

Ekim Makinalarının Tohum Dağılımının İncelenmesinde Yeni Yaklaşımlar: İki Boyutlu Değerlendirme

Davut KARAYEL, Aziz ÖZMERZİ

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Antalya
dkarayel@akdeniz.edu.tr

Received (Geliş Tarihi): 19.07.2010

Accepted (Kabul Tarihi): 17.08.2010

Özet: Ekim işleminde tarladaki tohum dağılımını değerlendirmek, aynı zamanda gömücü ayağın topraktaki tohum dağılım karakteristiğini incelemek için yapılan araştırmalarda yatay ve düşey düzlemdeki tohum dağılım özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla tohumların sıra üzeri uzaklıkları ve derinlikleri ölçülmekte ve bu ölçümler kullanılarak tohum dağılımları çizgisel olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle sıra üzeri uzaklık veya derinlik dağılımı esas alınarak yapılan değerlendirmeler tek boyutludur. Oysa incelemeye konu olan düzlemler (yatay ve düşey düzlem) iki boyutludur. Son yıllarda tohum dağılımını iki boyutlu, yani düzlemsel olarak tanımlamayan yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler ile yatay düzlem tohum dağılımının incelenmesi için her bitkiye düşen yaşam alanı, düşey düzlem tohum dağılımını belirlemek için ise tohumların düşey düzlemdeki dağılım alanları incelenmektedir.

Anahtar kelimeler: Ekim, tohum dağılımı, yaşam alanı, hesaplamalı geometri.

New Approaches in Seed Distribution Uniformity of the Seeders: Two Dimensional Evaluations

Abstract: Seed distribution on the vertical and horizontal plane in the soil should be determined to evaluate seed distribution in the field after seeding operation and also seed distribution characteristic of furrow openers. Seed spacings and seeding depths are measured and the linear seed distribution is evaluated using these measurements. Hence, seed distribution evaluations using either seed spacing or seeding depth are one dimensional. But the planes (vertical and horizontal) are two dimensional. The new methods were developed to evaluate seed distribution in two dimensional way. Plant growing area is determined to evaluate horizontal distribution pattern and vertical seed distribution area is determined to evaluate vertical distribution pattern of the seeds in these new methods.

Key words: Seeding, seed distribution, growing area, computational geometry.

GİRİŞ

Tohumların toprak içerisindeki dağılımı, ayrıca gömücü ayakların tohum dağılım karakteristikleri yatay ve düşey düzlemdeki ölçümler ile belirlenmektedir. Yatay düzlemdeki ölçümlerde tohumların sıra üzeri uzaklıkları ve sıradan sapma miktarları veya birim uzunluktaki tohum sayıları, düşey düzlemde yapılan ölçümlerde ise tohumların ekim derinliği veya belirli toprak katmanlarındaki tohum sayıları ölçülmektedir.

Yatay düzlemdeki tohum dağılımının değerlendirilmesi için normal sıravari ekimde, sıra üzeri tohumlar arası uzaklığın ölçülmesi yerine, sıra üzeri boyunca 2.5 cm uzunluğunda 0, 1, 2...r adet tohum bulunan şeritlerin oranının hesaplanırken, hassas ekimde ise ölçülen sıra

üzeri tohum uzaklıkları kullanılarak ikizleme oranı boşluk oranı, kabul edilebilir tohum aralığı oranı gibi ekim kalitesi kriterleri hesaplanmaktadır (Önal, 1995).

Heege (1967, 1969, 1993), Speelman (1975), Gökçebay (1981) ve Özmerzi (1983) yürüttükleri çalışmalarda, yatay düzlemdeki tohum dağılımını en yakın komşu tohum uzaklığı ile belirtmişlerdir. En yakın komşu tohum uzaklığı, bir tohumdan en yakın komşu tohuma olan yatay uzaklıktır. Geometrik olarak, bu uzaklık bir dairenin yarıçapına eşit olup, bu uzaklıktaki yarıçapla çizilen dairenin içerisinde başka bir tohum bulunmamalıdır.

Tohumların düşey düzlemdeki dağılımını yani toprak üst yüzeyine göre toprak içindeki konumlarını saptamak için ise iki yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden biri toprak rendesidir. Breifuss (1954) tohum derinliğinin saptanmasına yönelik yaptığı araştırmasında ilk defa 100×120×150 mm ölçülerindeki toprak rendesini kullanmıştır. Yine Özmerzi (1986) tarafından toprak kanalında yürütülen bir çalışmada, tohumların ekim derinliğini saptamak için 150×200×250 mm ölçülerindeki toprak rendesi kullanılmıştır. Toprak rendesi ile sağlıklı sonuçlar elde edebilmek için düzgün toprak koşullarında çalışmak gerekmektedir. Bunun yanında Harzadın (1974), Erol (1977), Gökçebay (1981), Özmerzi ve Keskin (1983) tarafından tarla koşullarında yapılan çalışmalarda ise tohumların ekim derinliğini belirlemek için çim boyu ölçüm yöntemi kullanılmıştır. Çim boyu ölçümü için çimlenen bitkilerin yeşil kısmı oluştuktan sonra bitkiler topraktan sökülmemekte ve sökülen bitkilerin tohum kalıntısı ile çimlenen bitkinin yeşilden beyaza geçiş sınırı arasındaki uzaklık ölçülmektedir.

Yatay ve düşey düzlem tohum dağılımının laboratuvar şartlarında belirlenmesi için yapışkan sonsuz bant, tartım yöntemi, ultrasonik sayıcı, optik algılayıcı, görüntü işleme yöntemi ve toprak kanalı gibi çeşitli ölçme sistemlerinden ve tekniklerden yararlanılmaktadır. Yapışkan sonsuz bant, tartım yöntemi, ultrasonik sayıcı, kamera ve optik algılayıcılardan yararlanan araştırmalarda yatay düzlem tohum dağılımı belirlenirken, toprak kanalı kullanılan araştırmalarda yatay düzlem tohum dağılımı yanında düşey düzlem tohum dağılımı da belirlenebilmektedir.

Tohum dağılımını belirlemek için gerek yatay gerekse düşey düzlemde yapılan ölçümler ve değerlendirmeler uzaklık esaslı olup bir boyutludur. Oysa incelemeye konu olan düzlemler (yatay ve düşey düzlem) iki boyutludur. Bu nedenle araştırmacılar tarafından yatay ve düşey düzlemlerdeki tohum dağılımını iki boyutlu, yani düzlemsel olarak tanımlamayan yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada ise bu yöntemlerin tanıtımı, avantaj ve dezavantajlarının tartışılması hedeflenmiştir.

YATAY DÜZLEMDEKİ TOHUM DAĞILIMININ BİTKİ YAŞAM ALANI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bir ekim makinasının yatay düzlemdeki tohum dağılımı düzgünlüğünün iyileştirilmesi bitkiler arasındaki rekabeti azaltarak verimi arttıracaktır. Yatay düzlemdeki tohum dağılımı düzgünlüğüne, tohumların sıra üzeri uzaklık dağılımı yanında çizi ekseninden sapma miktarları da etkilidir. Bir bitkinin sıra üzeri ve sıra arası uzaklığı o bitkiye düşen yaşam alanını belirlemektedir. Teorik olarak hedeflenen sıra arası ve sıra üzeri uzaklıklardan sapma miktarları ise bitkinin yatay düzlemdeki ekim düzgünlüğünü oluşturmaktadır.

Ekim düzgünlüğünün incelenmesi için yapılan pek çok araştırmada sadece sıra üzeri uzaklıklar ölçülmekte ve değerlendirilmektedir. Fakat yukarıda da açıklandığı gibi yatay düzlemdeki tohum dağılımı açısından, bitki gelişimi ve verim üzerine etkili olan esas faktör bitki yaşam alanıdır. Yaşam alanı iki boyutlu olarak incelenmelidir.

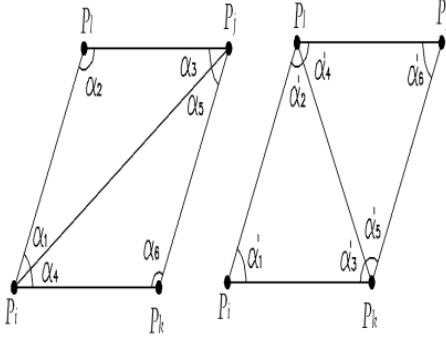
Karayel (2010) buğday, soya ve mısır ekiminde tohumların yatay düzlemdeki dağılımını bitkilerin yaşam alanlarını inceleyerek belirlenmiştir. Bitkilerin yaşam alanını belirlemek için öncelikle her bitkinin tarla yüzeyindeki iki boyutlu koordinatı tespit edilmiştir. Koordinatları belirlenen bitkilerin yaşam alanının belirlenmesinde hesaplamalı geometrinin bir dalı olan Delaunay üçgenlemesi ve Voronoi poligonu (çokgeni) kullanılmıştır. Hesaplamalı geometrinin konularından biri olan üçgenlere ayırma, verilen noktaları (tohumların koordinatları) köşe olarak kabul eder ve yüzeyi üçgenlere ayırır.

Bir noktanın Voronoi poligonu o noktayı, komşu noktalar denen, o noktaya en yakın konumdaki noktalardan ayırmaktadır. Poligonun kenarları, nokta ile komşu noktaları birleştiren doğru parçalarının kenar orta dikmelerinden oluşmakta, her nokta kendisine ait komşu noktalar ile birleştirildiğinde Delaunay üçgenlemesi elde edilmektedir.

Bir yüzey Delaunay üçgenlemesi ile üçgenlere ayrılırken dikkat edilecek en önemli nokta tüm üçgenler içindeki en küçük açının en büyük olduğu üçgenlemeyi bulmaktır. Diğer bir deyişle, elde edilen üçgenler eşkenara en yakın üçgenler olmalıdır. Örneğin Şekil 1'de de görüldüğü gibi şayet

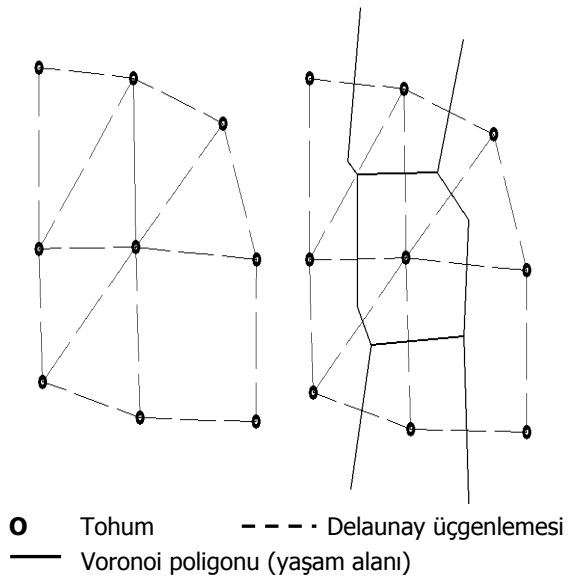
$\min \alpha_i < \min \alpha_i'$ ise

p_i p_j kenarı hatalıdır, üçgenleme için p_i p_k kenarı kullanılmalıdır.



Şekil 1. Delaunay üçgenlemesi (Şekildeki noktalar tarla yüzeyindeki tohumları simgelemektedir)

Delaunay üçgenlemesi yapıldıktan sonra üçgeni oluşturulan kenarlara orta noktalarından dik doğrular çizilerek Voronoi poligonları elde edilebilir (Şekil 2).



Şekil 2. Voronoi poligonunun oluşturulması

Hesaplama dayalı geometri ile Delaunay üçgenlemesi ve Voronoi poligonlarının oluşturulması zor ve zaman alıcı bir işlemdir. Özellikle ekim işleminde, her bitki için yaklaşık olarak 250 bitkiye düşen yaşam alanının hesaplanması oldukça zor ve zaman alıcı bir işlem olacaktır. Bilgi işlem teknolojilerinin yaygın olarak kullanıldığı günümüzde, matematiksel hesaplama ve analizler için oldukça

gelişmiş yazılımlar kullanılmaktadır. Araştırmacı tarafından bitkilere düşen yaşam alanının poligon alanı olarak hesaplanması için bu yazılımlardan biri olan ve mühendislik uygulamalarında oldukça yaygın olarak kullanılan MATLAB yazılımı önerilmiştir. Programda yaşam alanı hesabı için komut satırları aşağıdaki gibi olan bir m-dosya oluşturulmuştur.

```
[v,c]=voronoin(x)
for j=1:length(c)
A=polyarea(v(c{j},1), v(c{j},2))
end
```

Teorik olarak bir bitkinin ideal yaşam alanı dairedir. Oluşturulan yaşam alanlarının, ideal yaşam alanı olan daireye geometrik olarak ne kadar yakın olduğunu belirlemek için şekil katsayısı adı verilen bir katsayı kullanılmıştır (Griepentrog, 1998). Şekil katsayısının 1'e yaklaşması yaşam alanının da aynı oranda daire şekline yaklaştığını göstermektedir. Şekil katsayısı, ideal yaşam alanı olan daireyi çevreleyen çemberin çevresinin bitkinin yaşam alanı olarak hesaplanan poligonun çevresine oranıdır.

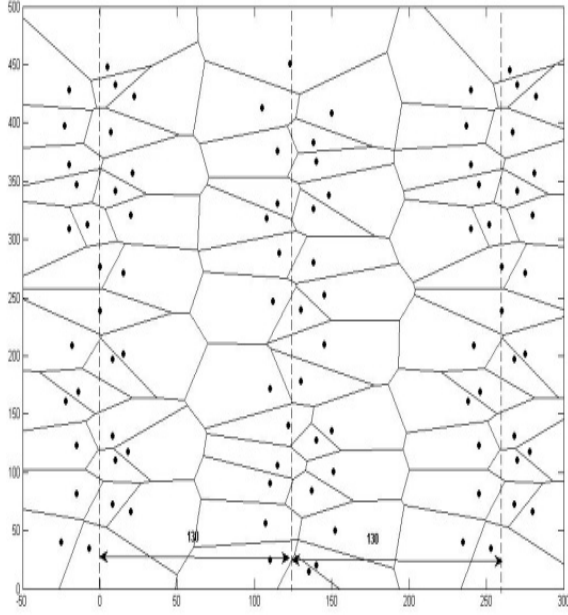
$$C_{ideal} = 2\pi \sqrt{\frac{A_i}{\pi}} \quad (1)$$

$$r = \frac{C_{ideal}}{C_{poligon}} \quad (2)$$

$$r_{ort} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_{ideal}}{C_{poligon}} \quad (3)$$

Burada C_{ideal} ideal yaşam çevresi; A_i poligon alanı; $C_{poligon}$ poligonun çevresi; r , şekil katsayısı; r_{ort} ortalama şekil katsayısı ve n , hesaplanan yaşam alanı sayısı.

Araştırmada, örneğin buğday bitkilerinin için yaşam alanları Şekil 3'deki gibi oluşturulmuştur. Bu dağılımda ortalama sıra üzeri uzaklık 14.7 mm, sıra üzeri uzaklık varyasyon katsayısı %74 iken ortalama yaşam alanı 2022 mm², yaşam alanlarının varyasyon katsayısı %39'dur.

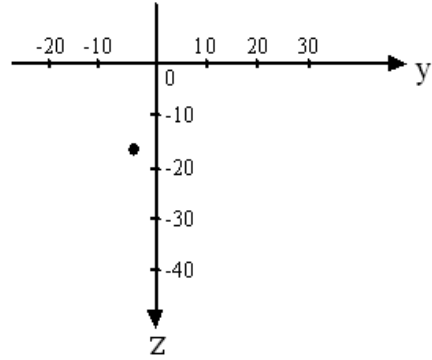
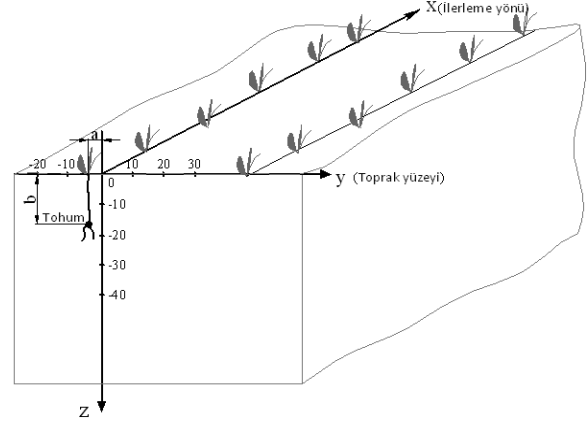


Şekil 3. Buğdayın tarla yüzeyindeki tohum dağılımı ve Voronoi poligonları ile elde edilen yaşam alanları.

Araştırma sonunda soya ve mısır gibi daha geniş sıra arası uzaklıklarda (40 ve 70 cm) ekilen ürünlerde ekim düzgünlüğünün göstergesi olarak kabul edilen sıra üzeri uzaklık ile yaşam alanı arasında güçlü bir doğrusal ilişki bulunduğu bildirilmiştir. Ancak dar sıraya ekilen buğdayda (13 cm) sıra üzeri uzaklık kullanılarak yapılan tek boyutlu değerlendirme ile yaşam alanı kullanılarak yapılan iki boyutlu değerlendirme arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla özellikle buğday gibi dar sıraya ekilen bitkilerin sadece sıra üzeri uzaklık değerleri kullanılarak yapılan tek boyutlu değerlendirme yatay düzlemdeki tohum dağılımının belirlenmesi için yetersiz olduğu bildirilmiştir.

DÜŞEY DÜZLEMDEKİ TOHUM DAĞILIMININ DAĞILIM ALANI İLE BELİRLENMESİ

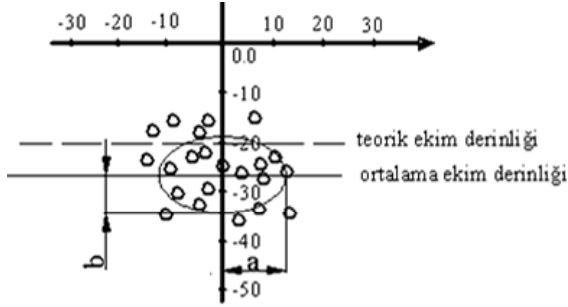
Karayel (2005) ve Karayel ve Özmerzi (2007) tarafından tohumların düşey düzlemdeki sıradan sapma ve ekim derinliğini bir arada değerlendirmek için yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemle çimlenen bitkiler üzerinden ölçülen ekim derinliği ve sıradan sapma değerleri bir grafiğe aktarılmıştır. Böylece toprakta, çiziye dik yönde kesit alındığında tohumun toprak içerisindeki yeri belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Tohumların toprak içerisindeki dağılımının belirlenmesi

Her tohuma ait ekim derinliği (koordinat sistemindeki z-ekseni değerini oluşturmaktadır) ve sıradan sapma miktarları (koordinat sistemindeki y-ekseni değerini oluşturmaktadır) aynı grafik üzerinde birleştirilmiş ve tohumların toprak içerisinde dağılımı belirlenmiştir. Tohumların toprak içerisindeki dağılımını bir düzlem üzerine aktarabilmek için aynı grafik üzerindeki bütün tohumların x-ekseni değerlerinin sabit olduğu varsayılmıştır. Dolayısıyla toprak içerisinde çiziye dik yönde kesit alındığı farz edilerek kesit alınan çizideki tohumların yerleri grafik üzerinde işaretlenmiştir. Bu tohumların dağılımını alan olarak belirleyebilmek için ise iki farklı yöntem kullanılmış ve bu iki yöntemle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Birinci yöntemde tohumların dağılım alanı, a boyutu ortalama sıradan sapma, b boyutu ise ekim derinliğinin standart sapması kadar olan bir elipsin alanı ile ifade edilmiştir (Şekil 5).



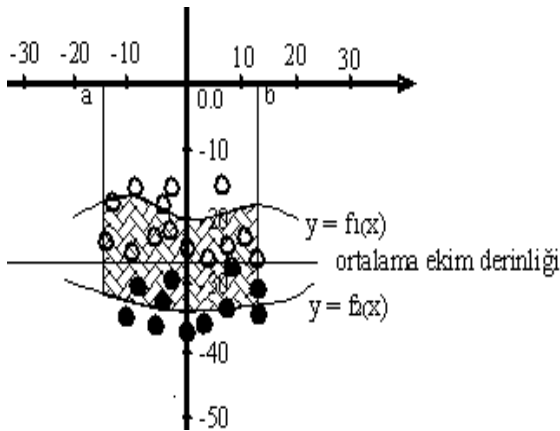
- a- Ortalama sıradan sapma,
- b- Ekim derinliği standart sapması

Şekil 5. Elips yöntemi ile tohumların düşey düzlemdeki dağılım alanının belirlenmesi

Tohumların dağılım alanını temsil eden elipsin alanı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$A = a b \pi$$

İkinci yöntemde ise ölçüm yapılan tohumlar Şekil 6'da olduğu gibi ortalama ekim derinliğinin üzerindeki ve altındaki tohumlar olarak iki gruba ayrılmış ve bu iki grup için ayrı ayrı III. dereceden polinomial eğri uydurulmuş ve eğrilerin denklemleri hesaplanmıştır. Daha sonra bu eğrilerin Şekil 7'deki gibi a-b aralığı için integrali alınmış eğriler ile apsis eksenindeki alan hesaplanmıştır. Daha sonra ortalama ekim derinliğinin altındaki tohumlara ilişkin eğrinin integralinden ortalama ekim derinliğinin üstündeki eğrinin integrali çıkarılmış ve a ve b aralığı için iki eğri arasındaki alan hesaplanmıştır.



Şekil 6. İntegral yöntemi ile tohumların düşey düzlemdeki dağılım alanının belirlenmesi

Şekil 6' da görülen $y = f_1(x)$, $y = f_2(x)$ eğrileri ile $x = a$, $x = b$ doğrularının sınırladığı alan (A) aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmıştır.

$$A_1 = \int_a^b f_1(x) dx$$

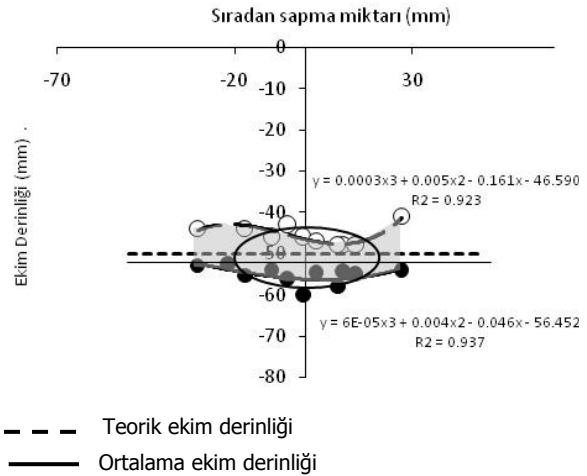
$$A_2 = \int_a^b f_2(x) dx$$

$$A = A_2 - A_1$$

$$A = \int_a^b f_2(x) dx - \int_a^b f_1(x) dx$$

$$A = \int_a^b [f_2(x) - f_1(x)] dx$$

Bu yöntemle yapılan değerlendirmeye göre, hassas ekim açısından daha iyi bir tohum dağılımı için daha düşük dağılım alanının sağlanması gerekmektedir. Araştırma sonunda mısır ekimi için düşey düzlemdeki yaşam alanları Şekil 7'deki gibi belirlenmiştir. Elips yöntemi kullanılarak belirlenen dağılım alanı 293 mm² iken integral yöntemi kullanılarak belirlenen dağılım alanı 393 mm²'dir. Elips ve integral yöntemleri ile belirlenen alanlar arasında istatistiksel olarak farklılık olmasına karşın, farklı uygulamaları karşılaştırmak için yapılan çoklu karşılaştırmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Farklı uygulamalar sonucu tohum dağılım alanındaki değişimin her iki hesaplama yönteminde de eşit oranda gerçekleştiği bildirilmiştir (Karayel 2005).



Şekil 7. Mısır ekiminde tohumların düşey düzlemdeki dağılım alanı

SONUÇ

Ekim işleminde ve gömücü ayakların gerek yatay gerekse düşey düzlemdeki tohum dağılım düzgünlüğünü belirlemek için yeni bir yaklaşım olan iki boyutlu değerlendirme üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Yatay düzlemdeki tohum dağılımını iki boyutlu olarak değerlendirmek için bitkilerin yaşam alanları belirlenmekte ve bu alanların dağılım düzgünlükleri incelenmektedir. Düşey düzlemdeki dağılım açısından ise gerek ekim derinliği gerekse bitkilerin çizi ekseninden sapmalarını bir arada değerlendirmek için düşey düzlem dağılım alanları hesaplanmaktadır. Alan

hesabında ise integral ve elips diye adlandırılan iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler, klasik yöntemlere göre tohum dağılımını daha iyi tanımlamasına karşın, uygulanması daha fazla zaman alıcı ve zahmetlidir. Ancak;

- Tohumların tarla yüzeyindeki koordinatlarının belirlenmesi için GPS destekli sistemlerin kullanımı ve

Elde edilen koordinatların değerlendirilerek alan hesabına yönelik uygun bilgisayar yazılımlarının kullanımına yönelik araştırmalar ile bu sorun giderilebilir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Breitfuss, J. 1954. Untersuchungen über die Gleichmaessige Tiefenlage der Saat von Rübensaeggeraten. Landtechische Farschung. Heft 3 82-83.
- Erol, M. A. 1977. Yerli Yapısı Asma Tip Üiversal Ekim Makinası Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 655, 18 s.
- Gökçebay, B. 1981. Hububat Serpme Ekimi İçin Makine Geliştirilmesi Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 784, 54 s.
- Griepentrog, H. W. 1998. Seed Distribution Over the Area. AgEng, Oslo, Paper 98-A-059.
- Harzadin, T. 1974. Orta Anadolu'da Kullanılan Traktörle Çekilen Hububat Mibzerleri Üzerinde Bir Araştırma. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Orta Anadolu Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü Yayınları No:7, 72 s.
- Heege, H. J. 1967. Die Gleichstand Drill und Breitsaat des Getreides ünter Besonderer Brücksichtigung der Flaechermaessigen Kornverteilung KTL-Berichte über Landtechnik 112. Hellmut-neureuter Verlag. München Wolfratshausen.
- Heege, H. J. 1969. Drilling versus Broadcasting of Gran. ASAE paper, No: 69-213.
- Heege, H. J. 1993. Seeding Methods Performance for Cereals, Rape, and Beans. Transactions of the ASAE, 36(3): 653-661.
- Karayel, D. 2005. Hassas Ekimde Farklı Tip Gömücü Ayak ve Derinlik ayar Sistemlerinin Ekim Kalitesine Etkisi, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Antalya.
- Karayel, D., A. Özmerzi, 2007. Comparison of Vertical and Lateral Seed Distribution of Furrow Openers Using a New Criterion. Soil Tillage Res. 95: 69-75
- Karayel, D. 2010. Sıraya Ekimde Yatay Düzlemdeki Tohum Dağılımı ve Bitki Yaşam Alanının Voronoi Poligonlarıyla Değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi (baskıda)
- Önal, İ. 1995. Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 490, Bornova, İzmir.
- Özmerzi, A. 1983. Tahıl Ekim Makinalarında Kullanılan Tek Diskli, Çift Diskli, Balta ve Çapa Tipi Gömücü Ayakların Tohum Dağılım Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yıllığı Cilt:33, 192-202.
- Özmerzi, A., R. Keskin, 1983. Tohum Derinliğinin Ölçülmesinde Uygulanan Yöntemler Üzerinde Bir Araştırma. U.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi, Sayı:1, Cilt:2, Bursa. 1-11.
- Özmerzi, A. 1986. Tahıl Ekim Makinalarında Kullanılan Gömücü Ayaklara İlişkin Tohum Dağılımları Üzerinde Bir Araştırma. T.Z.D.K. Mesleki Yayınları, No:44.
- Speelman, L. 1975. The Seed Distribution in Band Sowing of Cereals. Journal of Agricultural Engineering Research, 20(1): 25-37.)