde verimlilik üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir. Toprağa uygulanan ticari azotlu gübreler sulama ve yağış suları ile kolayca yıkanmaktadır. Buna karşılık ahır gübreleri ise, organik artıklardan oluştuğundan, bitkininin ihtiyaç duyduğu bütün elementleri (azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve mikro elementler) içermekte olup, özellikle en önemli bitki besini olan azotun sürekli kaynağını oluşturmaktadır. Mineral gübreler ile yapılan çok sayıda araştırmada mısırın ihtiyacı olan N, P ve K ile mikro elementlerin ilave uygulamaların tane verimini olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Akçin ve ark, 1993; Serin ve Sade, 1995; Özer ve Sade, 1995; Öktem, 1996). Eghball ve Power (1999) sıvı ahır gübresinin mısır bitkisinde kimyasal gübrelere benzer şekilde verim artışı sağladığını ifade etmişlerdir. Christos ve ark. (2008) gübrelemenin organik veya inorganik gübrelerle yapılabileceğini, sıvı ahır gübresinin ise organik gübre olarak kullanılabilecek en iyi gübrelerden birisi olduğunu ve kimyasal gübreler yerine rahatlıkla kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

4.4.3. Bitki boyu

Denemelerde farklı gübre uygulama şekillerine bağlı tespit edilen bitki boyu değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Uygulamalar arası bitki boyu varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	16.869	8.435	0.2449
Yıl (A)	1	83.194	83.194	2.4155
Hata-1	2	68.884	34.442	
Uygulamalar (B)	10	11136.473	1113.647	61.1155**
AxB	10	199.838	19.984	1.0967
Hata	40	728.881	18.222	
GENEL	65	12234.139		

**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.10'un incelenmesinden farklı gübre uygulama şekillerinin bitki boyları üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Bitki boyu ile ilgili LSD testi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı uygulama şekillerinden elde edilen bitki boylarına uygulanan LSD testi sonuçları

Uygulamalar	**Bitki Boyu (cm)**			
	2007	**2008**	**Ortalama**	
A_1D_1	190.3	196.5	193.4 d	±4.22
A_1D_2	201.2	210.6	205.9 bc	±8.31
A_1D_3	222.3	222.1	222.2 a	±3.52
A_2D_1	199.5	198.3	198.9 d	±3.17
A_2D_2	194.4	196.3	195.4 d	±1.62
A_2D_3	194.0	194.4	194..2 d	±9.60
A_3D_1	198.5	200.7	199.6 cd	±5.51
A_3D_2	205.9	211.0	208.5 b	±5.46
A_3D_3	208.4	212.4	210.4 b	±3.20
Mineral	219.5	219.3	219.4 a	±2.78
Kontrol	174.8	171.8	173.3 e	±5.35
Genel ortalama	**200.8**	**203.0**		
LSD (0.01)= 6.665				

Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen bitki boyu değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen bitki boylarına uygulanan varyans analiz sonuçları

V.K.	**S.D.**	**K.T.**	**K.O.**	**F**
Tekerrür	2	46.723	23.361	0.4535
Yıl (A)	1	129.735	129.735	2.5186
Hata-1	2	103.023	51.512	
Ayak tipi (B)	2	1335.603	667.801	43.0497**
AxB	2	54.223	27.112	1.7477
Güb. Uyg. Derinliği (C)	2	1219.396	609.698	39.3041**
AxC	2	40.314	20.157	1.2994
BxC	4	1749.128	437.282	28.1893**
AxBxC	4	45.476	11.369	0.7329
Hata	32	496.394	15.512	
GENEL	53	5220.015		

**P<0.01 *P<0.05

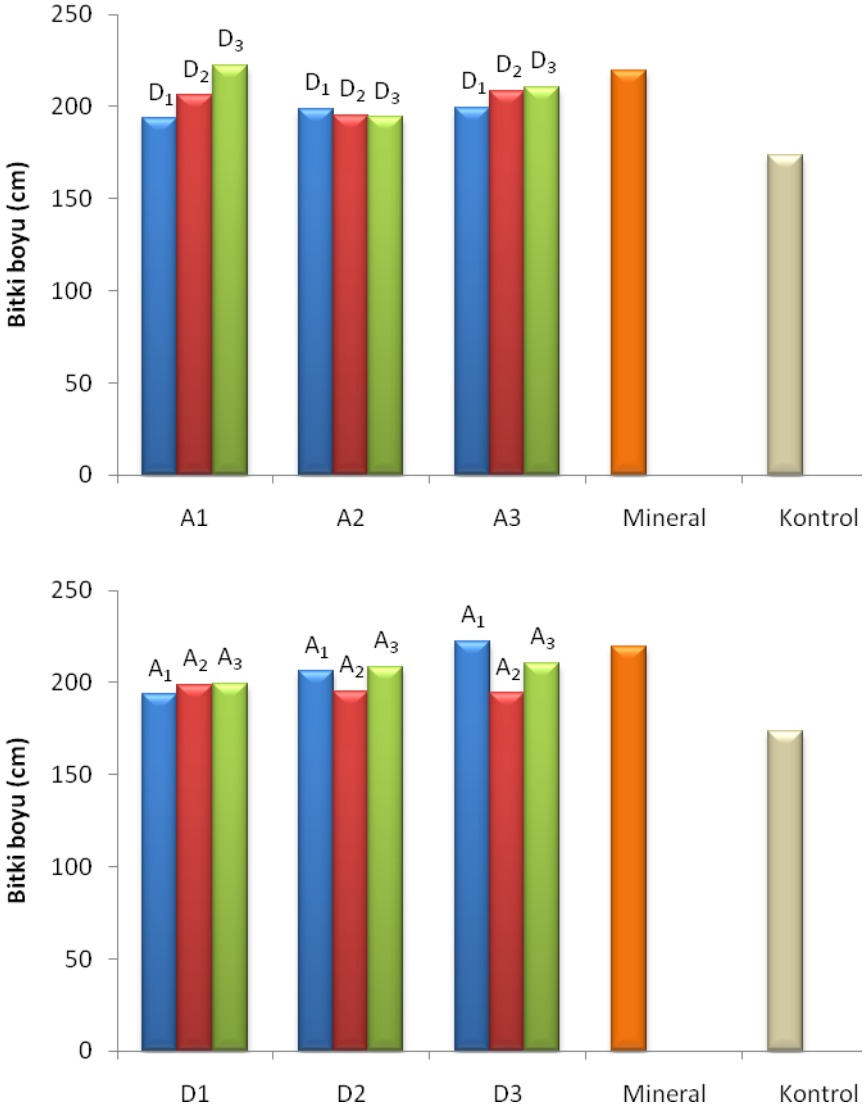
Çizelge 4.12'nin incelenmesinden ayak tipi, enjeksiyon derinliği ve ayak tipi X enjeksiyon derinliği interaksiyonunun bitki boyu üzerine etkisinin istatistiki olarak

önemli olduğu görülmektedir. Bitki boyu ile ilgili grafik Şekil 4.20'da ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinde tespit edilen bitki boylarına uygulanan LSD testi sonuçları

	Bitki Boyu (cm)									
Ayak Tipi	**A_1**			**A_2**			**A_3**			**Genel**
Derinlik	**2007**	**2008**	**Ort.**	**2007**	**2008**	**Ort.**	**2007**	**2008**	**Ort.**	**Ort.**
D_1	190.3	196.5	193.4 c	199.5	198.3	198.9 c	198.5	200.7	199.6 c	**197.3 c**
D_2	201.2	210.6	205.9 b	194.4	196.3	195.4 c	205.9	211.0	208.5 b	**203.2 b**
D_3	222.3	222.1	222.2 a	194.0	194.4	194.2 c	208.4	212.4	210.4 b	**208.9 a**
Gen. Ort.	**204.60**	**209.73**	**207.2 a**	**195.97**	**196.33**	**196.2 b**	**204.27**	**208.03**	**206.2 a**	

LSD (Ayak tipi ve derinlik) : 3.595 LSD (ayak X derinlik) : 6.227



Şekil 4.20. Farklı çalışma kombinasyonlarından elde edilen bitki boyları (cm)

Araştırmada her iki yılda da en yüksek bitki boylarına 222.3 ve 222.1 cm ile A_1D_3 uygulamasında ulaşılırken en düşük bitki boyları ise kontrol parselinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.11 ve 4.13). Bitki boyunun artmasıyla bitki başına yaprak alanı, yaprak sayısı ve dolayısı ile asimilasyon alanı da artmaktadır. Asimilasyon alanının da artması tane verimini olumlu yönde etkilemektedir. Mehta ve Sarkar (1992) yaptığı araştırmada, fotosentetik oran, bitki başına yaprak alanı, yaprak sayısı ve klorofil oranı gibi özelliklerin verim üzerindeki ortak etkilerinin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada amonyak azotu kaybının düşük olduğu kombinasyonlarda bitki boyunun daha büyük olduğu görülmektedir. Amonyak azotu kaybının az olması sonucu bitki uygulanan azottan daha fazla yararlanmakta ve bu durumun da bitki boyunun artışına olumlu yönde katkı yaptığı görülmektedir.

4.4.4. Koçan çapı

Denemelerde farklı gübre uygulama şekillerine bağlı tespit edilen koçan çaplarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Uygulamalar arası koçan çapı varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	3.525	1.762	0.2339
Yıl (A)	1	7.876	7.876	1.0454
Hata-1	2	15.069	7.535	
Uygulamalar (B)	10	465.579	46.558	10.6626**
AxB	10	26.270	2.627	0.6016
Hata	40	174.659	4.366	
GENEL	65	692.979		

**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.14'ün incelenmesinden farklı gübre uygulama şekillerinin koçan çapları üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Koçan çapları ile ilgili LSD testi sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı uygulama şekillerinden elde edilen koçan çaplarına uygulanan LSD testi sonuçları

Uygulamalar	Koçan Çapı (mm)			
	2007	**2008**	**Ortalama**	
A_1D_1	50	53	51.5 ab	±1.66
A_1D_2	53	53	53.0 ab	±1.00
A_1D_3	55	54	54.5 a	±0.85
A_2D_1	49	50	49.5 b	±1.84
A_2D_2	51	52	51.5 ab	±1.46
A_2D_3	49	49	49.0 b	±0.89
A_3D_1	49	50	49.5 b	±4.55
A_3D_2	51	51	51.0 ab	±1.76
A_3D_3	52	52	52.0 ab	±1.17
Mineral	51	54	52.5 ab	±2.27
Kontrol	43	44	43.5 c	±2.08
Genel ortalama	**50**	**51**		
LSD (0.01)= 3.263				

Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen koçan çapı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen koçan çaplarına uygulanan varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	4.410	2.205	0.4492
Yıl (A)	1	1.307	1.307	0.2662
Hata-1	2	9.818	4.909	
Ayak tipi (B)	2	67.273	33.636	7.1574**
AxB	2	0.618	0.309	0.0657
Güb. Uyg. Derinliği (C)	2	29.055	14.527	3.0912
AxC	2	5.351	2.676	0.5693
BxC	4	33.279	8.320	1.7703
AxBxC	4	7.978	1.994	0.4244
Hata	32	150.385	4.700	
GENEL	53	309.473		

**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.16'nın incelenmesinden ayak tipinin koçan çapı üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Koçan çapları ile ilgili grafik Şekil 4.21'de ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

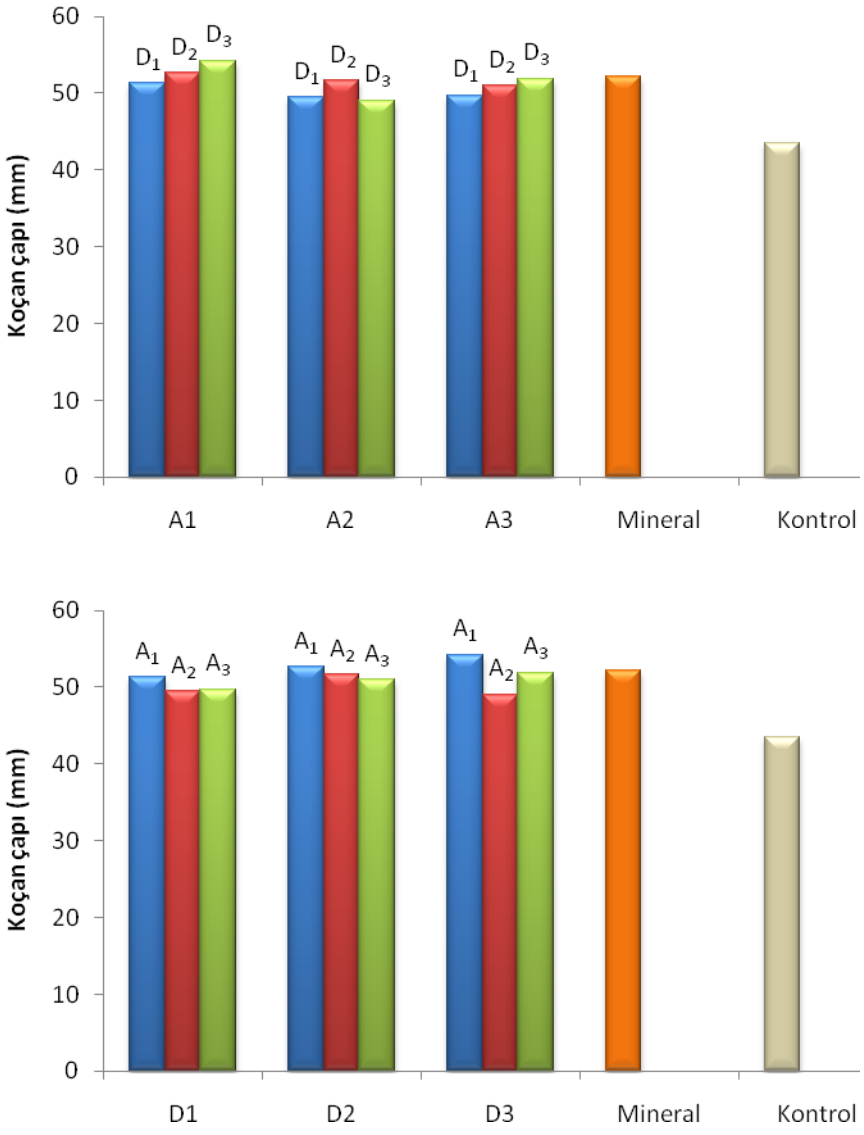
Farklı çalışma kombinasyonlarının koçan çapı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Araştırmada iki yılın ortalaması olarak en yüksek koçan çapı 54.5 mm ile A_1D_3 kombinasyonundan elde edilmiştir. Kontrol parselleri dışında diğer tüm

uygulamalarda tespit edilen koçan çapları birbirine benzerlik gösterirken en düşük koçan çapı 43.5 mm olarak kontrol parsellerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.17. Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen koçan çaplarına uygulanan LSD testi sonuçları

	Koçan Çapı (mm)									
Ayak Tipi		**A_1**			**A_2**			**A_3**		**Genel**
Derinlik	**2007**	**2008**	**Ort.**	**2007**	**2008**	**Ort.**	**2007**	**2008**	**Ort.**	**Ort.**
D_1	50	53	51	49	50	49	49	50	50	**50.1**
D_2	53	53	53	51	52	52	51	51	51	**51.9**
D_3	55	54	54	49	49	49	52	52	52	**51.8**
Genel Ort.	**52.7**	**53.3**	**52.7 a**	**49.7**	**50.3**	**50.0 b**	**50.7**	**51.0**	**51.0 ab**	

LSD (Ayak tipi) : 1.979



Şekil 4.21. Farklı çalışma kombinasyonlarından elde edilen koçan çapları

Çizelge 4.17'in incelenmesinden görüleceği üzere A_1 ve A_3 ayak tipleri benzer istatistiksel gurupta yer alırken A_2 ve A_3 ayak tipleri de kendi aralarında benzer gurupta yer almışlardır. Şekil 4.21 incelendiğinde tane veriminde olduğu gibi, A_2 ayak tipine ait kombinasyonlar dışında diğer kombinasyonlarda gübre enjeksiyon derinliğinin artışına paralel olarak koçan çapları da artış göstermektedir. Amonyak azotu kaybının azalması koçan çaplarının olumlu yönde etkilenmesine sebep olmuştur. Akçin ve ark. (1993)'nın bildirdiğine göre uygulanan azot miktarına bağlı olarak koçan çapı da olumlu yönde değişmektedir. Koçan uzunluğu ve çapı mısırda tane verimi üzerine etkili önemli faktörlerdendir. Jatimliansky ve ark. (1988) koçan çapının mısırda tane verimini belirleyen unsurlardan birisi olduğunu belirtmektedir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde (Gözübenli, 1997; Sade 1987) araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

4.4.5. Koçanda tane sayıları

Denemelerde farklı uygulama şekillerine bağlı tespit edilen koçanda tane sayılarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Uygulamalar arası koçanda tane sayısı varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	3631.727	1815.864	1.1531
Yıl (A)	1	1856.061	1856.061	1.1786
Hata-1	2	3149.485	1574.742	
Uygulamalar (B)	10	121402.667	12140.267	9.7215**
AxB	10	5519.939	551.994	0.4420
Hata	40	49952.121	1248.803	
GENEL	65	1855122.000		

**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.18'in incelenmesinden farklı gübre uygulama şekillerinin koçanda tane sayıları üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Koçanda tane sayıları ile ilgili LSD testi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı uygulama şekillerinde tespit edilen koçanda tane sayılarına uygulanan LSD testi sonuçları

Uygulamalar	Koçanda Tane Sayısı (adet)			
	2007	**2008**	**Ortalama**	
A_1D_1	529	531	530 bc	±31.50
A_1D_2	577	573	575 abc	±19.85
A_1D_3	609	594	602 a	±51.81
A_2D_1	534	584	559 abc	±34.62
A_2D_2	555	570	562 abc	±24.86
A_2D_3	508	537	523 c	±37.53
A_3D_1	559	557	558 abc	±34.06
A_3D_2	573	566	569 abc	±19.90
A_3D_3	586	590	588 ab	±42.59
Mineral	581	597	589 ab	±34.21
Kontrol	425	453	439 d	±31.15
Genel ortalama	**549**	**559**		
LSD (0.01)= 93.13				

Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen koçanda tane sayısı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen koçanda tane sayılarına uygulanan varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	3622.588	1811.294	0.8134
Yıl (A)	1	886.545	886.545	0.3981
Hata-1	2	4453.877	2226.938	
Ayak tipi (B)	2	5971.690	2985.845	2.4274
AxB	2	3776.624	1888.312	1.5352
Güb. Uyg. Derinliği (C)	2	5193.866	2596.933	2.1113
AxC	2	536.758	268.379	0.2182
BxC	4	19103.837	4775.959	3.8828*
AxBxC	4	687.967	171.992	0.1398
Hata	32	39361.244	1230.039	
GENEL	53	83594.996		

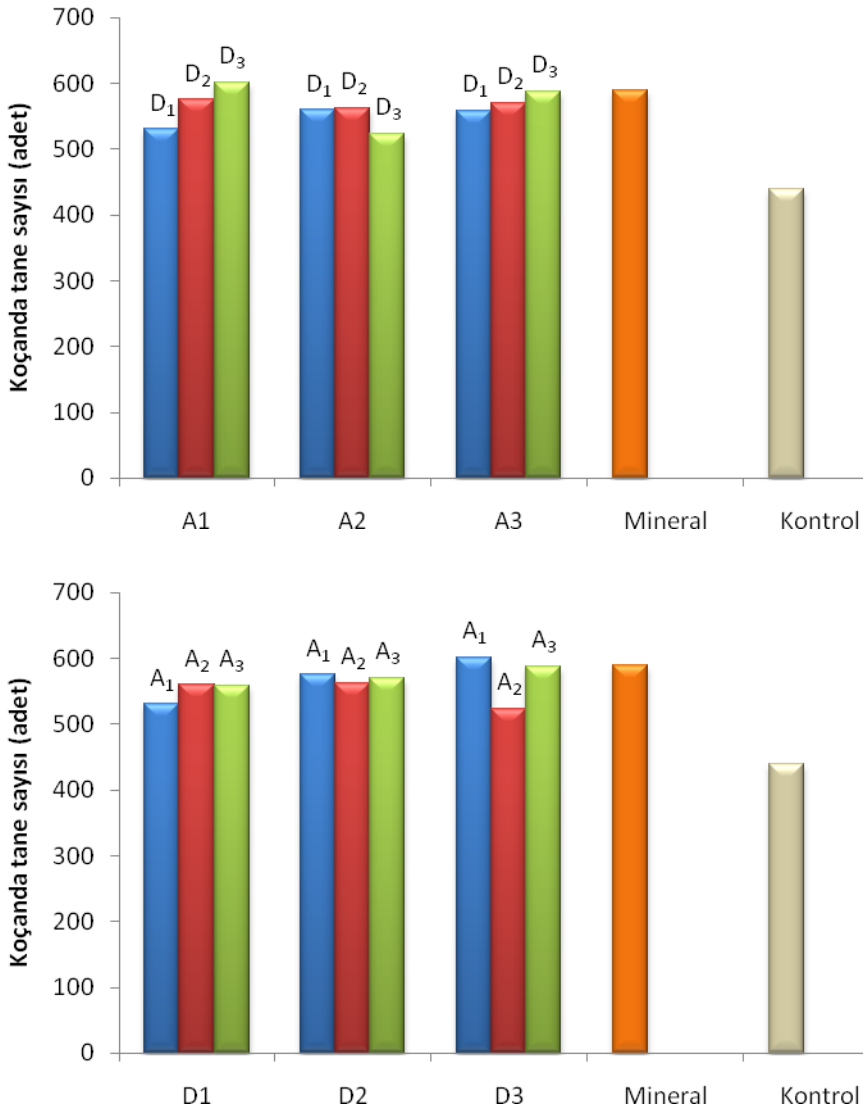
**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.20'in incelenmesinden ayak tipi X enjeksiyon derinliği interaksiyonunun koçanda tane sayıları üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir (P<0.05). Koçanda tane sayıları ile ilgili grafik Şekil 4.22'de ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen koçanda tane sayılarına uygulanan LSD testi sonuçları

Ayak Tipi	Koçanda Tane Sayısı (adet)									Genel
	A_1			A_2			A_3			
Derinlik	2007	2008	Ort.	2007	2008	Ort.	2007	2008	Ort.	Ort.
D_1	529	531	530 bc	534	584	559 abc	559	557	558 abc	549.0
D_2	577	573	575 ab	555	570	562 abc	573	566	569 ab	568.9
D_3	609	594	602 a	508	537	523 c	586	590	588 a	570.8
Genel Ort.	571.7	566.0	569.0	532.3	563.7	548.0	572.7	571.0	571.7	

LSD (ayak X derinlik) : 41.25



Şekil 4.22. Farklı çalışma kombinasyonlarından elde edilen koçanda tane sayıları (adet)

Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinin koçanda tane sayısı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Araştırmada iki yılın ortalaması olarak en yüksek koçanda tane sayısı tane verimine paralel şekilde 602 adet ile A_1D_3

uygulamasından elde edilmiştir. Diğer uygulamalardan tespit edilen koçan uzunlukları birbirine benzerlik gösterirken en düşük koçanda tane sayısı 439 adet ile kontrol parsellerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.19). Ayak tipi X enjeksiyon derinliği interaksiyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. A_1 ve A_3 ayak tipine ait kombinasyonlar benzerlik gösterirken, A_2 ayak tipine ait kombinasyonlar farklılık göstermektedir. Bitki tarafından alınan azot miktarının artışına bağlı olarak koçanda tane sayısı da artış göstermiştir. Serin ve Sade (1993), Konya ekolojik şartlarında yaptıkları çalışmada en yüksek koçanda tane sayısına 603 adet ile 20 kg da^{-1} azot dozlarında ulaşarak araştırma sonuçlarımıza benzer bulgular ortaya koymuşlardır. Önemli verim unsurlarından olan koçanda tane sayısı ve koçan büyüklüğü ile ilgilidir (Arnon, 1975). Tollenear ve ark. (1992) yaptıkları araştırmada, melez mısır çeşitlerinde tane verimindeki gelişmenin koçanda tane sayısının artışı ile ilişkili olduğunu belirmişlerdir. Yine Gay ve Blac (1984), araştırmaları sonucunda, mısırda verimdeki azalmaya koçanda tane sayısı veya bitkideki koçan sayısı ya da her iki özelliğin birlikte azalmasının sebep olduğunu ileri sürmüşlerdir.

4.4.6. Koçanda tane ağırlıkları

Denemelerde farklı gübre uygulama şekillerinden elde edilen koçanda tane ağırlıklarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Uygulamalar arası koçanda tane ağırlıkları varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	939.943	469.971	0.8857
Yıl (A)	1	33895.737	33895.737	63.8802*
Hata-1	2	1061.229	530.615	
Uygulamalar (B)	10	156593.988	15659.399	27.2624**
AxB	10	29801.740	2980.174	5.1884**
Hata	40	22975.829	574.396	
GENEL	65	245268.467		

**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.22'nin incelenmesinden farklı gübre uygulama şekilleri, yıl ve uygulama X yıl interaksiyonunun koçanda tane ağırlıkları üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Koçanda tane ağırlıkları ile ilgili LSD testi sonuçları Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı uygulama şekillerinde tespit edilen koçanda tane ağırlıklarına uygulanan LSD testi sonuçları

Uygulamalar	Koçanda Tane Ağırlıkları (g)			
	2007	**2008**	**Ortalama**	
A_1D_1	405 bcd	371 cdef	388 abc	±37.72
A_1D_2	430 abc	331 f	380 bc	±57.99
A_1D_3	469 a	337 f	403 ab	±73.99
A_2D_1	377 cdef	368 def	373 bc	±10.70
A_2D_2	426 abcd	336 f	381 bc	±53.69
A_2D_3	330 f	326 f	328 d	±19.40
A_3D_1	354 ef	351 ef	352 cd	±30.65
A_3D_2	400 bcde	384 bcdef	392 abc	±15.65
A_3D_3	431 abc	421 abcd	426 a	±20.12
Mineral	441 ab	377 cdef	409 ab	±42.59
Kontrol	258 g	219 g	239 e	±26.42
Genel ortalama	**393 a**	**347 b**		
LSD (0.01)= 93.13				

Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen koçanda tane ağırlığı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Sıvı ahır gübresi uygulama şekillerinden elde edilen koçanda tane ağırlıklarına uygulanan varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	832.046	416.023	1.3990
Yıl (A)	1	26017.337	26017.337	87.4938*
Hata-1	2	594.724	297.362	
Ayak tipi (B)	2	10507.165	5253.582	8.6195**
AxB	2	14636.431	7318.215	12.0070
Güb. Uyg. Derinliği (C)	2	2334.311	1167.155	1.9149
AxC	2	6471.724	3235.862	5.3091
BxC	4	25473.524	6368.381	10.4486**
AxBxC	4	8059.101	2014.775	3.3056
Hata	32	19503.936	609.498	
GENEL	53	114430.300		

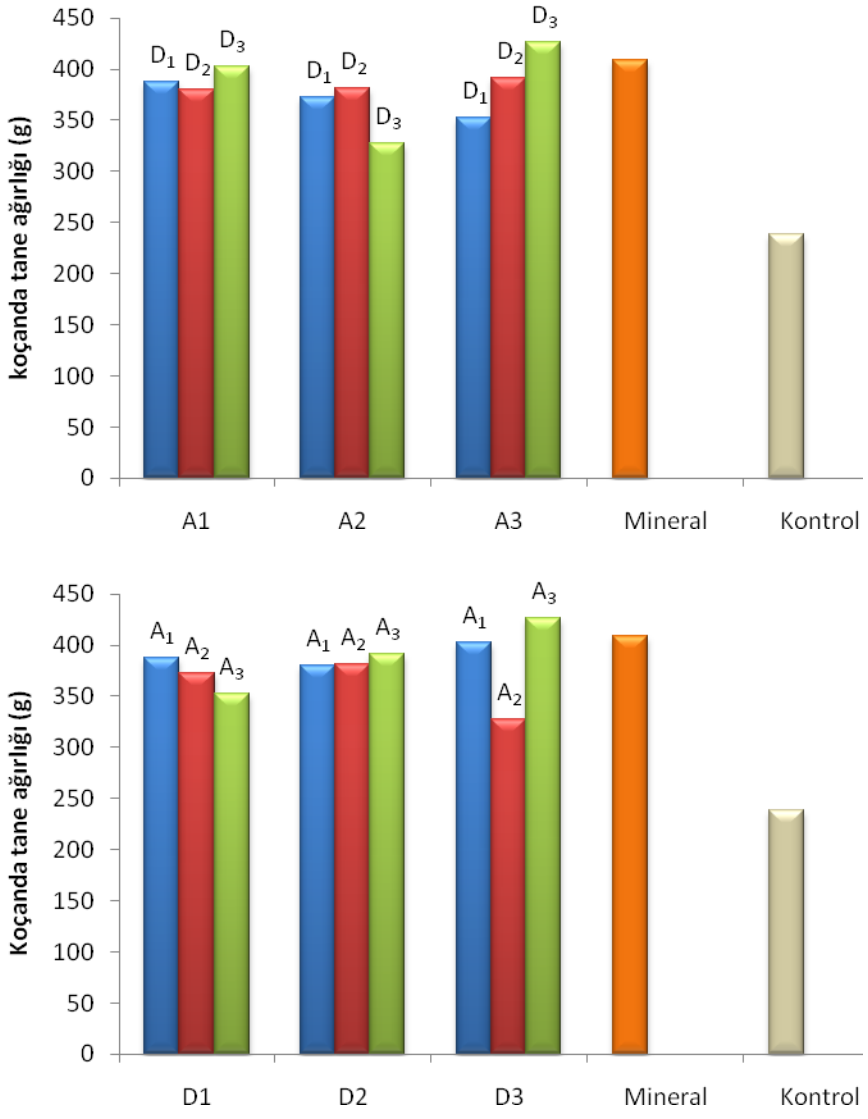
**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.24'ün incelenmesinden enjeksiyon yıl, ayak tipi ve yıl X enjeksiyon ayak tipi interaksiyonunun koçanda tane ağırlığı üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Koçanda tane ağırlığı ile ilgili grafik Şekil 4.26'da ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen koçanda tane ağırlıklarına uygulanan LSD testi sonuçları

Ayak Tipi	Koçanda Tane Ağırlıkları (g)									
	A_1			A_2			A_3			Genel
Derinlik	2007	2008	Ort.	2007	2008	Ort.	2007	2008	Ort.	Ort.
D_1	405	371	388 abc	377	368	373 bc	354	351	352 cd	371.0
D_2	430	331	380 bc	426	336	381 bc	400	384	392 abc	384.4
D_3	469	337	403 ab	330	326	328 d	431	421	426 a	385.7
Genel Ort.	434.7	346.3	390.3 a	377.7	343.3	360.7 b	395.0	385.3	390.0 a	

LSD (Ayak tipi ve derinlik) : 22.54 LSD (ayak X derinlik) : 23.71



Şekil 4.23. farklı çalışma kombinasyonlarından elde edilen koçanda tane ağırlıkları (g)

Araştırmada iki yılın ortalaması olarak en yüksek koçanda tane ağırlığı 426 g ile A_3D_3 kombinasyonundan elde edilmiştir. A_3D_3, A_1D_3, A_3D_2 ve A_1D_1 kombinasyonları

benzer sonuçlar gösterirken, en düşük koçanda tane ağırlığı ise 239 g ile kontrol parsellerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.23). Aynı zamanda araştırmada incelenen koçanda tane ağırlığı üzerine yıl x uygulama interaksiyonu da önemli bulunmuştur. Sonuçlar genel olarak incelendiğinde A_1 ve A_3 ayak tipleri benzer sonuçlar gösterirken A_2 ayak tipi farklılık göstermektedir (Çizelge 4.25). Jatimliansky ve ark. (1988), mısırda verimi belirleyen ana faktörlerden birinin koçan ağırlığı olduğunu bildirmiştir. Yine Sayed Mohammed ve Sadni (1984), Akçin ve ark. (1993)'de artan azot miktarına bağlı olarak ta koçanda tane sayısı ve ağırlığının arttığını belirtmişlerdir. Sıvı ahır gübresinin içerdiği yüksek azot miktarı ile verim unsurlarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

4.4.7. Bin tane ağırlıkları

Denemelerde farklı gübre uygulama şekillerine bağlı tespit edilen bin tane ağırlıklarına uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Uygulamalar arası bin tane ağırlıkları varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	1574.331	787.166	0.3822
Yıl (A)	1	25201.907	25201.907	12.2368
Hata-1	2	4119.035	2059.517	
Uygulamalar (B)	10	23640.383	2364.038	2.3012*
AxB	10	22549.712	2254.971	2.1950*
Hata	40	41092.129	1027.303	
GENEL	65	118177.497		

**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.26'nın incelenmesinden farklı gübre uygulama şekillerinin ve yılın bin tane ağırlıkları üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir (P<0.05). Bin tane ağırlıkları ile ilgili LSD testi sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı uygulama şekillerinde tespit edilen bin tane ağırlıklarına uygulanan LSD testi sonuçları

Uygulamalar	Bin Tane Ağırlıkları (g)			
	2007	**2008**	**Ortalama**	
A_1D_1	346	370	358 a	±31.10
A_1D_2	326	373	349 ab	±31.18
A_1D_3	320	410	365 a	±51.04
A_2D_1	331	390	360 a	±42.16
A_2D_2	343	348	345 ab	±14.91
A_2D_3	352	423	388 a	±43.64
A_3D_1	350	370	360 a	±28.40
A_3D_2	320	384	352 ab	±43.88
A_3D_3	354	415	384 a	±44.43
Mineral	346	384	365 a	±67.94
Kontrol	339	288	314 b	±33.72
Genel ortalama	**339 b**	**378 a**		
LSD (0.01)= 93.13				

Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinden elde edilen bin tane ağırlığı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Sıvı ahır gübresi uygulama şekillerinden elde edilen bin tane ağırlıklarına uygulanan varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Tekerrür	2	423.870	211.935	0.2079
Yıl (A)	1	32570.486	32570.486	31.9541*
Hata-1	2	2038.581	1019.291	
Ayak tipi (B)	2	678.227	339.113	0.5033
AxB	2	163.838	81.919	0.1216
Güb. Uyg. Derinliği (C)	2	8489.452	4244.726	6.3000**
AxC	2	4262.490	2131.245	3.1632
BxC	4	1221.676	305.419	0.4533
AxBxC	4	4751.885	1187.971	1.7632
Hata	32	21560.472	673.765	
GENEL	53	76160.976		

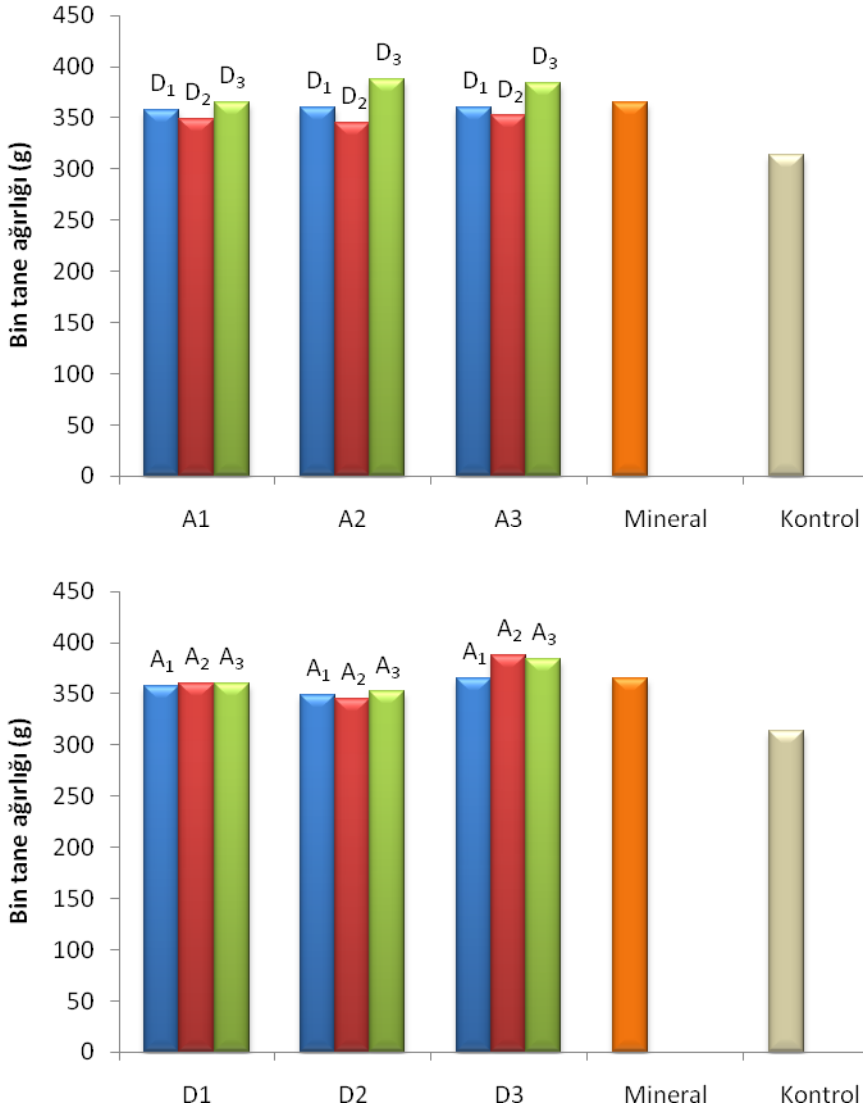
**P<0.01 *P<0.05

Çizelge 4.28'in incelenmesinden yılın ve enjeksiyon derinliğinin bin tane ağırlıkları üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Bin tane ağırlıkları ile ilgili grafik Şekil 4.24'de ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Denemede sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinde tespit edilen bin tane ağırlıkları

Ayak Tipi	Bin Tane Ağırlıkları (g)									Genel
	A_1			A_2			A_3			
Derinlik	2007	2008	Ort.	2007	2008	Ort.	2007	2008	Ort.	Ort.
D_1	346	370	358	331	390	360	350	370	360	359.4 **ab**
D_2	326	373	349	343	348	345	320	384	352	348.9 **b**
D_3	320	410	365	352	423	388	354	415	384	379.0 **a**
Genel Ort.	330.7	384.3	357.3	342.0	387.0	364.3	341.3	389.7	365.3	

LSD (Ayak tipi ve derinlik) : 23.69



Şekil 4.24. Farklı çalışma kombinasyonlarından elde edilen bin tane ağırlıkları (g)

Sıvı ahır gübresinin farklı uygulama şekillerinin bin tane ağırlığı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Araştırmada iki yılın ortalaması olarak en yüksek bin tane ağırlığı 388 g ile A_2D_3 kombinasyonundan elde edilmiştir. Kontrol parseli

dışında diğer tüm uygulamalarda tespit edilen bin tane ağırlıkları birbirine benzerlik gösterirken en düşük bin tane ağırlığı ise 314 g ile kontrol parsellerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.27). Sıvı ahır gübresinin enjeksiyon derinliğinin artışına paralel olarak bin tane ağırlıkları da artış göstermiştir. Enjeksiyon derinliği bakımından en yüksek bin tane ağırlıkları D_3 derinliğinden tespit edilmiştir. Amonyak azotu kaybı ile ilgili sonuçlara bakıldığında, enjeksiyon derinliğinin artışına paralel olarak azot kayıpları azalmaktadır. Bunun neticesinde ise bitkilerin azottan daha fazla yararlandığı düşünülmektedir. Bajwa ve ark. (1987); Akçin ve ark. (1993) azotun bin tane ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir. Bu durum yeterli ve dengeli beslenmenin bitkilerin döllenmeden sonra yaprakların fotosentetik olarak aktif kalma sürelerini yani, çiçeklenme – erme süresini uzatarak, taneye daha uzun süre besin maddesi biriktirerek tane iriliğini arttırmasından kaynaklanmaktadır.

Verim ile ilgili sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; bitki tarafından alınan azot miktarına bağlı olarak genellikle, verim ve verim unsurları arasında sayılan bitki boyu, koçan çapı, koçanda tane sayısı, koçanda tane ağırlığı ve bin tane ağırlığı da o nispette artmıştır. Sayed Mohammed ve Sadni (1984), Bajwa ve ark. (1987), Akçin ve ark.'nın (1993) bildirdiğine göre uygulanan azot miktarına bağlı olarak koçan uzunluğu ve çapındaki değişim, tane verimindeki değişime paralel olmuştur. Bu durum koçan uzunluğu ve çapının ifade ettiği koçan büyüklüğü ve tane verimi arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Jantimliansky ve ark. (1988) çalışmasında koçan çapının verimi belirleyen ana faktörlerden biri olduğunu belirlemişlerdir. Xu (1986) bitki başına tane verimi ile koçan uzunluğu arasında pozitif ve önemli bir düzeyde ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Sayed Mohammed ve Sadni (1984) artan azot dozlarına bağlı olarak bitki boyunun da önemli ölçüde arttığını bildirmektedir. Önemli verim unsurlarından olan koçanda tane sayısı ve ağırlığı koçan büyüklüğü ile ilgilidir (Arnon, 1975). Jatimliansky ve ark. (1988) atdişi mısırda verimi belirleyen ana faktörlerden birinin koçan ağırlığı olduğunu bildirmiştir. Sayed Mohammed ve Sadni (1984), Akçin ve ark. (1993)'de artan azot miktarına bağlı olarak ta koçanda tane sayısı ve ağırlığının arttığını tespit etmişlerdir. Azotun koçanda tane ağırlığı üzerine etkisi bir taraftan yukarıda bahsedildiği gibi; koçanı tane sayısı üzerinden diğer taraftan tane iriliği üzerinden gerçekleşmektedir. Çiçeklenme – erme süresini azaltarak tane iriliğini olumlu yönde etkilemekte ve bu etki koçanda tane sayısını arttırıcı etkisi ile birleşerek koçanda

tane ağırlığını arttırmaktadır. Tollenear ve ark. (1992) yaptıkları araştırmada, melez mısır çeşitlerinde tane verimindeki gelişmenin koçanda tane sayısının artışı ile ilişkili olduğunu belirmişlerdir. Gay ve Blac (1984) mısırda verimdeki azalmaya koçanda tane sayısı veya bitkideki koçan sayısı, yada her iki özelliğin birlikte azalmasının sebep olduğunu ileri sürmüşlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde ilk defa sıvı ahır gübresinin farklı yöntemlerle toprağa verilmesi ile ortaya çıkacak amonyak azotu kaybını minimize edecek uygulama şekli, sıvı ahır gübresinin uygulama tekniğine bağlı olarak mısır verimine etkilerinin belirlenmesinin araştırıldığı bu çalışmada, gübre uygulamasından sonra meydana gelen azot kayıpları, gübre uygulaması sırasında makineye ait çeki kuvveti ve yakıt tüketimleri ve sıvı ahır gübresinin mısır verimine etkileri belirlenmiştir.

Sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Ülkemizde sıvı gübre uygulaması sınırlı olup, genellikle tarlaya yüzeysel uygulama şeklinde yapılmaktadır. Bu uygulama şekli %90'lara ulaşan amonyak azotu kaybına ve önemli ölçüde çevre problemine neden olmaktadır. Bu çalışmayla sıvı ahır gübresinin toprağa enjeksiyon şeklinde uygulanması yapılmış ve uygulamalardan meydana gelen azot kayıplarının %4.7...11.9 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Sonuçlar mevcut uygulamalarla kıyaslandığında önemli avantajlar sağlanmıştır.
- Araştırmada, amonyak azotu kaybını etkileyen önemli unsurlardan olan risk faktörünün (F_r) 10...41.5 mm arasında ve risk faktörüne bağlı olarak hesaplanan gübre buharlaşma indeksinin (I_m) de %10...83 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. En büyük I_m değerini A_3D_1 kombinasyonundan elde edilirken, en küçük I_m değeri ise A_2D_3 kombinasyonundan belirlenmiştir.
- Yapılan kalibrasyonlar ve denemeler sonucunda araştırmada kullanılan sıvı ahır gübresi dağıtma makinesine ait enine dağılım düzgünlüğünün CV=%1 ve boyuna dağılım düzgünlüğünün ise ihmal edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir.
- Denemelerde kullanılan sıvı ahır gübresi dağıtma makinesine ait çeki kuvveti gereksinimi bir ayak için 146.94 daN ile 397.61 daN ve yakıt tüketimi ise 3.00 l h^{-1} ile 6.32 l h^{-1} arasında değişim göstermiştir. Ayak genişliği, göğüs açısı ve çalışma derinliğinin artması çeki kuvveti gereksinimini ve yakıt tüketimini artırmıştır.

- Çalışma kombinasyonlarına ait patinaj oranları %4.76...29.82 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Patinajın yüksek olduğu çalışma kombinasyonlarda yakıt tüketimi değerlerinde artışlar görülmüştür.
- Araştırmada farklı sıvı ahır gübresi uygulama şekillerinin tane verimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada en yüksek tane verimine 15310 kg ha^{-1} ile kazayağı-I ayak tipi (A_1) ve 20 cm enjeksiyon derinliğinde (D_3) ulaşılmıştır. Gübre enjeksiyon derinliğinin artması tane verimini artırmıştır.
- Mısırda önemli verim unsurlarından olan bitki boyu, koçan çapı, koçanda tane sayısı ve ağırlığının tane verimine etkili olduğu belirlenmiştir.
- Sıvı ahır gübresinin tane verimi ve verim unsurları üzerine etkisinin, uygun gübreleme tekniği ile mineral gübrelerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Çeki kuvveti, yakıt tüketimi, amonyak azotu kaybı, tane verimi ve verim unsurları bakımından ele alındığında, kazayağı-I ayak tipi (A_1) ile 12.5cm (D_2) ve 20cm (D_3) enjeksiyon derinlikleri en iyi çalışma kombinasyonlarını vermektedir.
- Ayak genişliğinin ve derinliğinin artması amonyak azotu kaybını azaltırken, çeki kuvveti ve yakıt tüketimini de artırmaktadır. Ayrıca genişliği çok fazla olan ayaklar bitki köklerine zarar verebilmekte ve verim azalmasına sebep olabilmektedir.
- Sıvı ahır gübresi enjeksiyonunda, genişliği fazla olan ayaklar yerine orta genişlikteki ayakların kullanılmasının ve orta enjeksiyon derinliklerindeki (12.5 cm) çalışmaların, çeki kuvveti, yakıt tüketimi, amonyak azotu kaybı ve bitki verimi açısından yararlı olacağı kanaatindeyim.
- Yüksek patinaj oranı elde edilen çalışma kombinasyonları, iş başarılarındaki azalma ve yakıt tüketimindeki artma nedeniyle çalışmalarda tercih edilmemelidir.
- Ülkemizde son yıllarda teşviklere bağlı olarak gerek süt sığırcılığı işletme sayısının gerekse işletmelerdeki hayvan sayısının artışı ahır gübresinin çevre problemi oluşturmadan değerlendirilmesini zorunlu hale getirmiştir.

- Sıvı ahır gübresinin hem bitki verimine hem de toprak bünyesine yaptığı olumlu katkılardan dolayı günümüzde bitkisel üretimde yoğun olarak kullanılan kimyasal gübrelerin yerine kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Böylece iyi bir organik gübre olan sıvı ahır gübresinden faydalanılabilecektir.
- Yapılan araştırma sonucunda sıvı ahır gübresinin depolanması ve uygulanmasında meydana gelen azot kayıplarının, katı ahır gübresine göre daha az olduğu görülmüştür. Katı ahır gübresinin dağıtımında yaşanan güçlükler sıvı ahır gübresinde söz konusu olmadığı gibi sıvı ahır gübresinin dağılımı daha düzgündür. Bununla birlikte katı ahır gübresi sadece ekimden önce toprağa verilebilirken sıvı ahır gübresi farklı zamanlarda (ekimden önce, ekimle birlikte, ara çapada v.b.) toprağa uygulanabilmektedir. Ayrıca yapılacak olan otomasyon uygulamaları için sıvı ahır gübresi daha uygundur. Bahsedilen avantajlar değerlendirildiğinde ülkemizde pek fazla kullanım alanı bulamayan sıvı ahır gübresinin değerlendirilmesi, ekonomimiz, çiftçimiz ve topraklarımız açısından yararlı olacaktır.
- Sıvı ahır gübresinin toplanması, depolanması, taşınması ve dağıtılması esnasında kullanılacak olan mekanizasyon araçlarının tasarımı, imalatı, kullanımının geliştirilmesinin ve konu ile ilgili araştırma ve teşviklerin desteklenmesinin yararlı olacağı kanaatindeyim.

6. KAYNAKLAR

Akıncı, İ., Sabancı, A., 1991. Türkiye'de kullanılan traktörlerin farklı koşullarda iş başarıları. *Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi*, 121-128, KONYA

Akçin, A., Sade, B., Tamkoç, A. ve Topal, A., 1993. Konya ekolojik şartlarında farklı bitki sıklığı ve azotlu gübre uygulamalarının "TTM-813" melez mısır çeşidinde (*Zea mays L. İndentata*) tane verimi, verim unsurları ve bazı morfolojik özelliklere etkisi. *Doğa Tarım Ormancılık Dergisi*, 17: 281 – 294.

Anonim, 2010. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). DİE Yayınları. Ankara.

Anonymous, 1991. Minitab Refence Manuel (release 14.1). Minitab Inc. State Universty Michigan.

Anonymous, 1997. DLG – Prüfbericht Schuitemaker – Flüssigmist – Pumpentankwagen Typ Robusta 84. Frankfurt.

Anonymous, 2001. The Nitrogen cycle and the enviroment. Agro Chemicals Report. Vol.1, No:1.

Anonymous, 2009. F.A.O. Quarterly Bultein of Statisties, www.fao.org.

Arnon, I. 1975. Mineral nutrion of maize. International Potash Institue. Bern/Switzerland.

Bajwa, M. S., Akhtar, A., Hussain, M. R. and Rajo, M. B. 1987. Effect of nitrojen frequencies and nitrogen rates on the yield and protein contents of maize. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 8 (3); 325 – 329.

Bal, H., 1987. Sıvı gübrenin dağıtılmasında yeni teknikler. *3. Uluslar Arası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi*, 359-366, İzmir.

Balsari P., Airoldi G., Gioelli F., 2002. Maize organic fertilization by means of a modular slurry spreader. *10th International workshop of the European Cooperative Research Network* - Strbské Pleso - Slovak Republic. RAMIRAN.

Bittman, S., van Vliet, L.J.P., Kowalenko, C.G., McGinn, S., Lau, A.K., Patni, N., Forge, T., McLaughlin, N., Hunt, D.E., Bounaix, F. & Friesen, A., 2004. A low disturbance technique for applying slurry on forage land. In: Controlling nitrogen flows and losses (Hatch, D.J., Chadwick, D.R., Jarvis, S.C. & Roker,

J.A. eds). *Wageningen Academic Publishers*, The Netherlands. ISBN 9076998434.

Bosma, A.H., Cappon, A. and Klarenbeek, J.V., 1977. Development and research on a self-propelled slurry injector. Ontwikkeling van en onderzoek aan een zelfrijdende mestinjecteur, 31 pp. Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG) *Wageningen, Publicatie* 87 (in Dutch).

Bussink, D.W., Huijsmans, J.F.M. and Ketelaars, J.J.M.H., 1994. Ammonia volatilization from nitric-acid-treated cattle slurry surface applied to grassland. Netherlands. *Journal of Agricultural Science*, 42(4), 293-309.

Campbell, A.J., 1998. Design and evaluation of liquid swine manure injectors for potato nutrient placement. Unpublished Ph.D. thesis. Department of Agricultural and Biosystems Engineering, McGill University, Sainte-Anne-de-Bellevue, QC.

Chadwick, D. and Laws, J., 2002. The impact of novel slurry application techniques on ammonia emissions, silage quality and sward acceptance by grazing cattle. IGER Innovations, UK.

Chang, C., Sommerfeldt, T.G., Entz, T., 1993. Barley performance under heavy applications of cattle feedlot manure. *Agron J*, 85:1013–1018.

Chen, Y., 1999. Criteria for selecting liquid manure injector. In Proc. of the Manitoba Hog Manure Management Workshop. 18-20. 2nd Annual Workshop, Carman, Manitoba, Oct. 27, 1999. Ed. K. Buchey, AAFC, Brandon Research Center.

Chen, Y., Rahman, S. and Ren, X., 1999. Criteria for selecting injection depth and evaluations on existing liquid manure injection tools. ASAE Paper No. 99-1112. St. Joseph, MI:ASAE.

Chen, Y., 2001. Liquid manure application techniques to minimize odours. livestock options for the future. Proc. National Conference on Livestock and the Environment, Winnipeg, MB, Canada.

Chen, Y., Zhang, Q. and Petkau, D., 2001. Evaluation of different techniques for liquid manure application on grassland. *Applied Engineering in Agriculture*, 17(4): 489-496.

Chen, Y., 2002. A liquid manure injection tool adapted to different soil conditions. *Transactions of the ASAE*, 45(6), 1729-1736.

Chen, Y., Zhang, Q. and Petkau, D., 2001. Evaluation of different techniques for liquid manure application on grassland. *Applied Engineering in Agriculture*, 17(4): 489-496.

Chen, Y., Heppner, B., 2002. A liquid manure injection tool adapted to different soil and crop residue conditions. AIC Meeting CSAE/SCGR Program Saskaton, Saskacthewan. pp: 02-261.

Chen, Y., Samson, R., 2002. Integration of liquid manure into conservation tillage corn systems. *Transactions of the ASAE*.

Chen, Y., Lobb, D., Cavers, C., Tessier, S., Caron, D. and Monero, F., 2002. Straw incorporations through tillage practices under heavy clay soil conditions. 82pp. Final report submitted to Covering New Ground Program, Manitoba. Agriculture and Food. MB: Manitoba Agriculture and Food.

Chen, Y. and Tessier, S., 2001. Criterion for the design and selection of tools for injection of liquid manure. *Transactions of the ASAE*, 44(6): 1421-1428.

Chiristos, A.D., Anastasios, S.L., Theodora, M. and Nikolaos, B., 2008. Application of liquid cattle manure and inorganic fertilizers affect dry matter, nitrogen accumulation, and partitioning in maize. *Nutr Cycl Agroecosyst*, 80:283–296

Çarman, K., 1997. Effect of different tillage systems on soil properties and wheat yield in Middle Anatolia. *Soil & Tillage Research*, 40, 201-207.

Dahiya, S.S. and Singh, R., 1980. Effect of farmyard manure and $CaCO_3$ on the dry matter yield and nutrient uptake by Oats (Avena Sativa). *Plant and Soil*, 56, 391-402.

Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. *A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları*, No:143, Erzurum.

Dinç, U., Şenol, S., Kapur, S., Atalay, İ., Cangir, C., 1993. Türkiye Toprakları. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın*, No: 51, Adana.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). *Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No: 1021, Ders Kitabı, 295, Ankara.

Eghball, B., 2002. Soil properties as influenced by phosphorusand nitrogen-based manure and compost applications. *Agron J*, 94:128–135.,

Eghball, B., and Power, J.F., 1999. Phosphorus and nitrogen-based manure and compost application: Corn production and soil phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 63:895–901.

Emeklier, H. Y. ve Geçit, H. H., 1986. Tohumluk Kontrol ve Sertifikasyonu Uygulama Klavuzu. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları*, No: 986, Ankara.

Fageria N.K., Baligar, V.C., 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advan Agron*, 88:97–185.

Gay, J. P. and Blac, D., 1984. Control of The Components of Grain Yield. Physiologie Dumais. Collaque Organise for I'INRA LE CNRS ET I'ACPM. Rayon, 15 – 17 march 1983, 181 – 192.

Gezgin, S., Dursun, N., Hamurcu, M., Harmankaya, M., Önder, M., Sade, B., Topal, A., Soylu, S., Akgün, N., Yorgancılar, M., Ceyhan, E., Çiftçi, N., Acar, B., Gültekin, E., Işık, Y., Şeker, C. ve Babaoğlu, M., 2002. Boron content of cultivated soils in Central-Southern Anatolia and its relationship with soil properties and irrigation water quality. *Kluwer Academic /Plenum Publishers*, 391-400.

Godwin, R.J., McKyes, E., Negi, S., Eades, G.V. and Ogilvie, J.R., 1976. Engineering design criteria for slurry injectors. In Land as a Waste Management Alternative, Proc. of the 1976 Cornell Agriculture Waste Management Conference, ed. R.C. Loehr, 657-671. MI: Ann Arbor Science Publishers Inc.

Gomez, J. G. and Gonzalez, G. V., 1979. The use of anaerobically digested cattle slurry as a fertilizer for vegetables, Tropical Animal Production.

Gözübenli, H., 1997. Değişik azot uygulamalarında II. ürün olarak yetiştirilen bazı mısır genotiplerinde azot kullanım etkinliğinin saptanması. Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.

Gümüş, İ., Şeker, C., 2010. Effects Of Zeolite Application on Ammonia Nitrogen Losses from Fresh and Composted Poultry Manure in Corn Growing. International Scientific Conference Devoted To The 65-Th Anniversary Of The U.U. Uspanov Institute of Soil Science and Agrichemistry. 15-16 Eylül 2010 Almaata-Kazakistan.

Hansen, M.N., Sommer, S.G. and Madsen, N. P., 2003. Reduction of ammonia emission by shallow slurry injection: Injection efficiency and additional energy demand. *Journal of Environmental Quality*, 32: 1099-1104.

Huijsmans, J.F.M., Hendriks J.G.L. and Vermeulen, G.D., 1998. Draught requirement of trailing-foot and shallow injection equipment for applying slurry to grassland. *J. Agri. Eng. Res*., 71(5):347-356.

Huijsmans, J.F.M. and Mol, R.M., 1999. A model for ammonia volatilization after surface application and subsequent incorporation of manure on arable land. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74, 73-82

Huijsmans, J.F.M., Hol, J.M.G. and Hendriks, M.M.W.B., 2001. Effect of application technique, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to grassland. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 49, 323-342.

Hultgreen, G., and Stock, W., 1999. Injecting swine manure with minimum disturbance. In Proc. of Tri-Provincial Conference on Manure Management, 52-65. Saskatoon, SK, Canada.

Husted, S., Jensen, L.S. and Storgaard Jørgensen, S., 1991. Reducing ammonia loss from cattle slurry by the use of acidifying additives: the role of the buffer system. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 57, 335-349.

Jansson, S.L. and Persson, J., 1982. Mineralization and immobilisation of soil nitrogen. Nitrogen in Agricultural Soils, Agronomy Monograph No. 22, ASACSSA-SSSA, Madison, USA.

Jatimliansky, J. R., Urrula, M. I. and Arturi, M. J., 1988. Path analysis on dry matter production and it's coponents in flint type maize. Maize Genetics Cooperation Newsletter, 62 – 73.

Jokela, W. and Côté, D., 1994. Options for direct incorporation of liquid manure. In Proc. of the Liquid Manure Application Systems Conference, 201-215. Rochester, New York.

Kanofojski, C., 1972. Dünge, Sea – Und Pflanzmaschinen Veb. Verlag Technik, Berlin.

Kishimoto, T., Nishizaki, K., Umetsu, K. and Takahashi, J., 2004. Application Technology of Anaerobically Digested Dairy Slurry in Upland Farming.

Koelsch, R., 1995. Environmental considerations for manure application system selection. WASTE MANAGEMENT B-6, Livestock Waste Systems. University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources.

Konak, M., Çarman, K. 1996. Hububat ekimi için baskılı ekim makinasının tasarımı, *6. Uluslar arası Mekanizasyon ve Enerji Kongresi*, 353–360, Ankara.

Krause, R., 1985. Ausbringen von Flüssigmist. *Landtechnik, H*., 7/8, 333-338.

Laddha, K.C., Lavt, D.L. and Somoni, L.L., 1984. Effect of organic matter addition and phosphate fertilization on physical properties of a sandy loam soil and yield of soybean. *Transc. of Indian Soc. of Des. Tech. And Univ. Chent of Des Studies*, 9 -1, 61-62.

Malgeryd, J., 1994. Manure characterization. *International Agrophysics*, 8(1), 93-101. Polish Academy of Sciences, Lublin.

Malgeryd, J. and Wetterberg, C., 1996. Physical properties of solid and liquid manures and their effects on the performance of spreading machines. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64, 289-298.

Matsi, T., Lithourgidis, A.S., Gagianas, A.A., 2003. Effects of injected liquid cattle manure on growth and yield of winter wheat and soil characteristics. *Agron J*, 95:592–596.

Mattila, P.K., Joki-Tokola, E. and Tanni, R., 2003. Effect of treatment and application technique of cattle slurry on its utilization by ley : II. Recovery of nitrogen and composition of herbage yield. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 65, 231-242.

Mehta, H. and Sarkar, K. R., 1992. Heterosis for leaf photosynthesis grain yield and yield components in maize . *Euphytica*, 61: 2, 161 – 168.

Meisinger, J.J. and Jokela, W.E., 2000. Ammonia volatization from dairy and poultry manure. p.334-354. In Proc. Managing Nutrients and Pathogens from Animal Agriculture, Camp Hill, PA. 28-30 Mar. 2000. NRAES, Ithaca, NY.

McKyes, E., 1985. Soil Cutting and Tillage. NY: Elsevier.

McKyes, E., Negi, S., Godwin, R.J. and Ogilvie, J.R., 1977. Design of a tool for injecting organic waste slurries in soil. *Journal of Terramechanics*, 14:(3)127-136.

McLaughlin, N.B., Campbell, A.J., 2004. Draft-speed-depthrelationships for four liquid manure injectors in a fine sandyloam soil. *Canadian Biosystems Engineering*, 46: 2.1-2.5.

McLaughlin, N.B. Li1, Y.X., Bittman, S., Lapen, D.R., Burtt, S.D., Patterson, B.S., 2006. Draft requirements for contrasting liquid manure injection equipment. *Canadian Biosystems Engineering*, 48:2, 29-37.

Mikled, C., Jiraporncharoen, S. and Potikanond, N., 2002. Utilization of fermented slurry as bio-fertilizer. Proceedings Biodigester Workshop.

Misselbrook, T.H., Nicholson, F.A. and Chambers, B.J., 2002a. Predicting ammonia loss following the application of livestock manure to land. *Proceedings of the 10th International Conference RAMIRAN*, May 14 - 18, 2002 in Štrbské Pleso, High Tatras, Slovak Republic.

Misselbrook, T.H., Smith K.A., Johnson, R.A. and Pain, B.F., 2002b. Slurry application techniques to reduce ammonia emissions: Results of some UK fieldscale experiments. *Biosystems Engineering*, 81(3), 313-321.

Moseley, P.J., Misselbrook, T.H., Pain, B.F., Earl, R. and Godwin, R.J., 1998. The effect of injector tine design on odour and ammonia emissions following injection of bio-solids into arable cropping. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 71(4), 385-394. Article No. Ag980337.

Munsuz, N., Çaycı, G., Sözüdoğru Ok, S., 2001. Toprak ıslahı ve düzenleyiciler (Tuzlu ve alkali toprakların ıslah). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:1518, Anakara.

Nyord, T., Søgaard, H.T., Hansen, M.N., Jensen, L.S., 2008. Injection methods to reduce ammonia emission from volatile liquid fertilisers applied to growing crops. *Biosystems Engineering*, 100, 235 – 244.

Okello, J.A., 1991. A review of soil strength measurement techniques for pre-diction of terrain vehicle performance. *Journal of Agriculture Enginering Research*, 50,129-155.

Ozbek, O., Marakoglu T., Carman, K., 2010. The effects of a prototype liquid manure spreader machine on nitrogen losses and maize yield. *Tarım Makinakarı Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 6 (2), 85-92.

Özer, A. ve Sade, B., 1995. Farklı fosfor ve çinko dozlarının "TTM – 813" melez mısır çeşidinin (*Zea mays L. indentata S.*) Tane verimi, morfolojik ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri. *S. Ü. Fen Bilimleri Ens*. Yüksek Lisans Tezi. Konya.

Öktem, A., 1996. Harran ovası koşullarında II. ürün olarak yetiştirilebilecek 10 mısır genotipinde (*Zea mays L.*) farklı dozlarda uygulanan fosforun verim ve verim unsurlarına etkisi. Doktora Tezi, *Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.

Pain, B.F., Phillips, V.R., Huijsmans J.F.M. and Klarenbeek, J.V., 1991. Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emissions following the spreading of piggery wastes on arable land. Rapport 91-9, IMAG-DLO, Wageningen (the Netherlands).

Paul, J. W. and Beauchamp, E. G., 1993. Nitrogen availability for corn in soils amended with urea, cattle slurry, and solid and composted manures. *Can. J. Soil Sci.*, 73: 253–266.

Phillips, R. and Pain, B., 1998. Gaseous emissions from the different stages of European livestock farming. *Proceedings of the International Workshop on Environmentally Friendly Management of Farm Animal Waste*. Ed. T. Matsunaka. pp 67-72.

Poehlman, J.M., 1987. Breeding field crops. Avi Publishing Company. INC. Westport, Connecticut, U. S. A..

Rahman, S., Chen, Y., 2001. Laboratory investigation of cutting forces and soil disturbance resulting from different manure incorporation tools in a loam sand soil. *Soil & Tillage Research*, 58(1): 19-29.

Rahman, S., Chen, Y., Buckley K. and Akinremi, W., 2004. Slurry distribution in soil as influenced by slurry application micro-rate and injection tool type. *Biosystems Engineering*, 89(4): 495-504.

Rahman, S., Chen, Y., Zhang, Q., Tessier, S. and Baidoo, S., 2001. Performance of a liquid manure injector in a soil bin and on established forages. *Canadian Biosystems Engineering*, 43: 2.33-2.40.

Rahman, S., Chen, Y., Zhang, Q. and Lobb, D., 2005. Evaluation methods on manure exposure from liquid manure injection tools. *Canadian Biosystems Engineering*, Canada.

Risse, M. and Sheffield, R., 2003. Land application procedures and equipment. University of Idaho.

Rodhe, L. and Etana, A., 2005. Performance of slurry injectors compared with band spreading on three swedish soils with ley. *Biosystems Engineering*, 92(1), 107–118.

Sade, B., 1987. Çumra İlçesi Sulu Şartlarında Bazı Melez Mısır Çeşitlerinin Önemli Zirai Karakterleri Üzerinde Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *S. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Sayed Mohammed, S.H.Z. and Sadni, M.M., 1984. The Effect of Annual Weed Density and Nitrogen Fertilization on The Yield Maize (*Zea mays var. Bakti – I*). *Pertanika*, 7 (1): 61 –65, Malaysia.

Schaaf, D.E., Hann, S.A. & Lindwall, C.W., 1981. Performance evalution of furrow openers cutting coulters and press wheels for seed drills. In: Crop Production with Conservation in the 80's. *ASAE publications*, 7-81, 76-84. ASAE, St Joseph, MI 49085.

Serin, İ. ve Sade, B., 1993. Farklı Azot ve Potasyum Dozlarının "TTM-813" Melez Mısır Çeşidinin (*Zea mays L. indentata*) Tane Verimi, Morfolojik Özellikleri ve Ham Protein Oranı Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *S. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Smith, K.A., Jackson, D.R., Unwin, R.J., Bailey, G. and Hodgson, I., 1995. Effect of winter and spring applied slurry on yield of herbage. *Grass and Forage Science*, 50, 124-131.

Smith, K. A., Jackson, D. R., Misselbrook, T. H., Pain, B. F. and Johnson, R. A., 2000. Reduction of Ammonia Emission by Slurry Application Techniques. Silsoe Research Institue.

Sommer, S.G. and Ersbøll, A.K. 1994. Soil tillage effects on ammonia volatilization from surface-applied or injected animal slurry. *Journal of Environmental Quality*, 23, 493-498.

Sommer, S.G., Olesen, J.E. and Christensen. B.T., 1991. Effects of temperature, wind speed and air humidity on ammonia volatilisation from surface applied cattle slurry. *Journal of Agricultural Science*, 117:91-100.

Sommer, S.G., Genermont, S., Cellier, P., Hutchings, N.J., Morvan, T., Olesen, J.E., 2003. Processes of ammonia emission from livestock slurry in the field. *European Journal of Agronomy*, 19, 465–486

Sommer, S.G. and Hutchings, N.J., 2001. Ammonia emission from field applied manure and its reduction – invited paper. *European Journal of Agronomy*, 15, 1-15.

Sommer, S.G., Hutchings, N.J., Carton, O.T., 2001. Ammonia losses from field-applied animal manure. Report No. 60- Plant Production, Danish Institute of Agricultural Sciences, Tjele, Denmark.

Sommer, S.G. and Jacobsen, O.H., 1999. Infiltration of slurry liquid and volatilization of ammonia from surface applied pig slurry as affected by soil water content. *Journal of Agricultural Science*, 132, 297-303.

Sommer, S.G., Olesen J.E. and Christensen, B.T., 1991. Effects of temperature, wind speed and air humidity on ammonia volatilization from surface applied cattle slurry. *Journal of Agricultural Science*, 117, 91-100.

Steineck, S., Gustafson, G., Andersson, A., Tersmeden, M. and Bergström, J., 2000. Plant nutrients and trace elements in livestock wastes in Sweden. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Sweden.

Sutton, A.L., Nelson, D.W., Kelly, D.T. and Hill, D.L., 2009. Comparison of solid vs. liquid dairy manure applications on corn yield and soil composition. *Journal of Environmental Quality*, 15:4.

Şehirali, S., 1989. Tohumluk ve teknolojisi, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Şeker, C. ve Karakaplan, S., 1999. Konya ovasında toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkiler. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 29: 183-190.

Şeker, C. ve Gümüş, İ., 2010. Effects of Zeolite Application on Ammonia Nitrogen Loses from an Alkaline Reaction. Soil International Soil Science Congress on "Management of Natural Resorces to Sustain Soil Health and Quality" May 26-28 2010 Samsun- Turkey.

Thompson, R.B., Pain, B.F. and Rees. Y.J., 1990. Ammonia volatilization from cattle slurry following surface application to grassland, I. influence of application rate, wind speed and applying slurry in narrow bands. *Plant and Soil* 125(2): 119-128.

Thompson, R.B., and Meisinger, J.J., 2004. Gaseous nitrogen losses and ammonia volatilization measurement following land application of cattle slurry in the mid-Atlantic region of the USA. *Plant and Soil*, 266: 231–246.

Tollenear, M., Dwyer, L.M. and Stewart, D.W., 1992. Ear and kernel formation in maize hybrids respresting three decades of grain yield. Improvement in Ontorio. *Crop Science*, 32: (2), 432 – 438.

Tosun, F., 1967. Erzurum ovasında ekşi silo ve kesif tane yemi olarak melez tarla mısırı yetiştirme imkanları üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fak. Zirai Araştırma Enst., Araştırma Bülteni No: 21, Ankara.

Tüzüner, A., 1990. Toprak ve Su Analiz laboratuarı El Kitabı, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

Uyanık, M., 1984. Mısır bitkisinin botanik özellikleri, T. O. K. B. Karadeniz Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 984 – 1, Samsun.

Uluöz, M., 1965. Buğday Unu ve Ekmek Analiz Metotları. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi yayınları* No: 57, İzmir.

Warner, N.L. and Godwin, R.J., 1988. An Experimental Investigation into Factors Influencing The Soil Injection of Sewage Sludge. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 39(4): 287-300.

Warner, N.L., Godwin, R.J. and Hann, M.J., 1991. Modifications to slurry injector tines to reduce surface disturbance and improve slot closure under dry grassland conditions. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 48, 195-207.

Xu, Z.B., 1986. Influence major characters of maize on the productivity of indivudial plants. *Ningxia Agricaltural Science and Technology*, 5: 26 – 27.

Yalçın, H., Demir, V., Uçucu, R., 1996. Çizel aktif organlarının farklı diziliş konumlarında ve farklı çalışma hızlarında işlevsel etkinliğinin (toprağa etkisinin) ve işletme karakteristiklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2-3), 159-166.

Yalçın, H., Çakır, E., Gülsoylu, E., Keçecioğlu, G., 2001. Tohum yatağı hazırlamada uygulanan farklı toprak işleme yöntemleri üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1):71-78, ISSN 1018-8851.

7. EKLER

Ek 1. Sıvı ahır gübresinin faklı uygulama zamanlarında meydana gelen amonyak azotu (NH_3-N) kayıplarına uygulanan varyans analizi sonuçları

V.K.	S.D.	K.T.	K.O.	F
Yıl (A)	1	0.6880	0.6880	1.20
Uygulama (B)	2	5.7763	2.8881	3.92*
Ayak (C)	2	19.2875	9.6437	717.65**
Derinlik (D)	2	191.8925	95.9462	7139.95**
A*B	2	0.0363	0.0181	1.35
AxC	2	0.0688	0.0344	2.56
BxC	4	0.7098	0.1775	3.21
AxD	2	0.0130	0.0065	0.48
BxD	4	0.3814	0.0953	2.10
CxD	4	12.8858	3.2214	239.73**
BxCxD	8	1.0212	0.1277	4.50*
Hata	74	0.9944	0.0134	
GENEL	107	233.7550		

**P<0.01 *P<0.05

Ek 2. Sıvı ahır gübresinin faklı uygulama zamanlarında meydana gelen amonyak azotu (NH_3-N) kayıplarına uygulanan LSD testi sonuçları

	Amonyak azotu kaybı (kg N ha^{-1})									
	1. gübre uygulaması			**2. gübre uygulaması**			**3. gübre uygulaması**			**Toplam**
Uygulamalar	**2007**	**2008**	**Ortalama**	**2007**	**2008**	**Ortalama**	**2007**	**2008**	**Ortalama**	**(Ort.)**
A_1D_1	5.27	4.98	5.13 **g**	6.20	6.11	6.16 **e**	6.56	6.33	6.45 **d**	**17.73**
A_1D_2	4.38	4.06	4.22 **j**	4.80	4.68	4.74 **h**	5.01	4.92	4.97 **g**	**13.92**
A_1D_3	3.62	3.28	3.45 **lm**	3.67	3.46	3.57 **l**	3.86	3.72	3.79 **k**	**10.81**
A_2D_1	6.27	6.13	6.20 **e**	5.98	6.50	6.24 **e**	6.43	6.58	6.51 **d**	**18.94**
A_2D_2	4.33	4.16	4.25 **ij**	4.49	4.31	4.40 **i**	4.74	4.39	4.57 **h**	**13.21**
A_2D_3	2.92	2.82	2.87 **o**	3.30	3.12	3.21 **n**	3.52	3.17	3.35 **mn**	**9.43**
A_3D_1	7.65	7.61	7.63 **c**	8.19	7.72	7.96 **b**	8.51	7.92	8.22 **a**	**23.80**
A_3D_2	4.82	4.65	4.74 **h**	5.08	4.90	4.99 **g**	5.30	5.41	5.36 **f**	**15.08**
A_3D_3	3.58	3.48	3.53 **l**	3.78	3.72	3.75 **k**	3.98	3.80	3.89 **k**	**11.17**
Ortalama	**4.76**	**4.57**	**4.67**	**5.05**	**4.95**	**5.00**	**5.32**	**5.14**	**5.23**	**14.90**

LSD (%5) : 0.1631

Ek 3. Çalışmalar sırasında değişik işlem ve dönemlere ait görüntüler













8. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Osman ÖZBEK
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	KAYSERİ 04.06.1979
Telefon	**:**	0 546 2171677 0 332 2232831
Faks	**:**	0 332 2410108
e-mail	**:**	ozbek@selcuk.edu.tr

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Sümer Lisesi KAYSERİ	1996
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Zir. Fak. Tarım Makinaları Bölümü	2001
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Fen Bil. Ens. Tarım Makinaları ABD.	2005
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi Fen Bil. Ens. Tarım Makinaları ABD.	2011

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2002	S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü	Arş. Gör.

UZMANLIK ALANI

Tarım Makinaları

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

O. Ozbek, A. Y. Seflek, K. Carman. Some Mechanical Properties of Safflower Stalk. APPLIED ENGINEERING IN AGRICULTURE. Volume 25, Issue 4, 2009.

H. Hacıseferoğulları, M. Özcan, M. H. Sonmete and **O. Özbek**. Some physical and chemical parameters of wild medlar (Mespilus germanica L.) fruit grown in Turkey. Journal of Food Engineering, Volume 69, Issue 1, July 2005.

Mustafa Konak, Tamer Marakoğlu, **Osman Özbek**. Mısır Üretiminde Enerji Bilançosu, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18, (34), 28-30, 2004.

Şeflek, A.Y., Çarman, K., **Özbek, O**. Budama Atıklarının Parçalanmasında Kullanılan Makinanın Performans Değerlerinin İrdelenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2006, 3 (2), 219-224.

Özbek, O., Çarman, K., Şeflek, A.Y. Tek Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Serbest Yarıçap ve Kanat Konumunun Dağılım Desenine Etkisi. (Poster Bildiri) Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi, 2006, Çanakkale.

O. Ozbek, K. Carman. Performance of Single Spinning-Disk Type Solid Manure Spreader. Tarım Makinakarı Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science. 2009, 25(2).

Osman Özbek, Mustafa Konak. Çarpma Plakalı Şerbet Dağıtma Makinalarında Bazı Yapısal ve İşletme Özelliklerinin Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2009, 23(48), 51-56. (Yüksek Lisans Tezinden Yapılmıştır)

O. Ozbek, T. Marakoglu, K. Carman. The Effects of a Prototype Liquid Manure Spreader Machine on Nitrogen Losses and Maize Yield. Tarım Makinakarı Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science. 2010, 6(2), 85-92.

T. Marakoğlu, **O. Özbek**, K. Çarman. Nohut Üretiminde Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Enerji Bilançosu. Tarım Makinakarı Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science. 2010, 6(4), 229-235.