**TEK DANE (HASSAS) EKİM MAKİNELERİ DENEY İLKELERİ**

**1. KAPSAM**

 Bu deney ilkeleri, tohumları istenilen sıra üzeri mesafelerinde tek tek ekebilen, mekanik ve pnömatik ekici düzene sahip olan tek dane (hassas) ekim makinelerini kapsar.

**2. ÖN KONTROL VE MUAYENELER**

 Laboratuvar ve tarla deneylerine başlamadan önce tek dane (hassas) ekim makinası gözle ön kontrolden geçirilmelidir. Bu kontrollerde;

* Makinenin genel görünüşü incelenir, çalışması kontrol edilir, gerekli ayarları yapılır, laboratuvar ve arazi denemelerinde kullanılıp kullanılamayacağı saptanır.
* Makina yüzeyleri düzgün olmalı, üzerinde çapak, çukur, çizik vb. kusurlar bulunmamalı ve bütün parçaları paslanmaya karşı uygun şekilde boyanmış olmalıdır.
* Makine üzerinde çakılı bir metal plaka üzerinde firmanın ticari unvanı veya kısa adı, varsa tescilli markası, makinanın standart numarası, seri numarası ve imal yılının yazılı olmasına dikkat edilmelidir.
* Tarla deneyi sonunda yapılan incelemelerde makinanın parçalarında kırılma, çatlama, kopma, sızdırma, eğilme, patlama, eksenlerinden kaçma vb. arızalar görülmemelidir.
* Tek dane (hassas) ekim makinasının düz bir zemin üzerinde yatay bir şekilde dengede durması ve gömücü ayaklarının yere değmesi koşulu gözetilerek makinanın yere paralelliği kontrol edilmeli, ölçüler bu konumda iken alınmalıdır.
* Laboratuvar deneylerinde makinanın boyut ve ağırlık ölçüleri, kaynak bağlantılarının niteliği, bakım ve ayar kolaylığı ile trafik ve iş güvenliğine ilişkin özellikleri incelenmelidir.
* Makine, kurallara uygun olacak şekilde traktöre bağlanır. Bağlantı kolaylığı yönünden kontrol edilir. Asılır tip makinalarda üç nokta asma düzeninin TS ISO 730:2021’de verilen ölçülere uygunluğu ve kategorisi kontrol edilmelidir. Çekilir tip makinalar için çeki kancası özellikleri traktörlere uygun olmalıdır.
* Makinanın sıra üzeri aralık, sıra arası mesafe, ekim derinliği vb. ayar imkanlarının olup olmadığı ve farklı tohumların ekimine olanak sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmelidir. Makinanın istenilen koşullarda çalışmasını sağlayacak biçimde tüm mekanizmaların kolayca ayarlanabilir yapıya sahip olup olmadığı incelenmelidir.
* Makinanın ekici düzene hareket iletiminde transmisyon oranları belirlenmeli ve istenilen devir seçeneğinin kolaylıkla seçilip seçilemeyeceği kontrol edilmelidir.
* Ekici üniteler sıra üzeri aralık ayarlarını yapabilecek ayar mekanizmasına sahip olmalıdır. (Sıra üzeri aralık değerlerine ilişkin tablo olup olmadığı ve doğruluğu kontrol edilmelidir.)
* Ekici ayakların iş derinlikleri ayarlanabilir olmalıdır.
* Gübre ünitesine sahip olan makinalarda gübre atıcı üniteler gübre normu ayarını yapabilecek ayar mekanizmalarına sahip olmalıdır. (Gübre normu göstergesi ve tablosu olup olmadığı kontrol edilmelidir.)
* Uzunlukları ayarlanabilen markörler bulunmalıdır.
* Makinanın Kullanım Kitapçığı (varsa) yukarıda sayılan kontrollerin yapılmasında rehber niteliğinde olacağından firma tarafından deney yapacak kuruma iletilmelidir.
* Makinanın laboratuvar ve tarla koşullarındaki denemelerinde sertifikalı tohum kullanılmalıdır.
* Makinalarının dönen parçalarını örten mahfaza ve koruyucular TS EN ISO 12100, TS EN ISO 4254-1 ve TS EN ISO 4254-9: 2018’e uygun olmalıdır.
* Dağıtıcı üzerindeki mafsallı mil bağlantı yeri TS EN ISO 5674’e uygun koruyucu ile muhafaza altına alınmalıdır.
* Mafsallı mille tahrik edilen makinelerde mafsallı miller CE belgeli ve TS ISO 5673-1, TS ISO 5673-2 ve aşırı yük emniyet kavramaları TS 10990’ a uygun olmalıdır.
* Ekim makinalarının aydınlatma ve sinyalizasyon tertibatı TS 5776’ya uygun olmalıdır.
* Makina üzerinde hareket iletimi zincirli sistem ile sağlanıyorsa mutlaka gerdirme düzeni bulunmalıdır.
* Operatörün kuyruk milinden (PTO) tahrikli mil mahfazası ve güç giriş bağlantı mahfazası (PIC) arasına ulaşması gerekirse, yüzey boşluğu en az 50 mm olmalıdır ve toplam yüzey mesafesi 150 mm’yi geçmemelidir.



**Açıklama**

1. Güç giriş bağlantı mahfazası (PIC),

2. Kuyruk milinden (PTO) tahrikli mil mahfazası.

**3. TANITIM, TEKNİK ÖZELLİKLER VE ÖLÇÜLER**

**3.1. Tanıtım**

Genel tanıtım bölümünde makinanın çalışma prensibi ve ana organları öz olarak anlatılmalıdır. Makinaya ait bir fotoğraf ya da şematik çizim üzerinde bu ana organlar gösterilmelidir. Ana boyutlar en az 2 tercihen 3 görünüş üzerinden ölçekli bir teknik resim üzerinde mm olarak ölçülendirilmelidir.

**3.2. Teknik Özellikler ve Ölçüler**

Bu bölümde makinanın genel uzunluk, genişlik, yükseklik, boş ağırlık, depo hacmi/kapasitesi vb. ölçülerinin yanında yapılan işle ilgili düzeneklere ilişkin temel ölçüler de verilmelidir. Ayrıca ana şasi, traktöre bağlantı, hareket tekerleri, ekici ünite, gübre atma düzeni, markör (çizek), düzeni, ayar sistemleri vb. tüm organlar hakkında yeterli bilgiler gerektiğinde alt başlıklar ve tablolar ile verilmelidir.

**4. DENEY YÖNTEMİ**

**4.1. Deney Şartları**

Deneyler, laboratuvar ve tarla deneyleri olmak üzere iki aşamada yürütülür. Laboratuvar deneylerinin yapıldığı yerin özellikleri, kullanılan ölçü aletleri, cihazlar ve ekipmanlar hakkında bilgi verilir. Deneyler laboratuvarda en az iki sıra üzeri tohum aralığında, 3 farklı ilerleme hızında ve en az 2 farklı tohum ile gerçekleştirilmelidir. Gübre ünitesi olan makinalarda ise en az 3 farklı gübre normunda, 3 farklı ilerleme hızında ve en az bir granül gübre çeşidi ile deneyler gerçekleştirilmelidir.

Tarla deneyleri seçilen tohuma uygun sıra üzeri tohum aralığında ve ilerleme hızında gerçekleştirilmelidir. Deneylerde tarlanın toprak tipi ve eğimi, tohum yatağı hazırlama şekli, ekim zamanı, kullanılan tohum çeşitleri, tohumun bin dane ağırlığı, sıra üzeri tohum aralığı, sıra arası mesafe, ekim derinliği, ilerleme hızı, ekici plaka delik sayısı ve delik çapı, ekici plakanın dönü sayısı veya çevre hızı, fan hava basıncı, hareket iletim oranı, gübre çeşidi, gübre normu, vb. özellikler belirtilmelidir. Tarla denemelerinin yapılacağı parselin uzunluğu en az 75 m, parsel genişliği ise makine iş genişliğinin en az 3 katı olmalıdır.

**4.2. Deneyler**

**4.2.1. Laboratuvar Deneyleri**

 Kullanılacak tohumlukların bin dane ağırlığı ölçülür. Denemeler için kullanılacak tohuma özgü en az iki sıra üzeri anma ekim aralığı değeri belirlenir. Makinanın transmisyon sistemi göz önünde bulundurularak seçilen bu değerlerin doğruluğu, makine üzerinde ya da kullanım kitapçığında belirtilen değerlerle kıyaslanarak kontrol edilir. Denemelerde kullanılacak gübrenin hacim ağırlığı ölçülür, elek analizi yapılır.

**4.2.1.1. Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğünün Saptanması ve Değerlendirmesi**

 Ekim makinası yapışkan sonsuz bant üzerine yerleştirilir veya elektronik ölçme düzenine bağlanır. Makinanın tesadüfen seçilen bir ekici ünitesinden ölçümler gerçekleştirilir. Denemeler, tohuma özgü belirlenen iki farklı sıra üzeri anma tohum aralığına ayarlanan ekici ünite ile 4, 6 ve 8 km/h (veya firmanın isteği doğrultusunda daha yüksek) ilerleme hızlarında, 2 değişik tohum (Örneğin; pamuk, ayçiçeği) kullanılarak, üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilir. Denemelerde bir biri ardına bırakılan tohumların arasındaki mesafeler ölçülür. Z (anma ekim aralığı) değeri esas alınarak yapılan denemeler sonucunda 0,5.Z’den küçük olan mesafeler ikizlenme, 1,5.Z’den büyük olan mesafeler boşluk ve 0,5.Z - 1,5.Z aralığındaki mesafeler kabul edilebilir tohum aralığı olarak değerlendirilir ve toplam tohum sayısına bağlı oranları hesaplanır. Hesaplanan bu değerler ikizlenme oranı (İO), boşluk oranı (BO) ve kabul edilebilir tohum aralığı oranı (KETA) olarak rapor içerisinde Çizelge 1’deki gibi verilmelidir. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü Çizelge 2’ye göre değerlendirilmelidir.

**Çizelge 1. Tek dane ekim makinası deneme planı**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tohum** | **Sıra Üzeri Aralık (cm)** | **İlerleme Hızı (m/s)** | **KETA****0,5.Z ≤ Z ≤ 1,5.Z****Aralığındaki Tohum Oranı (%)** | **İkizlenme****< 0,5.Z****(%)** | **Boşluk****>1,5.Z****(%)** | **Değerlendirme** |
| 1. Tohum | 1. aralık | 1. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 2. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 3. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 2. aralık | 1. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 2. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 3. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 2. Tohum | 1. aralık | 1. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 2. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 3. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 2. aralık | 1. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 2. ilerleme hızı |  |  |  |  |
| 3. ilerleme hızı |  |  |  |  |

**Çizelge 2. Tohum dağılım düzgünlüğü değerlendirme planı**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kabul edilebilir tohum aralıkları oranı** **(KETA, %)** | **İkizlenme oranı** **(İO, %)** | **Toplam boşluk oranı** **(BO, %)** | **Değerlendirme** |
| > 98.76 | <0.62 | <0.62 | Çok iyi |
| >94.60≤98.76 | ≥0.62<2.92 | ≥0.62<2.92 | İyi |
| ≥90.50≤94.60 | ≥2.92≤4.75 | ≥2.92≤4.75 | Orta |
| <90.50 | > 4.75 | > 4.75 | Yetersiz |

**4.2.1.2. Gübre Normunun Saptanması ve Değerlendirmesi**

 Tek dane (hassas) ekim makinasının gübre normunu belirlemek için makinanın hareket iletim tekerleğinin 4, 6, 8 km/h ilerleme hızlarında (firma talep ederse daha yüksek hızlarda da denenebilir) 20 devrinde atılan gübre miktarları belirlenir. Elde edilen değerlerden gübre normları hesaplanır. Gübre normu için en az 3 farklı gübre normu değerinde çalışılmalıdır. Deneyler sonucu elde edilen gübre normu değerlerinin hızlara göre değişimi de rapor içerisinde verilmelidir. Normun hıza göre değişimini ifade eden varyasyon katsayısı değeri en çok %6 olmalıdır.

**4.2.1.3. Gübre Akış Düzgünlüğünün Saptanması ve Değerlendirmesi**

 Ekim makinası tekerleğinin, önerilen gübre normunda ve 4, 6 ve 8 km/h ilerleme hızındaki 20 devrinde her gömücü ayaktan ayrı ayrı atılan gübre miktarları saptanır. Elde edilen değerlerden hareketle aynı ayaktan farklı tekerrürlerde atılan gübre miktarının değişimini ifade eden akış düzgünlüğü belirlenir. Akış düzgünlüğü değerleri varyasyon katsayısı değerleriyle ifade edilerek Çizelge 3’e göre değerlendirilir. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülür.

**Çizelge 3. Gübre Akışındaki Düzgünlük (VK, %) Değerlendirilmesi**

|  |  |
| --- | --- |
| **VK (%)** | **Değerlendirme** |
| ≤1 | Çok iyi |
| >1-≤2 | İyi |
| >2-≤3 | Orta |
| >3-≤4 | Yeterli |
| >4 | Yetersiz |

**4.2.1.4. Ayaklar Arası Enine Gübre Dağılım Düzgünlüğünün Saptanması ve Değerlendirmesi**

 Ekim makinası tekerleğinin, önerilen gübre normunda ve 4, 6 ve 8 km/h ilerleme hızındaki 20 devrinde her gömücü ayaktan ayrı ayrı atılan gübre miktarları saptanır. Elde edilen değerlerden hareketle farklı ayaklardan aynı tekerrürde atılan gübre miktarını ifade eden ayaklar arası enine dağılım düzgünlüğü belirlenir. Ayaklar arası enine dağılım düzgünlüğü değerleri varyasyon katsayısı değerleriyle ifade edilerek Çizelge 4’e göre değerlendirilir. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülür.

**Çizelge 4. Gömücü Ayaklar Arası Enine Gübre Dağılım Düzgünlüğünün (VK, %) Değerlendirilmesi**

|  |  |
| --- | --- |
| **VK (%)** | **Değerlendirme** |
| ≤4 | Çok iyi |
| >4–≤6,3 | İyi |
| >6,3–≤8,9 | Orta |
| >8,9–≤12,5 | Yeterli |
| >12,5 | Yetersiz |

**4.2.1.5. Tohum Zedelenme Oranının Saptanması ve Değerlendirmesi**

Bu amaçla uygulama normunda değişik hızlarda yapılan deneyler sırasında atılan tohumlardan belirli oranda örnek alınır ve üçe bölünür. Bu gruplar içerisinde gözle görülebilecek şekilde zedelenmiş olan tohumlar ayrılır. Her hız kademesi ve her tohum çeşidi için ağırlık cinsinden yüzde oranları hesaplanır. Deneyler sonucunda gözlenen tohum zedelenme oranı ağırlık cinsinden en çok %0,3 olmalıdır. Zedelenme saptanmasında, tohumun deney öncesi zedelenme oranı dikkate alınmalıdır.

**4.2.2. Tarla Denemeleri**

Ekim makinesi, tohum yatağı hazırlanmış bir tarlada, tohuma uygun seçilen sıra üzeri anma ekim aralığı değerine ayarlanarak seçilen ilerleme hızında çalıştırılır. Makinanın gerçek ekim normu, ekim derinliği düzgünlüğü, iş başarısı ve tahrik tekerleklerindeki kayma oranları ölçülür. Gömücü ayakların, çizi kapatıcıların, markörün görevlerini yerine getirip getirmediği gözlemlenir, makinanın kullanım ve ayar kolaylıkları ile yapısal sağlamlığı kontrol edilir.

**4.2.2.1. Ekim Derinliğindeki Düzgünlüğün Saptanması**

Ekimden sonra seçilen en az 2 sıradan, farklı mesafelerde açığa çıkarılan en az 20’şer tohumun ekim derinlikleri ölçülür. Ölçülen ekim derinliği dağılımının varyasyon katsayısı hesaplanır. Ekim derinliği dağılımının varyasyon katsayısı, en çok %25 olmalıdır.

**4.2.2.2. İş Başarısı**

Ekim Makinasının İş Başarısı (da/h) = B x V x k

Burada;

B: İş genişliği (m),

V: İlerleme hızı (km/h) ,

k: Zamandan faydalanma katsayısı (%) dır.

**4.2.2.3. Kayma Oranı**

Ekim sırasında ekim makinalarının tahrik (tarla) tekerleğindeki kayma oranı (negatif patinaj) aşağıdaki formüle bağlı olarak saptanır. Makine tahrik tekerleğinde meydana kayma (negatif patinaj) miktarı en çok %10 değerinde olmalıdır.

 Alınması Gereken Yol - Alınan Yol

% Kayma = -----------------------------------------------------x 100

 Alınması Gereken Yol

**4.3. Değerlendirme Kriterleri**

* Sıra üzeri dağılım düzgünlüğü denemelerinde elde edilen kabul edilebilir tohum aralıklarının nisbi oranı en az % 90,5 olmalıdır. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü denemelerinde Çizelge 1’e göre saptanan kabul edilebilir tohum aralıkları, ikizlenme ve boşluk oranlarının değerlendirilmesi, Çizelge 2’ye göre yapılır.
* Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü bozan en düşük depo doluluk oranı % 10 olmalıdır.
* Deneyler sonucu elde edilen ekim/gübre normu değerlerinin hızlara göre değişiminin varyasyon katsayısı en çok %6 olmalıdır.
* Gübre akış düzgünlüğünü ifade eden varyasyon katsayısı en çok %4 olmalıdır.
* Ayaklar arası enine gübre dağılım düzgünlüğü ifade eden varyasyon katsayısı en çok %12,5 olmalıdır.
* Deneyler sonucu 2 çeşit tohumda değişik hızlar için gözlenen zedelenme oranı, ağırlık cinsinden en çok %0,3 olmalıdır.
* Ekim derinliği dağılımının varyasyon katsayısı, en çok % 25 olmalıdır.
* Tahrik tekerleği kayma oranı en çok %10 olmalıdır.

**4.4. Deney Sonuçları**

Ekim makinesinin deney raporu alabilmesi için, tüm değerlendirmelerin en az “yeterli” düzeyde olması gerekir. Denemeler ilişkin sonuçları tümü rapor içerisinde verilmelidir.

**5. RAPORLAMA**

 Raporlandırma için EK-A’ da verilen deney rapor formu kullanılmalıdır. Form üzerindeki madde başlıklarının neleri kapsaması gerektiği aynı madde başlığı altında tarif edilmiştir. Formun “ 2. TEKNİK ÖZELLİKLER” maddesinin 2.2. numaralı alt maddesinden itibaren makine üzerindeki tertibat, düzen ve aksamlar maddeler halinde açıklanmalıdır.

 “Teknik Özellikler” maddesi rapor formunda belirtilenlere ilaveten en az aşağıdaki konu başlıklarını içermelidir. Konu başlıkları tatmin edici düzeyde, gerekiyorsa resim, şekil ve tablolarla desteklenerek açıklanmalıdır.

* + - Genel Ölçüler
		- Pnömatik Düzen
		- Ekici Düzen
		- Tohum Deposu
		- Gübre Deposu
		- Tohum Gömücü Ayak
		- Gübre Gömücü Ayak
		- Markör
		- Şasi, Bağlantı Tertibatı ve Tekerlekler

 Deney raporunun “3. DENEY YÖNTEMİ” başlıklı maddesinin “3.1. Ortam ve Materyal” maddesi, bu deney metodunun “4.1. Deney Şartları” kısmında bahsi geçen şartları içermelidir.

Deney raporunun “4. DENEY BULGULARI” başlıklı maddesinin “4.1. Laboratuvar Ölçümleri” maddesi ile “4.2. Tarla Deney Sonuçları” maddesi, bu deney metodunun “4. DENEY YÖNTEMİ” maddesinde bahsi geçen bütün deneylerin sonuçlarının “4.3. Değerlendirme Kriterleri” maddesinde bahsi geçen bütün kriterlerin cevaplarını içermesi gerekmektedir.

**6. YARARLANILACAK KAYNAKLAR**

Dursun, İ. ve M. A. Erol, 2015. Ekim, Bakım ve Gübreleme Makinaları (Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş II. Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1628, Ders Kitabı: 580, 402 s., Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Önal, İ., 1995, Ekim-Bakım-Gübreleme Makinaları, E.Ü.Z.F. Ders Kitabı, Yayın No:490, İzmir.

TS 5690 Tarım Makinaları - Sıraya Ekim Makinaları - Traktörle Kullanılan

TS 5776 Tarım makinalarında aydınlatma, ışıklandırma ve sinyalizasyon kuralları

TS 6424 Hassas Ekim Makinaları Deney Metodları

TS 10990 Tarım makinaları-Mafsallı miller-Aşırı yük kavramaları

TS ISO 730 Tarımsal tekerlekli traktörler - Arkaya monte üç noktalı bağlantı - 1N, 1, 2N, 2, 3N, 3, 4N ve 4 Kategorileri

TS EN ISO 4254-1 Tarım Makinaları Güvenlik - Bölüm 1: Genel Kurallar

TS EN ISO 4254-9 Tarım Makinaları - Güvenlik - Bölüm 9:Tohum Ekme Makinaları

TS EN ISO 5674 Tarım ve orman makinaları - Traktör ve makinalar - Mafsallı mil mahfazası - Dayanım ve aşınma deneyleri ile kabul kriterleri

TS ISO 5673-1 Tarım traktörleri ve makinaları - Kuyruk milinden tahrikli miller ve güç giriş bağlantısı - Bölüm 1: Genel imalat ve güvenlik kuralları

TS ISO 5673-2 Tarım traktörleri ve makinaları - Kuyruk milinden tahrikli miller ve güç giriş bağlantısı - Bölüm 2: Kuyruk milinden tahrikli millerin kullanımı ile kuyruk mili tahrik hattı konumu, güvenlik açıklığı ve değişik donanımlar için güç giriş bağlantısı (PIC) ile ilgili teknik özellikler

TS EN ISO 12100 Makinalarda güvenlik - Tasarım için genel prensipler - Riskin değerlendirilmesi ve azaltılması

NOT: Makinaların deney, muayene ve değerlendirmelerinde en son yayınlanan Türk Standartlarının kullanılması gerekmektedir.