

## Normal Sıraya Ekimin Matematik-İstatistik Esasları ve Ekim Makinalarının Denemelerinde Kullanılması

İsmet ÖNAL

E.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Bornova- İZMİR  
ismet.onal@ege.edu.tr

**Özet:** Normal sıraya ekim makinası ekici düzeninin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün tanımlanmasında, yapışkan bant üzerindeki tohum aralıklarının ölçülmesi yerine, yapışkan bantın ilerleme yönünde şeritlere bölünerek, bu şeritlerdeki tohumların sayılması, araştırmacıya ve mühendise kolaylık sağlamaktadır. Bu yöntemle, normal sıraya ekici düzenlerin test ve kalite kontrol çalışmaları kolay, basit, ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Bu çalışmada, 1999 yılında Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Müdürlüğü (TÜGEM) koordinatörlüğünde sonuçlandırılan " Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metodları" içinde yer alan " Tahıl ve Pamuk Ekim Makinaları Deney İlkeleri" ne temel oluşturan matematik istatistik esaslar uygulamalı olarak açıklanacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Normal sıraya ekim makinası, ekimin matematik- istatistik esaslar.

### Mathematical - Statistical Fundamentals of Common Drills, and Their Application to the Testing of Seed Drills

**Abstract:** The longitudinal seed spacing accuracy of seed drill could be determined either by measuring the seed distances in row direction, or by counting the seeds from the blocks across the rows on the sticky belt. The second method is easy and quickly for researcher and engineers to testing the seed drills. In this work, mathematical and statistical fundamentals of drilling technique are presented. These fundamentals had been used in 1999 to prepare the "Test Guide of Cereal and Cotton Sowing machines", which was published by Turkish Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Directory of Agricultural Production and Development.

**Key words:** Seed drills, mathematical and statistical fundamentals of sowing.

### GİRİŞ

Değişik ekim yöntemlerinin matematik istatistik esasları yardımıyla, ekici düzenler ve çeşitli yaşamları düzenleme yöntemleri hakkında, uygulamaya yönelik bilinçli önerilerde bulunulabilir. Sıra üzeri tohum dağılımı, bitkinin yaşamları düzgünlüğe, gelişmesine ve verimine etkilidir. Sıra üzeri tohum dağılımı, olabildiğince düzgün olmalıdır. Laboratuarda sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün bulunmasında, yapışkan bant deneme düzeninden yararlanılır. Tek dane ekim makinalarında tohumlar, çiziye tek tek bırakılırlar, tohumların çizideki dağılımı, normal dağılım karakterindedir ( Şekil 1a), (Önal,1981). Normal sıraya ekimde ise, tohumlar çiziye hacim ayarı yapan ekici düzenlerle bırakılır. Sıra üzeri tohum dağılımı, Poisson Dağılım karakterindedir ( Şekil 1b), ( Blenk,1951), (Önal,1981). Tek dane ekim ve normal sıraya ekim,

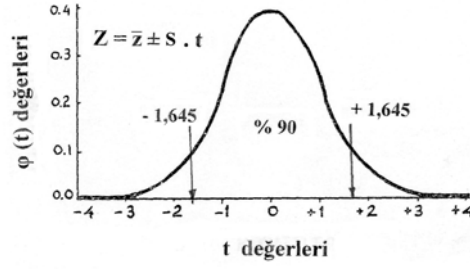
istatistiksel olarak farklı dağılım karakterinde olduklarından, bu iki ekim yönteminin değerlendirme yöntemleri de farklılıklar gösterir.

Tohum aralıklarının tek düzelik ölçüsü, varyasyon katsayısı (VK. ,% ) ile ifade edilir:

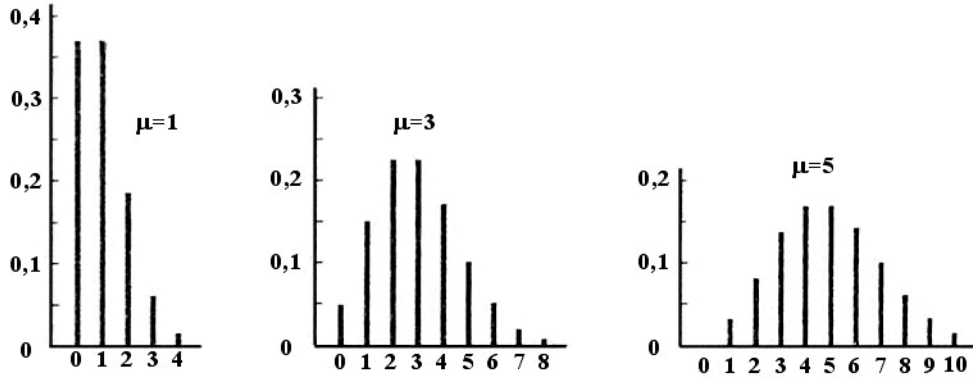
$$VK = \frac{s}{\bar{Z}} \cdot 100 \quad (1)$$

Burada, S, standart sapma ( $S^2$ , varyans);  $\bar{Z}$ , ortalama tohum aralığıdır.

Çok sayıdaki yapışkan bant denemeleri sonuçlarına göre, tek dane ve normal sıraya ekimde, varyasyon katsayısındaki değişim Şekil 2' de verilmiştir.

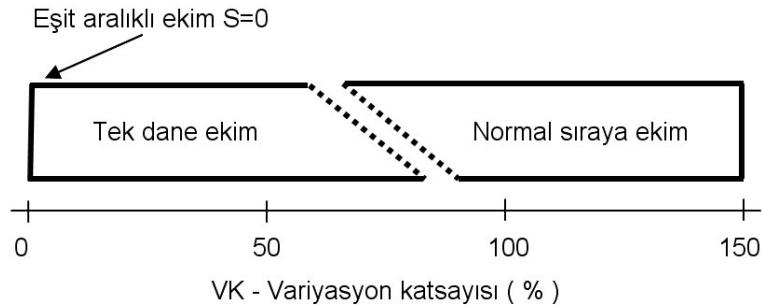


a)



b)

Şekil 1. a) Normal dağılım, b) Poisson Dağılımı (Weber, 1967).



Şekil 2. Tek dane ve normal sıraya ekimde, tohum aralığına ait varyasyon katsayısı değerleri ( Griepentrog, 1995).

Bu çalışmanın amacı, normal sıraya ekim makinasının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde kullanılabilecek, basit ve kullanışlı bir yöntemi ortaya koymaktır.

### NORMAL SIRAYA EKİMDE, SIRA ÜZERİ TOHUM DAĞILIM DÜZGÜNLÜĞÜNE İLİŞKİN MATEMATİK- İSTATİSTİK ESASLAR

Normal sıraya ekimde, bitki sırasına dik, genişliği " L " olan şeritlerdeki tohum sayılarının dağılımı, Poisson Dağılım denklemiyle tanımlanabilir (Blenk, 1951), (Önal, 1981) :

$$f(x) = \frac{\mu^x}{x!} \cdot e^{-\mu} \quad (2)$$

Formülde:

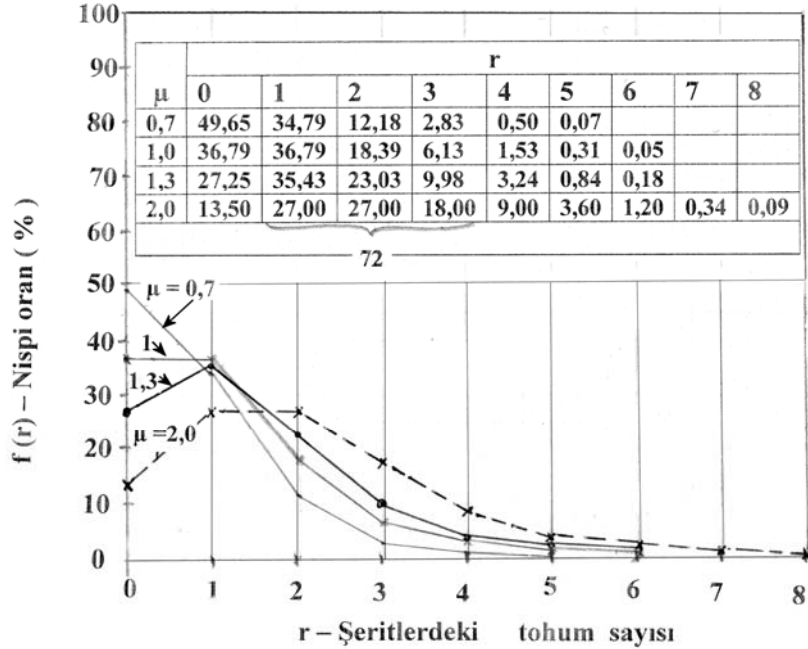
x - L genişliğindeki şeritlerdeki tohum sayısı,

μ - Poisson popülasyon ortalaması (Şeritlerdeki toplam tohum adedinin (Σn), toplam şerit sayısına (Σş) bölünmesiyle bulunur).

e - Doğal logaritmanın tabanı (2,718),

f(x) - Herbirinde x (x=1,2,...x ) adet tohum bulunan şeritlerin nispi miktarı ( ondalık cinsinden).

Şekil 2'de μ = 0.7 , 1.0 , 1.3 ve 2.0 değerleri için, şeritlerdeki tohum sayılarının değişimi görülmektedir.



Şekil 2. Normal sıraya ekimde, değişik  $\mu$  değerlerinde, şeritlerdeki tohum sayıları.

Normal sıraya ekim makinalarıyla yapışkan bant üzerine yapılan ekimlerden elde edilen sıra üzeri tohum dağılımının, Poisson dağılımına uygunluğu, varyasyon faktörü (dispersiyon indeksi) ile kontrol edilebilir (Griepentrog, 1991). Bu amaçla, gerçek tohum dağılımının varyasyon faktörü ( $V_f$ ) hesaplanır:

$$V_f = \frac{S^2}{\mu} \quad (3)$$

Varyans ( $S^2$ ):

$$S^2 = \frac{\sum X_i \cdot f_i - (\sum x_i \cdot f_i)^2 / n}{n-1} \quad (4)$$

formülüyle hesaplanır. Burada.

$X_i$  - Beklenen değer,

$f_i$  - Nispi değer,

$n$  - Örnek toplam ölçüm sayısıdır.

Gerçek bir dağılım için, aşağıdaki değerlendirmeler verilebilir:

$V_f > 1,1$  : Negatif Binomiyal dağılım. Sıra üzeri tohum dağılımında sıkça rastlanan boşluk ve kümelenmeler, tohum dağılımındaki düzgünlüğü bozar.

$0,9 < V_f < 1,1$ : Poisson Dağılımı. Sıra üzeri tohum dağılımındaki boşluk ve kümelenmeler normaldir. Normal sıraya ekim makinasının sıra üzeri tohum dağılımının, bu koşulları sağlaması beklenir.

$V_f < 0,9$ : Binomiyal Dağılım. Sıra üzeri tohum dağılımının karakteri, boşluk ve kümelenmelerin azlığı oranında (küçük  $V_f$ ), tek dane ekime yönelir.

Şekil 2'deki teorik Poisson Dağılımında görüldüğü gibi, şeritlerdeki ortalama tohum sayısı  $\mu=2$  alındığında, 1,2 ve 3 tohumlu şeritlerin toplam yüzdesi % 72 olmaktadır. Bölümümüzce teklif edilen ve Komisyonca kabul edilen Tarım ve Köyşleri Bakanlığının yayınladığı " Tahıl / Pamuk Ekim makinaları Deney İlkeleri" nde, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ilişkin iyilik kriterleri olarak Çizelge 1' deki gruplar geçerlidir.

Buraya dek anlatılanların ışığında, normal sıraya ekimde, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün ifadesinde, iki değerlendirme kriteri kullanılabilir. Bunlar:

Sıra üzeri tohum dağılımına ait varyasyon faktörü ( $V_f$ ).

Sıra üzeri tohum dağılımında, 1,2 ve 3 tohumlu şeritlerin yüzdesi ( $\lambda$ ). ( Çizelge 1 ). Bu takdirde  $\mu \approx 2$  alınır.

Çizelge 2 ve Şekil 3’de  $\mu = 2$  için ideal Poisson Dağılımının ve  $\mu \approx 2$  değeri için farklı tohum dağılımlarının  $V_f$  ve  $\lambda$  değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Çizelge 2 ve Şekil 3’ den görüleceği üzere, normal sıraya ekim makinasının ekici düzeninin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün ortaya konulmasında, her iki kriteri de kullanmak mümkündür. Ancak, Şekil 2’den anlaşılacağı üzere,  $\mu = 2$  için ideal Poisson Dağılımında,  $X=1,2$  ve 3 tohum içeren şeritlerin toplam yüzdesi 72’ dir. Bu nedenle, Çizelge 1’deki

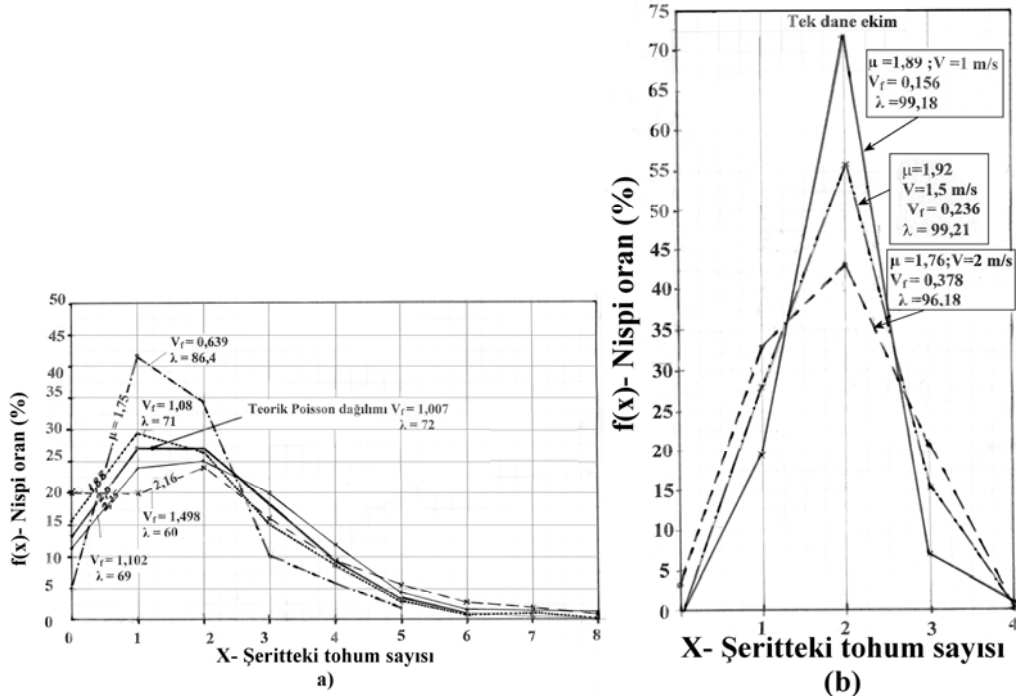
“geçerli kriterler”in yerine, bu araştırmada elde edilen bulguların ışığında “yeni öneri” kriterlerin kullanılması yerinde olacaktır. Normal sıraya ekim makinası ekici düzeninin varyasyon faktörüne göre değerlendirilmesinde, iyilik kriteri çitasının yükseltildiği, çizelge 2’deki rakamların karşılaştırılmasından anlaşılabilir. Gerçekten,  $\lambda = 69$  değeriyle “ iyi ” kalite notu alan normal sıraya ekici düzen, varyasyon faktörüne ( $V_f$  ) göre değerlendirmede, çok küçük bir farkla baraja takılmaktadır. Varyasyon faktörüne göre değerlendirmede,  $\mu \approx 2$  koşulunun sağlanması gerekmemekte, diğer deyişle, herhangi bir  $\mu$  değeri için değerlendirme yapılabilmektedir.

**Çizelge1.Normal sıraya ekim makinasında, sıra üzeri tohum dağılımının değerlendirilmesi( $\mu=2$ )**

Ayarlanan şerit genişlikleri için hesaplanan ortalama tohum sayısının ( $\mu = 2$ için) alt ve üst sınıfı içeren ( 1, 2 ve 3 tohumlu ) üç sınıfın % oranları toplamı ( $\lambda$ , % )			
Kabul edilmiş öneri		Yeni öneri	
$\lambda$	Değerlendirme	$\lambda$	Değerlendirme
> 75	Çok iyi	$\geq 72$	Çok iyi
> 65 – 75	İyi	> 65 – 72	İyi
> 55 - 65	Orta	> 55 - 65	Orta
> 45 – 55	Yeterli	< 55	Yetersiz
$\leq 45$	Yetersiz	-	-

**Çizelge 2.  $\mu = 2$  için ideal Poisson Dağılımının ve  $\mu \approx 2$  değerleri için sıra üzeri tohum dağılımlarının  $V_f$  ve  $\lambda$  değerleri.**

$\mu$	X									$V_f$	$\lambda$	Değerlendirme
	0	1	2	3	4	5	6	7	8			
2,0 İdeal Poisson	13,5	27,0	27,0	18,0	9,0	3,6	1,2	0,34	0,09	1,007	72	$0,9 < V_f < 1,1$ Poisson dağıl.
1,88	15,5	29,5	26,5	15,0	8,5	3,35	0,95	0,54	0,09	1,08	71	$0,9 < V_f < 1,1$ Poisson dağıl.
2,25	11,5	24,0	25,0	20,0	12,0	4,17	1,7	0,84	0,79	1,102	69	$0,9 < V_f < 1,1$ Poisson dağıl.
1,75	5,5	42,0	34,4	10,0	6,0	2,1	0	-	-	0,639	86,4	$V_f < 0,9$ Tek dane e.
2,16	20,0	20,0	24,0	16,0	9,0	5,6	2,7	2,0	0,7	1,498	60	$V_f > 1,1$ Boşluk,kümelenme
1,89 Tek dane,1m/s	0	19,67	72,13	7,38	0,82	-	-	-	-	0,156	99,18	Tek dane ekim
1,92 Tek dane,1,5m/s	0	27,78	56,35	15,08	0,79	-	-	-	-	0,236	99,21	
1,76 Tek dane,2 m/s	3,06	32,82	42,75	20,61	0,76	-	-	-	-	0,378	96,18	



Şekil 3.  $\mu = 2$  için ideal Poisson Dağılımının ve  $\mu \approx 2$  değerleri için şeritlerdeki tohum sayılarının nispi dağılımları ve sıra üzeri tohum dağılımlarının  $V_f$  ve  $\lambda$  değerleri.

Çizelge 2'nin alt üç kolonunda, ülkemizde imal edilen bir havalı ( pnömatik ) tek dane ekim makinasının 1,0 , 1,5 ve 2,0 m/s ilerleme hızları için yapışkan bant deneme sonuçları verilmiştir. Buradan, tek dane ekim makinasının yapışkan bant denemelerinin değerlendirilmesinde, sıra üzeri tohum aralıklarının ölçülmesi yerine , sıra üzerinin şeritlere bölünüp, bu şeritlerdeki tohumların sayılarak, elde edilen istatistik değerlerin kullanılabilmesi anlaşılmaktadır. Gerçekten, söz konusu havalı tek dane ekim makinasında,  $V_f$  varyasyon faktörü düşük (sıfıra yakın ),  $\lambda$  iyilik kriteri  $> 72$  ( 100'e yakın )'dir.  $V_f$  ve  $\lambda$  değerlerinin birlikte değerlendirilmesi, denenen ekim makinasının sıra üzeri tohum dağılımının karakterinin normal sıraya , tek dane veya ocağa ekimden hangisine yakın olduğununun test edilmesine yardımcı olmaktadır. Şekil 3b 'nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, tek dane ekimde, ekim makinasının ilerleme hızının artmasıyla, sıra üzeri tohum dağılım kalitesi düşmektedir ( $V_f$  artmakta,  $\lambda$  azalmakta). Bununla birlikte, tek dane ekici düzenlerin denemesinde, amaca göre, ikizlenme ve boşluk oranı, tohum konumundaki doğruluk derecesi gibi

değerlere gerek duyulduğunda, zorunlu olarak, yapışkan bantta sıra üzeri tohum aralıkları ölçülür.

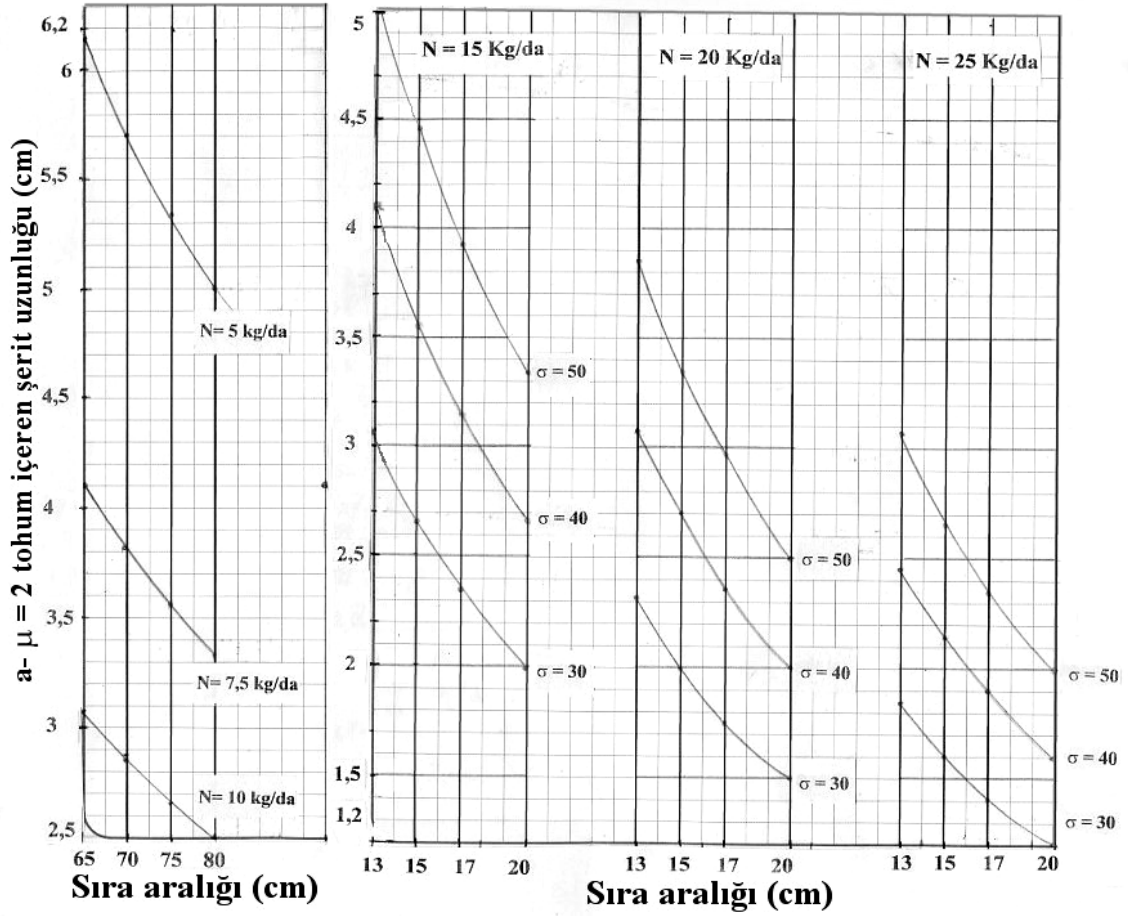
### VARIYASYON FAKTÖRÜ ( $V_f$ ) VE $\lambda$ İYİLİK KRİTERİNİN BİRLİKTE KULLANILMASI İÇİN ÖNERİ

Variyasyon faktörü ( $V_f$ ), herhangi bir  $\mu$  değeri için kullanılabilirken,  $\lambda$  iyilik kriteri, ancak  $\mu \approx 2$  koşulu için kullanılabilir. Bu nedenle,  $V_f$  ve  $\lambda$  değerlerini birlikte karşılaştırabilmek için, şeritlerdeki ortalama tohum sayısı  $\mu \approx 2$  alınmalıdır. Bu koşulu sağlayabilmek için, şeritlerdeki ortalama tohum sayısını 2 yapacak şekilde, şerit genişliğinin (  $a$ , cm ) hesaplanması gerekir:

$$a = \frac{10 \cdot \mu \cdot \sigma}{b \cdot N} \quad (5)$$

Formülde:

- $a$  -  $\mu = 2$  adet tohum içeren şerit genişliği ( cm ),
- $\mu$  - Şeritlerdeki ortalama tohum sayısı (  $\mu = 2$  alınacaktır ),
- $\sigma$  - Tohumun bin dane ağırlığı ( g/ 1000 dane ),
- $b$  - Sıra aralığı ( cm ),
- $N$  - Ekim normu ( kg / da ).



Şekil 4. Değişik sıra aralığı, ekim normu ve tohum bin dane ağırlıkları için, şeritlerdeki ortalama tohum sayısını 2 yapan şerit genişlikleri.

Buğday için, 13, 15, 17 ve 20 cm sıra aralıkları ; 15, 20 ve 25 kg / da ekim normu; 30, 40 ve 50 g /1000 dane ağırlıkları için,  $\mu = 2$  tohum içeren şerit genişlikleri ( a,cm ) hesaplanarak, Şekil 4b'de toplu olarak gösterilmiştir. Bu durumda, sıra aralığı 13 cm, ekim normu 25 kg / da, bin dane ağırlığı 40 gram ise, şeritlerde ortalama 2 adet tohum bulunabilmesi için, şerit genişliğinin  $a = 10 \cdot 2 \cdot 40 / 13 \cdot 25 = 2,46$  cm olması gerekir. Enterpolasyon hesabı ile, başka ekim normu, bin dane ağırlığı veya sıra aralığı değerleri için de şerit genişlikleri bulunabilir. Aynı şekilde, havlı pamuk tohumu için, 65, 70, 75 ve 80 cm sıra aralıkları , 5, 7,5 ve 10 kg /da ekim normu, 100 g/ 1000 dane ağırlığı için,  $\mu = 2$  tohum içeren şerit genişlikleri ( a, cm) hesaplanarak, Şekil 4a'da verilmiştir.

## SONUÇ ve TARTIŞMA

Normal sıraya ekim makinalarının yapışkan bant denemelerinde, sıra üzeri tohum dağılımı,  $\mu = 2$  olacak şekilde aralıklandırılmış çivili lata yardımıyla belirlenir. Çizide en az 400 şerit bulunacak şekilde çizgi uzunluğunun ayarlanması uygundur. Bu durumda, ölçüm alınan çizgi uzunlukları, 2,5 ve 5 cm şerit genişliklerinde, sırasıyla 10 ve 20 m. olur. Alınan değerlerden,  $V_f$  ve  $\lambda$  hesaplanır.

$V_f$  değerleri, değişik  $\mu$  değerleri için hesaplanabilir.  $\lambda$  değerleri ise, ancak  $\mu \approx 2$  için geçerlidir.

$0,9 < V_f < 1,1$  koşulu sağlanıyorsa, incelenen normal sıraya ekim makinasının sıra üzeri tohum dağılımının düzgün olduğu kabul edilir.

$V_f > 1,1$  olması, normal sıraya ekimde, boşluk ve kümelenmelerinin fazlalığını, diğer deyişle, ekim kalitesinin bozukluğunu gösterir.

$V_f < 0,9$  olması halinde, sıra üzeri tohum dağılımı, tek daneli ekim karakterine bürünür.

Variasyon faktörüne göre değerlendirmede, şeritlerdeki ortalama tohum sayısının ( $\mu=2$ ) olması gerekmemekte, diğer deyişle, herhangi bir ekim normunda çalışılabilmektedir.

$\mu = 2$  koşulu için bulunan, bir, iki ve üç tohum içeren şeritlerin toplam yüzdesi değerleri ( $\lambda$ ) dikkate alınarak, normal sıraya ekimde, sıra üzeri tohum dağılımının,  $\lambda \geq 72$  ise çok iyi; 69-72 arasında iyi, 55-65 arası orta derecede düzgün olduğu kabul edilir.

Çizelge 2'den görüleceği üzere,  $V_f > 1,1$  olması halinde ( $V_f = 1,498$ ), sıra üzerindeki şeritlerden bir, iki ve üç tohum içerenlerin toplam yüzdesi ( $\lambda$ ) % 60'ı geçmemektedir. Bunun nedeni, bu koşullarda, sıra üzeri tohum dağılımındaki boşluk ve kümelenmelerinin fazlalaşmasıdır.

Normal sıraya ekim makinasının ekici düzeninin varyasyon faktörüne değerlendirilmesinde, daha sıkı bir puanlama söz konusudur.

Sunulan matematik-istatistik esaslar yardımıyla, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü, dijital kamerayla alınan görüntülerin bilgisayar ortamında değerlendirilmesiyle, daha zahmetsiz ve hızlı bir şekilde belirlenebilir (Bknz Önal, O., İ., Önal, 2004).

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, 1999. Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metodları. T.C. Tarım ve Köy-İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Tarım Alet ve Makinaları Daire Başkanlığı, Ankara.
- Blenk, H., 1951. Poissonisch Verteilungskurven bei Versuchen mit Drillmaschinen. Z. Angew. Math. Mech. Bd. 31, Nr. 8/9, Aug./ Sept. 1951. s. 257-258.
- Griepentrog, H. W., 1991. Zur Bewertung von Laengsverteilungen bei Drillmaschinen. Land-Technik 11- 91. s. 550-551.
- Griepentrog, H. W., 1995. Laengsverteilung von Saemaschinen und ihre Wirkung auf Stand-Fläche und Ertrag bei Raps. Agrartechnische Forschung 1 (1995) H.2, s.129-136.
- Heege, H. J., 1967. Die Gleichstand-, Drill- und Breitsaat des Getreides unter besonderer Berücksichtigung der flächenmaessigen Kornverteilung. KTL- Berichte über landtechnik112. Frankfurt am Main.
- Önal, İ., 1981. Seyreltme Yönünden Değişik Ekim Metodlarının Matematik- İstatistik Esasları ve Ülkemiz Koşullarında Pamuk Seyreltmesinin Mekanizasyon Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. (Doçentlik Tezi, TÜBİTAK 1978 Teşvik Ödülü). E.Ü.Z.F.Yayınları no. 388 Bornova-İZMİR:
- Önal, İ., 1995. Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları. (Ders Kitabı). E.Ü.Z.F. Yayınları no. 490. Bornova- İZMİR.
- Önal, O., İ., Önal, 2004. Sıra Üzerinde ve Alandaki Dane Dağılım Düzgünlüklerinin Dijital Kamera İle Bilgisayar Ortamında Belirlenmesi. (Çalışma yayına hazırlanmakta).
- Weber, E., 1967. Grundriss der Biologischen Statistik. 674 s. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.