

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Mercimek Ekiminde Makina Titreşiminin Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi

Emrah KUŞ^{1*}, Yıldırım YILDIRIM², Sefa ALTIKAT¹, H. Kaan KÜÇÜKERDEM¹

¹Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Erzurum

*e-posta: emrah.kus@igdir.edu.tr; Tel: +90 476 223 40 36

Öz: Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü, bitkinin gelişimine ve verimine etkili önemli parametrelerden biridir. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün bulunmasında, laboratuvar ortamında yapışkan bant deneme düzeneğinden yararlanılır. Bu çalışmada, mercimek tohumunun normal sıraya ekiminde, ekim makinası titreşiminin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne olan etkisi incelenmiştir. Ekim makinası titreşiminin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne olan etkisini saptamak için, normal sıraya ekimde kullanılan λ iyilik kriteri ve V_f varyasyon faktörü değerlerinden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, titreşimin etkisiyle sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün kötüleştiği belirlenmiştir. Varyasyon faktörü değeri (V_f) 1.1'den büyük çıkarak sıra üzeri tohum dağılımını, poisson karakterinden negatif binomiyal karaktere dönüştürmüştür. İyilik kriterine (λ) göre yapılan değerlendirmede ise titreşimin etkisiyle sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü oranının %55 sınır değerinin altında kalmasına (yetersiz) neden olmuştur.

Anahtar kelimeler: Ekim makinası, Mercimek, Titreşim, Tohum dağılım düzgünlüğü, Yapışkan bant

The Effect of Seed Drill Vibration on the Seed Spacing Uniformity in Row in Lentil Planting

Abstract: The seed spacing uniformity in row is one of the important parameters that are effective on plant growth and yield. In order to find the seed distribution uniformity in row, sticky band test system is used in the laboratory conditions. In this study, the effects of seed drill vibration on the longitudinal seed spacing uniformity was investigated for the random seeding of lentil seeds. In order to evaluate the effects of seed drill vibration on the seed distribution accuracy were utilized the λ goodness criteria and V_f factor of variation used in the random seeding method. According to the obtained results, it was determined that the get worse seed distribution uniformity in row by the effect of vibration. Variation factor values (V_f) greater than 1.1 due to vibrations mean that the seed distribution uniformity in row is negative binomial. Assessment according to the criterion of goodness (λ) was found to be "inadequate" as the seed distribution uniformity ratio under the effect of vibration was below the 55% limit value.

Keywords: Seed drill, Lentil, Vibration, Seed distribution uniformity, Sticky band

Giriş

Tarımsal ürünlerin verimini arttırmada önemli bir faktör uygun bir ekimdir. Başarılı bir ekim, düzgün bir sıra arası mesafe ve ekim derinliğinin yanı sıra, tohumların sıra üzerindeki dağılım düzgünlüğüne bağlıdır. Sıra üzeri tohum dağılımı, bitkinin yaşam alanı düzgünlüğünü ve buna bağlı olarak ta bitkinin gelişimini ve verimi etkileyen önemli parametrelerden biridir. Tahıl ekim makinaları ile yapılan ekim işleminde sıralar arası mesafeler bellidir. Ancak ekim normu ayarı hacimsel olarak yapılabilen ekici düzenler kullanıldığı için tohumların ekici düzenden çiziye ulaştırılması kesiksiz akış ile gerçekleştirilmektedir. Normal (kesiksiz) sıraya ekim olarak adlandırılan bu ekim yönteminde sıra üzeri tohumlar arası mesafeler belirgin değildir. Tahıl ekim makinaları çoğunlukla buğday, arpa, çavdar gibi tohumların ekiminde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, ülkemizde mercimek ve bazı iri taneli tohumların ekiminde de bu makinalardan yararlanılmaktadır.

Türkiye'de önemli bir üretim potansiyeline sahip olan mercimeğin normal sıraya ekim yöntemiyle ekimi oldukça yaygındır. Mercimek, içeriğindeki yüksek protein, mineral ve vitaminlerden dolayı insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir (Bhatty 1988). Türkiye'de orta Anadolu bölgesinde ekimi yapılan yeşil mercimeğin son on yılda ekim alanı % 63'lük bir azalmayla 16 673 hektara, üretim ise 42 000 tondan 20 000 tona gerilemiştir (TÜİK 2017). Mercimek yetiştiriciliğinde ekim normu genellikle, yazlık-kışık ekim ve tane iriliğine bağlı olarak 4-18 kg da⁻¹ arasında değişkenlik gösterir (Şehirli 1988; Süzer 2014). Bununla birlikte üreticiler, yüksek bir tarla çıkış oranı için

genellikle ekim normunu, birim alana daha fazla tohum atılacak şekilde ayarlamaktadır. Ancak bu sefer de bitki yaşam alanı istenilen düzeyde olamamaktadır.

Tahıl ekim makinalarında düzgün bir tohum dağıtımı ekici düzen mekanizmalarının performansına bağlıdır. Bu makinalarda yaygın olarak oluklu makaralı ekici düzenler kullanılmaktadır (Brown 2003 ve Maleki ve ark. 2006). Oluklu makaralı ekici düzenli tahıl ekim makinalarının tercih edilmesinin önemli sebeplerinden biri, fasulye, soya, mercimek gibi bitkilerin dar sıra aralığında ekilmek istendiğinde, hassas ekim makinalarının teknik zorluklardan dolayı bu işlevi yerine getirememesidir (Ess ve ark. 2005). Diğer, çiftçinin elinde tahıl ekim makinaları sayısının pnömatik hassas ekim makinaları sayısına göre çok fazla olmasıdır. TÜİK verilerine göre ülkemizde ki pnömatik hassas ekim makinası sayısı 35 850 adet iken tahıl ekim makinaları sayısı 211 348 adettir (TÜİK 2017). Ayrıca önemli sebeplerden bir tanesi de, pnömatik tek dane hassas ekim makinalarının fiyatlarının yüksek olması ve kullanılmasının daha fazla teknik bilgi gerektirmesidir. Bu sebeplerden dolayı ülkemizde, fasulye, mercimek vb. orta ve iri taneli tohumların ekiminde yapıları daha basit, kullanımları kolay, tek dane ekici düzenlere göre daha ucuz olan oluklu makaralı ekici düzenli tahıl ekim makinaları tercih edilmektedir (Yıldırım ve Turgut 2007; Kuş ve Yıldırım 2009).

Oluklu makaralı ekici düzene sahip ekim makinalarıyla çalışmada, tohum dağılım düzgünlüğü birçok parametrenin etkisi altında kalmaktadır. Örneğin, çeşitli tohumların fiziksel özellikleri arasındaki önemli farklar oluklu makaralı ekici düzenlerin performansını etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, bu ekici düzenlerin performansını etkileyen diğer faktörler; makara oluk çapı, oluk helis açısı, oluk derinliği, oluk şekli, oluk sayısı, aktif makara uzunluğu, klape aralığı, klape sarma açısı, tohumun makaradaki akış yönü, ekim normu ve ekici mil devri olarak sıralanabilir (Yıldırım ve Turgut 2007; Yıldırım ve Kuş 2016).

Oluklu makaralı ekici düzenlerin yaygın olarak kullanılması birçok çalışmayı da beraberinde getirmiştir. Aykas ve ark. (1991) yaptıkları çalışmada pul mercimeğin yerli ve yabancı ekim makinalarında kullanılan oluklu makaralı ekici düzenler ile ekilebilme olanaklarını araştırmışlardır. Araştırmacılar laboratuvar şartlarında yapışkan bant deney düzeneğinden yararlanmışlardır. Yapışkan bant, 2.5 cm'lik şeritlere ayrılarak 5 m çizi uzunluğunda ölçümler yapılmıştır. 0.5, 1.0, ve 1.5 m s⁻¹ bant hızında yaptıkları çalışmada oluklu makaralı pnömatik ekici düzen ve oluklu makaralı ekici düzen kullanılmıştır. Çalışma sonunda, 1 adet tohumlu şeritlerin gözlenen değerlerinin oranının üç ilerleme hızında da birbirine yakın çıktığı ve bu değerlerin % 36-42 arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca mercimek ekiminde uygun ilerleme hızının 1 m s⁻¹ olduğunu belirlemişlerdir.

Maleki ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada normal sıravari ekim makinalarında tohum dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesinde varyasyon katsayısı yerine düzgünlük katsayısı olarak isimlendirdikleri bir yöntemi kullanmışlardır. Bu yöntemde yapışkan bant test düzeneği 20x20 cm büyüklüğünde şeritlere bölünerek, her şeride düşen tohumların sayılmasıyla dağılım düzgünlüğü değerlendirilmiştir. Buğday kullanılarak yapılan çalışmada, düzgünlük katsayısı (Uc) performansının, varyasyon katsayısına (CV) kıyasla daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Konak (1996), farklı tahıl ekim makinalarıyla yaptığı çalışmasında, buğday ve arpa tohumlarının ekiminde, titreşimin ekim normu ve sıra aralığına olan etkisini laboratuvar koşullarında araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, titreşimin ekim normuna etkisinin istatistiki olarak önemli, sıralar arası tohum dağılımına ise etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. (Özsert 1984) oluklu makaralı ekici düzenle çalışmada titreşimin ekim normunda artışlara neden olduğunu, ancak sıra arası tohum dağılım düzgünlüğüne etkisinin olmadığını belirlemiştir.

Turgut ve ark. (1992), ekim makinalarının ekici düzenlerinin, tarlada toprak şartlarına bağlı olarak farklı genlik ve frekansta çalıştığını belirtmişlerdir. Titreşimin genlik ve sıklığının, tarlanın yüzey düzgünlüğü, taş ve kesek oranının yanı sıra, makina ağırlığı, lastik tipi ve lastik basıncı gibi makina özelliklerine göre değiştiğini bildirmişlerdir.

Farklı boyut, büyüklük ve ağırlıktaki tohumların ekiminde aynı faktörden etkilenme oranı farklı olabilmektedir. Bu nedenle, ekim işleminde titreşimin etkisi farklı tohum çeşitleri için belirlenmesinde yarar vardır. Daha önce yapılan çalışmalarda makina titreşimi, birden fazla parametre ile kullanılarak tohum dağılımı üzerindeki etkisiyle ilgili belli başlı çalışmalar yapılmıştır. Ancak sadece titreşimin etkisinin belirlenmesiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, normal sıraya ekim makinalarıyla mercimek ekiminde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne ekim makinası titreşiminin etkisini belirlemektir.

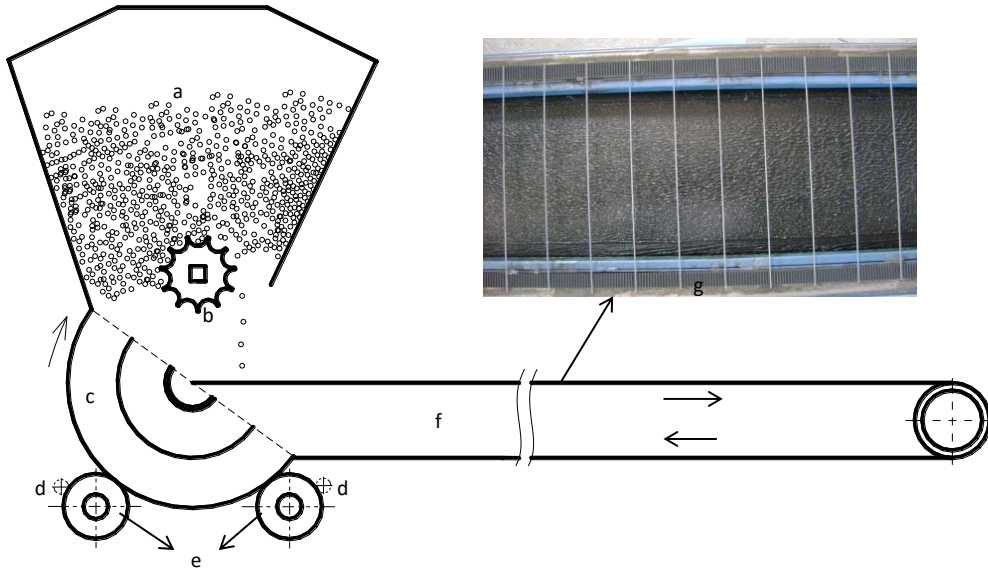
Materyal ve Yöntem

Tohum dağılım düzgünlüğüne titreşimin etkisini belirlemek için gerçekleştirilen bu çalışmada, bazı fiziksel özellikleri Çizelge 1'de verilen yeşil mercimek tohumu kullanılmıştır. Denemelerde oluk sayısı 12 olan oluklu makaralı ekici ile yeşil mercimek için ekim normu 13 kg da⁻¹ ve sıra aralığı ise 30 cm alınmıştır.

Çizelge 1. Yeşil mercimek tohumunun bazı fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellikler	Minimum	Maksimum	Ortalama
Bin dane ağırlığı, g	64.42	66.68	65.38±0.52
Uzunluk, mm	4.99	7.56	6.49±0.56
Kalınlık, mm	2.02	2.71	2.36±0.16
Geometrik ortalama çap, mm	3.99	5.34	4.63±0.31
Küresellik, %	68.09	79.95	71.48±2.23

Çalışma, laboratuvarda kurulan, ekim makinası ve yapışkan bant olmak üzere iki kısımdan oluşan bir deney düzeneği kullanılarak yürütülmüştür. Ekim makinası; tohum deposu, ekici ünite, zincir-dişli sistemi, elektrik motoru, hız kontrol ve titreşim verme ünitesinden, yapışkan bant ise; ölçüm skalası, kayış-kasnak sistemi, elektrik motoru ve hız kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Normal sıraya ekim makinasının 16 ekici ünitesinden biri modifiye edilerek, delrin malzemeden imal edilen oluklu makara ile kullanılmıştır. Ekim makinası, bir vals düzeneğine oturtulmuştur (Şekil 1e). Elektrik motorundan gelen hareket önce valsler, valslerin dönmesiyle de makina tekerleğine ve oradan 0.44'lük bir transmisyon oranıyla ekici mile iletilmiştir. Motordan farklı dönme hızları elde edebilmek için hız kontrol ünitesi kullanılmıştır.



Şekil 1. Deney düzeneği; tohum deposu (a), ekici mil ve oluklu makara (b), Makina tekerleği (c), titreşim rotları (d), valsler (e), yapışkan bant düzeneği (f), ölçüm skalası (g)

Ekim makinasına farklı seviyelerde titreşimler verebilmek için valsler üzerine çapı 8 mm olan çelik rotlar yerleştirilmiştir (Şekil 1d). Titreşim düzeylerinde; T1 kontrol, T2 8 mm'lik rot ve T3 8 mm'lik ikili rot şeklindedir. Ekim makinasında oluşan titreşimleri ölçmek için bir datalogger'a sahip Extech ivme ölçüm cihazından yararlanılmıştır.

Normal sıraya ekimde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün laboratuvar şartlarında değerlendirilmesinde yapışkan bant deneme düzeneğinden yararlanır. Ekim makinası ekici ünitesinden akıtılan tohumlar, makina altına yerleştirilen yapışkan bant üzerine bırakılmıştır (Şekil 1f). Ekici ünite ile bant arasında 500 mm uzunluğunda plastik bir tohum borusu kullanılmıştır. Tohum borusunun alt ucu ile bant yüzeyi arasında 20 mm'lik bir mesafe bırakılmıştır. Yapışkan bant düzeneğinin genişliği 300 mm ve uzunluğu ise 8000 mm'dir. Düzenekte kullanılan kauçuk bandın ölçüleri ise (kalınlık, genişlik, uzunluk) 8x200x16000 mm'dir. Yapışkan bandın yüksekliği vidalı ayaklar yardımıyla kademesiz olarak ayarlanabilmektedir. Bandın sarkmasını önlemek için alt yüzeyine birer metre arayla 50 mm'lik çapta rulolar yerleştirilmiştir. Bandın hareketi 1,1 kW'lık elektrik motoru ile elektrik motorunun devri ise dijital bir hız kontrol ünitesiyle sağlanmıştır.

Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde, bandın ilerleme doğrultusuna dik şeritlerin oluşturulduğu bir ölçüm skalası kullanılmıştır. Bu skala, diş yüksekliği 1,5 mm ve adım uzunluğu 3 mm olan bir kayıştan oluşmaktadır. Skala, yapışkan bant deneme düzeneğinin üst yan kenarları boyunca hassas bir şekilde yerleştirilmiştir. Skala üzerinde bant uzunluğuna dik şeritlerin oluşturulmasında ise 1 mm çapında çelik teller kullanılmıştır (Şekil 1g). Ölçüm skalasında tohumları sayma işlemi, yapışkan bant düzeneğinin yaklaşık 5000 mm'lik kısmı (5 m'lik sıra üzeri mesafe) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bandın bu kısmı 33 mm x 200 mm ölçülerinde (şerit genişliği *şerit uzunluğu) 150 adet şeride ayrılarak, örnek sayımı üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Şerit uzunluğu, bandın

genişliği kadardır. Şerit genişliği ise tohumun bin dane ağırlığı, sıra aralığı ve ekim normu değerlerinin Eşitlik 1’de yerine konularak hesaplanan ayarlanmış şerit genişliği (a) değeridir.

Denemelerin yürütülmesinde, yapışkan bant hızı, ekim makinası ilerleme hızına uyarlanarak 5.4 km h⁻¹’e ayarlanmıştır. İlerleme hızının seçiminde, Aykas ve arkadaşlarının (1991) mercimek ekimi için çalışmalarında bildirdiği sonuçlar dikkate alınmıştır. Çalışmada sadece bir ilerleme hızı kullanılarak titreşimin etkisi ön plana çıkarılmaya çalışılmıştır. Denemelerin gerçekleştirilmesinde her bir tekrür için, ekim makinası ekici ünitesi ve yapışkan bant hareket veren elektrik motorlarının çalıştırılmasıyla tohumların ekici üniteden bant üzerine akmasıyla başlamış ve tohumlar yapışkan bant düzeneğinin tahrik kasnağına ulaşır ulaşmaz bütün düzeneğin aynı anda durdurulmasıyla tamamlanmıştır.

(Blenk 1951; Önal 2011) normal sıraya ekimde tohum dağılım düzgünlüğünün Poisson denklemiyle tanımlanabildiğini bildirmişlerdir. Sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün poisson karakterine uygunluğu ise iki değerlendirme kriteri kullanılarak belirlenebilmektedir (Griepentrog 1991; Önal 2005). Bunlardan biri, sıra üzeri tohum dağılımına ait varyasyon faktörü (V_f), diğeri ise iyilik kriteri (λ) olarak bilinen sıra üzeri tohum dağılımında, 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin yüzdesidir. Bu yöntemlerin birlikte değerlendirilmesiyle, ekim makinasının sıra üzeri tohum dağılımı karakterinin normal sıraya veya tek dane ekimden hangisine yakın olduğu tespit edilebilmektedir (Önal 2005).

Bant üzerinde anma sıra üzeri mesafenin belirlenmesinde iyilik kriterinde kullanılan şeritlerdeki ortalama tohum sayısı (μ) yaklaşık 2 olması durumu dikkate alınır. Çünkü varyasyon faktörü (V_f), herhangi bir μ değeri için kullanılabilir. Ancak iyilik kriteri μ ≈ 2 koşulu ile kullanılabilir (Önal 2005). V_f ve λ değerlerini karşılaştırabilmek için şeritlerdeki ortalama tohum sayısı yaklaşık 2 alınmalıdır. Bu nedenle şeritlerdeki ortalama tohum sayısı 2 olacak şekilde şerit genişliği ayarlanmalıdır. Buna göre, Eşitlik 1’de mercimek için ekim normu 13 kg da⁻¹, sıra aralığı 30 cm ve bin dane ağırlığı 65 g alındığında, μ = 2 için şerit genişliği 33 mm olarak bulunmuştur. Ayarlanmış şeritlerdeki 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin oranları Çizelge 2’te verilen λ değerleriyle karşılaştırılarak tohum dağılım düzgünlüğünün kalitesi belirlenmiştir (Önal 2005).

$$a = \frac{10 \cdot \mu \cdot \sigma}{b \cdot N} \quad (1)$$

a : Ayarlanmış şerit genişliği (cm)

b : Sıra aralığı (cm)

σ : Tohumun bin dane ağırlığı (g 1000⁻¹ dane)

N: Ekim normu (kg da⁻¹)

Çizelge 2. Ayarlanan şerit genişliklerinde μ = 2 (hesaplanan ortalama tohum sayısı) için 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin oranlarının (%) toplamına göre değerlendirme

λ (%)	Değerlendirme
≥ 72	Çok iyi
> 65 – 72	İyi
> 55 – 65	Orta
< 55	Yetersiz

Denemelerde, Poisson dağılımı için şeritlerdeki tohumlar sayılarak her bir tekrürdeki 0,1,2,3,...r adet için toplam değerler belirlenmiştir. Daha sonra şeritlerdeki 0,1,2,3,...r adet tohum sayılarının gözlenen değerlerinin (GD) nispi oranları Eşitlik 2, şeritlerdeki ortalama tohum sayıları Eşitlik 3 ve beklenen değerler poisson dağılım denklemi (Eşitlik 4) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$GD = \left(\frac{\sum r}{\sum s} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

$$\mu = \frac{\sum n}{\sum s} \quad (3)$$

$$f(r) = \frac{\mu^r}{r!} \cdot e^{-\mu} \quad (4)$$

Eşitliklerde;

f(r): Her birinde r adet (r=0,1,2,3,...r) tohum bulunan şeritlerin nispi oranı

r : Her bir şeritteki tohum sayısı

μ : Poisson popülasyon ortalaması

∑ r : Her birinde r adet (r=0,1,2,3,...r) tohum bulunan şeritlerin toplam sayısı

∑ n : Şeritlerdeki toplam tohum sayısı

∑ s : Toplam şerit sayısı

e : Doğal logaritma tabanı (2.718)

Normal sıraya ekimde, sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün ifadesinde diğer değerlendirme kriteri varyasyon faktörüdür. Varyasyon faktörü, varyans değerlerinin poisson popülasyon ortalamasına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Eşitlik 5 ve 6). Sıra üzeri tohum dağılımının poisson karakterine uygunluğu için varyasyon faktörü (V_f):

$$V_f = \frac{S^2}{\mu} \quad (5)$$

$$S^2 = \frac{\sum X_i^2 \cdot c - (\sum X_i \cdot f_i)^2 / n}{n-1} \quad (6)$$

Eşitliklerde;

- μ : Şeritlerdeki ortalama tohum sayısı
- X_i : Beklenen değer,
- f_i : Nispi değer
- n : Toplam örnek sayısı,

Varyasyon faktörü için hesaplanan gerçek değerler, Çizelge 3’te verilen dağılım kriterleri ile karşılaştırılarak sıra üzeri tohum dağılımının uygun olduğu aralık belirlenmiştir (Önal 2005).

Çizelge 3. Gerçek dağılım için yapılan değerlendirme

Varyasyon Faktörü	Açıklama
$V_f > 1.1$: Sıra üzeri tohum dağılımında sıklıkla karşılaşılan boşluk ve kümelenmelerden dolayı dağılım düzgünlüğü bozulur.
$0.9 < V_f < 1.1$: Tohum dağılımı Poisson karakterindedir. Diğer bir deyişle, normal boşluk ve kümelenme oranlarından dolayı tohum dağılımı normal sıraya ekime uygundur.
$V_f < 0.9$: Binomiyal dağılım; sıra üzerinde boşluk ve kümelenme oranı azdır. Tek dane ekime yönelme vardır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada farklı titreşim düzeylerinin etkisine bağlı olarak elde edilen ivme değerleri Çizelge 4’te, bu titreşim düzeylerinin etkisi altında yapılan mercimek ekiminde sıra üzeri tohum dağılımına ait beklenen ve gözlenen değerler ise Çizelge 5’te gösterilmiştir. Çizelge 5’e göre, beklenen ve gözlenen değerler arasındaki farkın titreşimsiz (T1) düzeyde daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Genel olarak titreşimsiz düzeyde gözlenen değerler oranı daha büyük iken, T2 ve T3 titreşim düzeylerinde gözlenen değerlerin hesap (beklenen) değerlerinden daha küçük çıktığı görülmektedir. Bu sonuç, 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin oransal dağılımının titreşimin etkisiyle azaldığı anlamına gelmektedir. Ayrıca boş geçen şerit sayısının da titreşimin etkisiyle arttığı belirlenmiştir. Titreşim rotlarının etkisiyle ekim makinasının valsler üzerindeki hareketi genel olarak ileri-geri şeklindedir. Ekim makinasının bu hareketi beklenen ve gözlenen değerler arasında farkın artmasına neden olmuştur.

Çizelge 4. Titreşim düzeylerine ait ivme ve yer değiştirme ortalama değerleri

Titreşim düzeyi (Ø, mm)	İvme değerleri (ms ⁻²)	Yer değiştirme değerleri (mm)
T1	1.74	0.08
T2	2.30	0.37
T3	3.44	0.67

Çizelge 5. Mercimek ekiminde beklenen ve gözlenen değerler

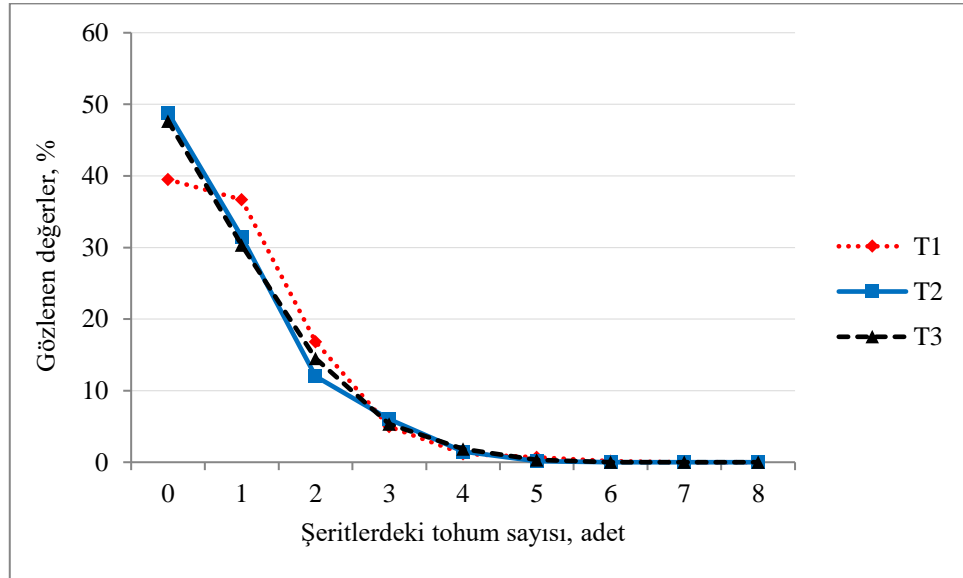
Titreşim Düzeyi (Ø,mm)		Tohum adedi oranı (%)					μ
		0	1	2	3	Diğer	
T1	Beklenen	28.43	35.76	22.49	9.43	3.89	1.26
	Gözlenen	39.50	36.67	16.83	5.00	2.00	
	Fark	-11.07	-0.91	5.66	4.43	1.89	
T2	Beklenen	34.27	36.70	19.66	7.02	2.36	1.07
	Gözlenen	48.83	31.50	12.00	6.00	1.67	
	Fark	-14.57	5.20	7.66	1.02	0.69	
T3	Beklenen	32.49	36.53	20.54	7.70	2.75	1.12
	Gözlenen	47.67	30.33	14.50	5.33	2.17	
	Fark	-15.18	6.20	6.04	2.36	0.58	

Mercimek tohumunun sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne olan etkisini belirlemek amacıyla hesaplanan varyasyon faktörü ve iyilik kriteri değerleri Çizelge 2 ve Çizelge 3'e göre değerlendirilerek elde edilen sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6'ya göre, mercimek tohumunun normal sıraya ekiminde sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünün sadece kontrol (titreşimsiz, T1) düzeyinde istenilen sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. T2 (tek rot) ve T3 (ikili rot) titreşim düzeylerinde, varyasyon faktörü değerlerinin bozuk tohum dağılımı ($V_f > 1.1$) gösterdiği (Çizelge 2) ve iyilik kriterinde elde edilen değerlerin Çizelge 3'te verilen standart değerlerle kıyaslandığında $\lambda < 55$ olduğu için yetersiz olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, her iki titreşim düzeyinin de sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü bozduğu anlaşılmaktadır. (Turgut ve ark. 1992) normal sıraya ekimde, laboratuvarında buğdayın akış düzgünlüğüne etkili faktörleri belirlemek için varyans analizine göre yaptıkları değerlendirmede, titreşimin akış düzgünlüğünü bozmadığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise varyans analizi yerine poisson dağılımı kullanılarak yapılan değerlendirmede, titreşimin tohum dağılımını bozduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak kullanılan tohumların fiziksel özelliklerinin ve kullanılan istatistiksel yöntemin farklı olması, ayrıca bu çalışmada akış düzgünlüğü yerine tohum dağılım düzgünlüğü üzerinden değerlendirme yapılması, çalışmalar arasında istatistiksel olarak farklı sonuçlara neden olmuştur. Bununla birlikte, (Özsert ve ark. 1994) granül gübre ile yaptıkları çalışmada titreşimin gübre akış düzgünlüğü üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Çizelge 6. Mercimek tohumunun sıra üzeri tohum dağılımının varyasyon faktörü ve iyilik kriteri değerleri

Faktörler	Varyasyon faktörü (V_f)	Yorum	İyilik Kriteri (λ)	Yorum
T1	1.08	Normal sıraya ekim	58.50	Orta
T2	1.21	Bozuk tohum dağılımı	49.50	Yetersiz
T3	1.22	Bozuk tohum dağılımı	50.17	Yetersiz
Ortalama	1.17	Bozuk tohum dağılımı	52.72	Yetersiz

Parametrelerin etkisine bağlı olarak boş şeritler ve şeritlerdeki tohum adetlerinin oransal değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekilde, 1, 2 ve 3 tohumlu şeritlerin oransal dağılımı titreşimsiz (kontrol) düzeyde daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca, boş geçen şeritlerin sayısındaki yüksek oranın titreşimli düzeylerde daha fazla olduğu gösterilmiştir.



Şekil 2. Parametrelerin etkisine bağlı olarak şeritlerdeki tohum sayılarının oransal değişimi

Tarla da yapılan ekim işleminde, tohumun fiziksel özelliklerinin yanı sıra tarla yüzey düzgünlüğü, taş ve kesek oranı, makinanın ağırlığı ve çalışma hızı gibi faktörlerden dolayı ekim makinası titreşime maruz kalmaktadır. Bu titreşimin etkisiyle tohum dağılım düzgünlüğü etkilenebilmektedir. Bu çalışmada da bu etkinin belirgin bir şekilde farklara neden olduğu laboratuvar ortamında tespit edilmiştir. Bununla birlikte, ekim makinası tekerleğine titreşim verilmesi valsler üzerine monte edilen rotlar ile gerçekleştirilmiştir. Denemeler yapılırken makine tekerleğinin valsleri çevirmesi ve rotlara takılan makine tekerleğinin sıçrama şeklindeki hareketi ve bu hareketin az da olsa makina ileri-geri sallanmasına neden olması, şeritlerdeki boşluk oranlarının artmasına neden olmuştur. Ancak, daha önce yapılan çalışmalar da dikkate alındığında bu hareketin yapışkan bant üzerindeki şeritlerde boşluk ve birikmelere neden olabileceği gibi oransal olarak dağılımda düzgünlüğe de neden olabilmektedir. Yapay titreşimden dolayı ekim makinasındaki bu hareket, tarla şartlarında çalışmada sadece ileri-geri olmayabileceğinden ve bu nedenle de ekim makinasında oluşacak titreşimin daha farklı sonuçlara neden olabileceğini göstermektedir. Tarla şartlarında ekim

makinası titreşiminin tohum dağılımı üzerindeki olumsuz etkisini önlemek için; tohumun çiziye düşme yüksekliğinin azaltılması ve toprak koşullarına bağlı olarak uygun tohum yerleştirme düzenlerin seçilmesi iyi sonuçlar sağlayabilir. Bununla birlikte, Turgut ve ark. (1992) makine özellikleriyle ilgili bildirdikleri, lastik tipi, lastik basıncı ve makine ağırlığı gibi etkenlere de dikkat edilmesi gerekmektedir. Elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında, bu çalışmanın normal tarla koşullarında da yapılmasının önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Kaynaklar

- Aykas E, Önal İ, Zender FN (1991). Nohut ve Mercimek Ekimine Uygun Ekici Düzenler. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Konya, Türkiye, s. 270-282.
- Bhatty RS (1988). Composition and quality of lentil (*Lens culinaris* Medik.): a review. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 21: 144-160.
- Blenk H (1951). Poissonsche verteilungskurven bei versuchen mit drillmaschinen. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, 31: 257-258.
- Brown E (2003). Sowing Seeds for The Agricultural Revolution: Jethro Tull (1674-1741). Implement & Tractor Sept/Oct 2003:13.
- Ess DR, Hawkins SE, Young JC, Christmas EP (2005). Evaluation of the performance of a belt metering system for soybeans planted with a grain drill. Applied Engineering in Agriculture, 21(6): 965-969.
- Griepentrog HW (1991). Zur bewertung von längsverteilungen bei drillmaschinen. Landtechnik, 46 (11): 550-551.
- Konak M (1996). Farklı tahıl ekim makinalarında titreşimin ekim normu ve sıralar arası dağılım düzgünlüğüne etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10(2): 37-44.
- Kuş E, Yıldırım Y (2009). Tahıl ekim makinalarında kullanılan oluklu makaralı ekici düzenlerde oluk şekli ve derinliğinin değişik işletme koşullarında tohum akışına etkilerinin belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 25. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Isparta, s. 205-213.
- Maleki MR, Jafari JF, Raufat MH, Mouazen AM, Baerdemaeker JDe (2006). Evaluation of seed distribution uniformity of a multi-flight auger as a grain drill metering device. Biosystems Engineering, 94(4): 535-543.
- Önal İ (2005). Normal sıraya ekimin matematik-istatistik esasları ve ekim makinalarının denemelerinde kullanılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 1(2): 85-91.
- Önal İ (2011). Ekim Bakım Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No: 490, İzmir.
- Özsert İ, Kara M, Bayhan AK, Öztürk İ (1994). Bazı gübre dağıtım düzenlerinde titreşimin sıra üzeri dağılım düzgünlüğüne etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Antalya, 188-198.
- Özsert İ (1984). Türkiye’de Üretilen Bazı Tahıl Ekim Makinalarının Tohum ve Gübre Dağıtım Düzenleri Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Doktora Tezi, Erzurum.
- Ryu IH, Kim KU (1998). Design of roller type metering device for precision planting. Transactions of the ASAE, 41(4): 923-930.
- Süzer S (2014). Mercimek Tarımı. <https://arastirma.tarim.gov.tr/ttae/> (Erişim Tarihi: 20 Aralık 2017).
- Şehirli S (1988). Yemeklik Dane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1089, Ankara.
- Tüik, (2017). Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr. (Erişim Tarihi: 20 Eylül 2017).
- Turgut N, Ülger P, Özsert İ (1992). Bazı tohum dağıtım düzenlerinde titreşimin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi, Samsun, s. 112-124.
- Turgut N, Kara M, Özsert İ, Güler İ E, (1996). Performance of fluted feed rolls in seed drills. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, Ankara, 1996
- Yıldırım Y, Turgut N (2007). Yonca ve susamın farklı oluk şekilli ekici makaralardan akış özelliklerinin araştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 3(1): 51-58.
- Yıldırım Y, Kuş E (2014). Flow Accuracy of fluted feed roller used in seed drill for dry bean seed. 12th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Cappadocia, Turkey, pp. 295-300.
- Yıldırım Y, Kuş E (2016). Ekici makaralarda farklı oluk çap ve derinliklerinin soya tohumunun akış düzgünlüğüne etkileri. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 12 (2): 127-132.