

## Titreşimli Besleme Düzenli Çift Diskli Gübre Dağıtma Makinasının Performansı Üzerinde Bir Araştırma

İsmet ÖNAL, Arzu YAZGI, Anıl GÜCÜYEN

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 35100-Bornova - İzmir  
ismet.onal@ege.edu.tr

**Özet:** Bu çalışma, İtalya'da imal edilen Gaspardo-Zeno 18 model çift diskli gübre dağıtma makinasının performansını, teknik karakteristiklerini ortaya koymak ve enine gübre dağılımına etkili faktörleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Gübre serpmeye denemeleri, rüzgarsız ortamın sağlandığı kapalı alanda yürütülmüştür. Denemelerde, üre ve NPK (15-15-15) kompoze gübresi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, üre ve NPK gübresi için, makinanın enine gübre dağıtma düzgünlüğünün iyi kalitede olduğunu göstermiştir. Deneme materyali çift diskli gübre dağıtma makinası, değişken geometri gübre dağıtım sistemi, hassas gübre normu ayar mekanizması, sarsıntılı çanaklı gübre besleme düzeni, gübrenin fırlatma diskine besleme noktasını değiştiren mekanizma ve gübreyi diske lateral yönde besleyen besleme penceresi ve konisi gibi ayrıcalıklı özelliklere sahiptir. Sarsıntılı çanaklı gübre besleme düzeni ile gübrenin besleme penceresinden diske aktarılması, gübrenin örselenmesini önlemektedir. İklim koşullarına bağlı olarak, gübrenin farklı fiziksel özelliğe sahip olması sonucu, enine gübre dağılımında, merkezde toplanma veya sağ ve sol kanatlarda yığılma olabilir. Deney materyali makinede bulunan özel otomatik konumlandırma sistemi yardımıyla, gübrenin besleme penceresinden fırlatma diskine rötörlü veya avanslı olarak düşmesi sağlanabilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Çift diskli gübre dağıtma makinası, enine gübre dağılım düzgünlüğü, titreşimli besleme

### A Study on the Performance of the Twin Disc Fertilizer Spreader with Vibrating Feeding Mechanism

**Abstract:** This work has been conducted on Gaspardo-Zeno 18 centrifugal twin disc spreader, manufactured in Italy. The aims of this work are, to evaluate its performances and technical characteristics, and to determine the factors which are affect on the spreading pattern. The work was carried out indoors. In these experiment, urea and NPK (15-15-15) fertilizer were used. The result of this study showed that the transverse evenness of distribution of machine for urea and NPK fertilizers were good. The investigated machine have an exceptional features, such as variable geometric distribution system, quantity micrometric adjustment, vibrating feeding mechanism, automatic correction of the angle of fertilizer outflow on disc, lateral fertilizer input on spreading disc. Vibrating feeding on disc prevents the fertilizer grain disturbances. It is also possible to intervene manually on the advancement or retarding fertilizer delivery to disc, in order to regulate spreading, if it is to concentrated on the centre or sides, due to the different physical fertilizer features in particular weather (humidity and temperature) conditions.

**Key words:** Twin disk fertilizer spreader, transverse evenness of distribution, vibrating feeding

### GİRİŞ

Gübreleme, kültür bitkilerinin verimini arttırmak için uygulanan agroteknik yöntemlerden birisi olup, amacı, bitki yetiştirme veya toprak yıkanması nedeniyle toprakta azalan azot, fosfor, potasyum gibi birincil veya bor, magnezyum, çinko v.b. iz elementlerini tamamlamaktır. Bitkisel üretim sırasında, toprakta oluşan bitki besin maddeleri açığı, organik veya

kimyasal gübrelerle karşılanmaktadır. 2006 yılı verilerine göre, ülkemizde tüketilen mineral (NPK) gübre miktarı 10.455.212 ton'dur (Anonim, 2007 a.). Tarımda kullanılan mineral gübrelerin 1 kg etkin maddesinin üretimi ve taşınması için tüketilen enerji miktarları:

1 kg N için 60-80 MJ,  
1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> için 12-14 MJ,  
1 kg K<sub>2</sub>O için 8-9 MJ,  
1 kg CaO için 2 MJ

olmaktadır (Gschwind, Altbrod, 1981; Heyland, Solanski, 1979). Ülkemizde, 1979 yılında tüketilen 778.938 ton N, 659.731 ton P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 28.287 ton K<sub>2</sub>O'nun üretimi için gerekli elektrik enerjisi tüketiminin 6,6.10<sup>9</sup> kWh değerinde olduğu hesaplanmıştır (Önal, 1984). Bu miktarda bir enerji, 1,67.10<sup>6</sup> ton petrole eşdeğerdir (1 kg petrol=43 MJ). Dünyada kullanılan yaklaşık 200.000 ton mineral gübrenin tahıl üretiminde verimde yaptığı artış, 1.10<sup>9</sup> ton olarak hesaplanmıştır (Siegel, 1979). Tarımsal üretimde verimin artırılmasına büyük katkısı olan mineral gübrenin, enerji bunalımı ve ekonomik nedenlerle daha bilinçli ve etkin kullanımı gerekmektedir.

Katı mineral gübreler, tarlaya diskli veya sandıklı gübre dağıtma makinalarıyla şeritsel olarak verilebilir. Yeterli sayıda sıraya ekim makinalarının bulunmayışından, fiyatların yüksek olmasından veya bazen de Söke Ovası'nda olduğu gibi ekim zamanı elverişli toprak koşullarının olmaması gibi zorunlu nedenlerden, tahıl ekiminde de kullanılan diskli gübre dağıtma makinalarının mevcudu, 2006 yılı rakamlarına göre 334461' dir (Anonim, 2007 b.).

Petrol fiyatlarındaki artışa bağlı olarak, gübre fiyatlarının da artması, gübrenin tarlaya verilmesinde kullanılan makinaların iş kalitelerinin artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Piyasaya sunulan modern diskli gübre dağıtma makinalarıyla gübre dağılımında düzgünlük derecesi arttırılmaya çalışılırken, aynı zamanda, bu makinaların gübre atma ve besleme organlarının, mineral katı gübreleri örselemeden, sürtünme ısıyla ısıtım yapısını bozmadan fırlatılabilme olanakları araştırılmalıdır. Diskli gübre dağıtma makinasının deposuna, belirli granül iriliğinde doldurulan gübrenin, fırlatma organları vasıtasıyla hedefine fırlatılabilmesi için, bu taneciklerin gübre besleme ve fırlatma organlarının örseleme etkisinde kalmaması gerekir.

Diskli gübre dağıtma makinalarının performans değerlerini ve mekanik karakteristiklerini saptamaya yönelik araştırmalar oldukça fazladır (Cunningham, Chao,1965; Patterson ,1962; Patterson ,1964; Reed, Wacker, 1970; Glove, Baired, 1970; Patterson, et al., 1970; Davis, Rice, 1973; Özmerzi, 1974; Erol,

Özmerzi, 1977; Önal, Tozan, 1984). Kullanılan gübrenin, makinanın enine dağılım düzgünlüğüne ve iş genişliğine belirgin etkisi nedeniyle, araştırmacılar, katı mineral gübrelerin aerodinamik özelliklerini detaylı bir şekilde incelemek zorunda kalmışlardır (Rausch, 1958; Bilanski et al., 1962; Hollmann, 1962, Mennel, Reece, 1963; Bohnet, 1964; Reints, 1967, Papatheodossiou, 1970; Collier, 1972). Tarlaya verilme zamanında katı mineral gübrenin nem içeriği ve havanın nispi nemi, diskli gübre dağıtma makinasının performansına etki etmektedir. Southwell ve Samuel (1968), pril gübre (üre) ile yaptığı çalışmada, % 70 nispi hava nemi değerinin üzerindeki ortamda bulunan ürenin tarlaya serpilmesinde güçlüklerle karşılaştığını bildirmektedirler. Katı mineral gübrelerin fiziksel özelliklerinin bilinmesi, gübrenin nakli, torbalanması, depolanması ve tarlaya verilmesinde önemlidir. Bu gerekçeyle, A.B.D'de Alabama'da 'Uluslararası Gübre Geliştirme Merkezi' (IFDC) kurulmuştur. IFDC, 'Mineral Gübrelerin Fiziksel Özelliklerini Belirleme El Kitabı'nı hazırlayarak yayımlamıştır (Rutland, 1986). Inns ve Reece (1962); Patterson ve Reece (1962); Cunningham ve Chao (1963); Mennel ve Reece (1963), Dobler, Flatov (1968); Kesten (1970); Kanafojski (1972); Bernacki et al. (1972); Önal (2005) eserlerinde, diskli gübre dağıtma makinalarının tasarımında kullanılacak kriterleri, bilimsel bir disiplin içerisinde incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, diskli gübre dağıtma makinasının gübre dağılım düzgünlüğüne, kullanılan gübrenin tipi ve durumu, diskin ve fırlatıcı paletlerin şekli ve ölçüleri, fırlatıcı diskin çevre hızı, gübre çıkış deliğinin şekli ve diske göre konumu ile gübre akış debisi etkilidir. İncelenen diskli gübre dağıtma makinalarının tümünün ortak özelliği, gübre deposu içerisinde bir gübre karıştırıcının ve depodaki gübreyi gübre çıkış deliklerine ileten döner bir yedircinin bulunmasıdır. Gerek gübre karıştırıcı, gerekse gübre yedirci gübreyi örseleyerek, parçalanmasına, tozlaşmasına, ısınma sonucu yapısının bozulmasına neden olmaktadır. Önal'ın (1990) ortaya koyduğu santrifüj fanlı gübre serpmeye organı prototipi, ülkemizde imal edilen diskli gübre dağıtma makinalarının fırlatma organlarından yapı itibarıyla farklı özelliktedir. Gübre deposunun tabanında bulunan, her birinin çapı 30 mm olan dört delikten gübre, içerisinde 12 adet fırlatma paleti olan 600 mm çapındaki kapalı fanın merkezinde bulunan kesik koni

şeklindeki eğik yüzeye dökülür. Dökülen gübre, fırlatma paletleri vasıtasıyla toprağa serpilir. Gübre deposunun sabit tabanında bulunan dört adet deliğin alanı, bu sabit tabanın altına yerleştirilmiş aynı ölçüdeki dört deliğe sahip döner disk vasıtasıyla kademesiz olarak ayarlanabilir. Santrifüj fanlı gübre serpmeye organı, gübre dağıtma makinasının bir parçası olarak kullanılırken, deliklerin simetri ekseninin ilerleme yönüne dik eksenle yaptığı açı, süper fosfat gübresi için 65°, üre gübresi için 55°'ye ayarlanması gerekmektedir. Belirtilen bu konumlandırma, gübre deposunun (dolayısıyla tabanının) döndürülmesiyle sağlanmıştır. Gaspardo (İtalya) Firması tarafından ülkemizde piyasaya sürülen çift diskli gübre dağıtma makinası, yatay döner salınımlı (titrek) elekli gübre deposu taban çanağına, çanağın altında, tabandan akışlı üç delikli, delik açıklığı kademesiz değiştirilebilen gübre akış debisi ayar mekanizmasına sahiptir (Anonim, 2005). Gübre akış deliklerinden besleme odasına dökülen gübre, konumu ayarlanabilen çıkış penceresinden fırlatma diskinin üzerine dökülmektedir. Gübre çeşidine ve gübrenin anlık nem içeriğine bağlı olarak, çıkış penceresinin fırlatma diskine göre konumu değiştirilebilmektedir. Bu yapı sayesinde, katı mineral gübrenin herhangi bir örseleme etkisinde kalmadan fırlatma paletlerine sevki amaçlanmıştır.

Bu araştırmada, bu güne değin yerli tarım makinaları imalatçılarınca üretmekte oldukları çift diskli gübre dağıtma makinalarında kullanılanlardan farklı bir yapıya sahip Gaspardo-Zeno 18 çift diskli gübre dağıtma makinasının gübre besleme ve fırlatma organlarının performansı, üre ve 15-15-15 NPK gübresi için ortaya konulmuştur.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

GASPARDO Zeno 18 (İtalya), asma tip çift diskli gübre dağıtma makinası, çift gözlü bir depodan, her iki gözün tabanına monte edilmiş titreşimli ızgaralı gübre besleme düzeninden, gübre dağıtma disklerinden, disklerin üzerine monte edilmiş konum açıları sabit ikişer adet fırlatma paletinden ve disklere hareketi ileten dişli kutusundan meydana gelmiştir (Şekil 1). Gübre deposu, 2 mm kalınlığında sacdan şekillendirilerek yapılmış olup, 900 litre ve 2000 litre (ek depo ile) hacme sahiptir. Depo üzerine, gübre topaklarını elemek ve ufalamak için metal ızgara ve

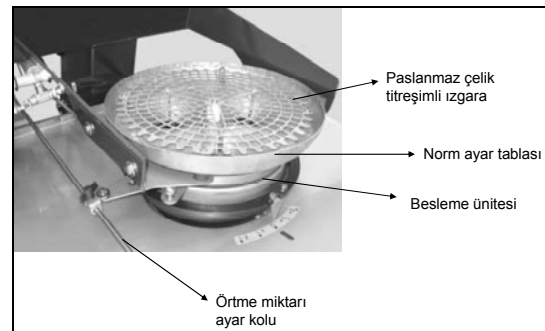
depodaki gübre akışını gözlemlemek için iki adet kontrol penceresi yerleştirilmiştir. İş bitiminde, içerisinde kalan gübrenin boşaltılabilmesi için, depo devrilebilecek yapıdadır.

Makinada yer alan ve Firma tarafından geliştirilen titreşimli gübre besleme düzeni (Şekil 2) ile farklı çeşit, boyut, hacim ağırlığında ve nem içeriğindeki gübrenin herhangi bir tıkanmaya neden olmadan disk üzerine akışı gerçekleştirilebilmektedir.

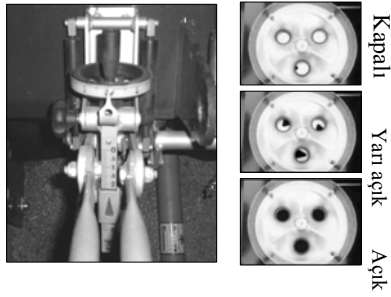
Titreşimli ızgaranın altında yer alan çanak tabanına yerleştirilmiş üç adet deliğin açıklıkları, vida-somun mekanizması yardımıyla hassas bir şekilde ayarlanabilmektedir. Ayar kolunun kademeleri ve yapısı ile delik açıklıkları Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 1. GASPARDO Zeno 18, asma tip çift diskli gübre dağıtma makinası (İtalya)

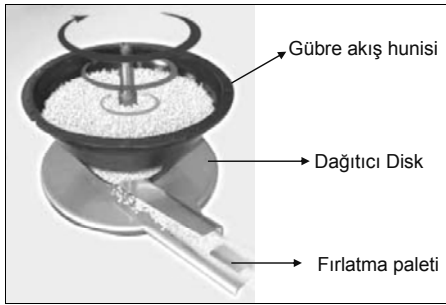


Şekil 2. Titreşimli ızgaralı gübre besleme düzeni

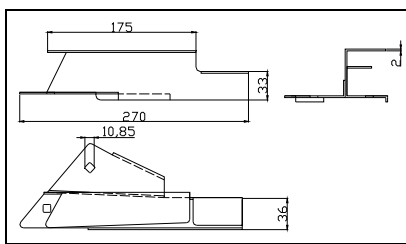


(a) Şekil 3 a. Gübre normu ayar mekanizması  
(b) Şekil 3 b. Gübre akış deliği ayarı

Gübre besleme düzeninin alt kısmında yer alan besleme odasının yan yüzünde açılmış trapez biçimli açıklıktan akan gübre, fırlatma diski üzerine dökülerek, fırlatma paletleri yardımıyla tarla yüzeyine atılmaktadır (Şekil 4 a, b).



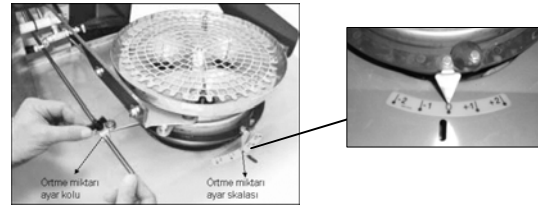
Şekil 4 a. Gübre dağıtma organları



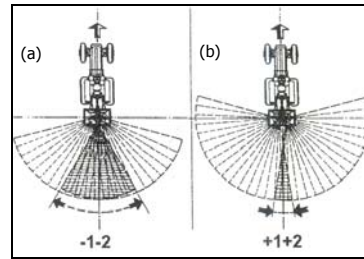
Şekil 4 b. Fırlatma paleti ölçüleri

Gübrenin besleme odasında ve disk üzerindeki akış hızına, nem ve sıcaklık etkilidir. Gübre, besleme odasını terk ettikten sonra, fırlatma paletleri tarafından toplanarak, santrifüj kuvvetle tarlaya serpilir. Gübrenin, besleme noktası ile fırlatılma noktası arasında geçen aksiyon zamanını aksiyon açısı belirler. Deney materyali makinada bulunan özel otomatik konumlama sistemi yardımıyla, gübrenin besleme penceresinden fırlatma diskine rötörlü veya avanslı olarak düşmesi

sağlanabilir. İklim koşullarına bağlı olarak, gübrenin farklı fiziksel özelliğe sahip olması sonucu, enine gübre dağılımında, merkezde toplanma veya sağ ve sol kanatlarda yığılma olabilir. Örneğin, gübre, merkeze kanatlardan fazla atılırsa, gübrenin diske düşmesinin geciktirilmesi (rötörlü) gerekir. Bunun için, Şekil 5'deki kelebek vida gevşetilerek, besleme odası +1/+2 yönünde çevrilir (Şekil 6 b). Buna karşılık, gübre, merkezden çok kanatlarda tepe yapıyorsa, besleme odası -1/-2 yönünde çevrilir (Şekil 5, Şekil 6 a).

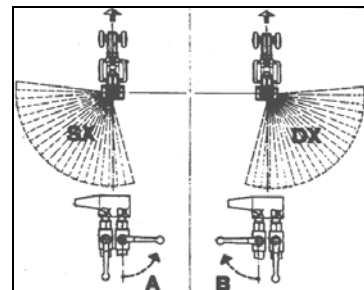


Şekil 5. Fırlatma diskinde, gübre akış noktasında otomatik düzeltme (avans-rötörlü) ayarı



Şekil 6. Besleme penceresinden gübreyi disk üzerine rötörlü (b) veya avanslı (a) besleme

Tarla kenarlarının gübrenlenmesi sırasında, gereksiz yere komşu tarlayı veya sulama kanalını gübrenemeyi engellemek için, makina üzerinde sağ-sol besleme açma/kapama ayar sistemi bulunmaktadır. Sisteme, hidrolik valf ile kumanda edilmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Sağ-sol besleme açma/kapama ayar sistemi

Denemelerde kullanılan üre ve NPK (15-15-15) kompoze gübrelerinin elek analizi sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Gübre serpmeye denemelerinin yapıldığı ekim ayında, kuru ve sıcak iklim koşullarında, üre ve NPK gübrelerinin nem içerikleri, sırasıyla, %0,9 ve %0,4 iken, depo doluluğunun gübre akış miktarına etkisinin belirlendiği 13 Aralık günü yağmurlu iklim koşullarında, nem içerikleri, sırasıyla, % 1,7 ve %1,5 (db.) olmuştur.

**Çizelge 1. Deneme materyali üre ve NPK kompoze gübrelerin elek analizi sonuçları**

	Elek Ölçüleri (Ø mm)			
	<1	1-2	2-3,5	>3,5
Üre (%)	8,63	13,18	77,07	1,12

	Elek Ölçüleri (Ø mm)				
	<1	1-2	2-3	3-4	>4
NPK (15-15-15) (%)	0,01	0,12	6,14	49,72	44,01

## Yöntem

Çift diskli gübre dağıtma makinası, gübre akış debisinin belirlenmesi için laboratuvarında, gübre dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi için, rüzgarsız ortamdaki deneme alanında çalıştırılmıştır.

Gübre akış debisinin belirlenmesi için düzenlenen laboratuvar denemelerinde, makina, üç farklı kapak açıklığında (pozisyon 0.9, 2.2, 2.6), 540 min<sup>-1</sup> sabit kuyruk mili devrinde, üç tekerrürlü olarak 30’ar saniye süreyle, üre ve NPK gübresinde, düz zeminde çalıştırılmıştır.

Gübre akış debisi değerinden gübre normunun hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$N = \frac{60.Q}{B.V} \dots\dots\dots 1$$

Formülde, N- gübre normu (kg/da), Q- gübre akış debisi (kg/min), B- makina iş genişliği (m), V- makina ilerleme hızı (km/h)’dir.

4/4, 2/4, 1/4 ve 1/10 depo doluluk oranlarında, üre ve NPK kompoze gübresinde, gübre akış debisi değerlerinde farklılığın olup olmadığı, dört tekerrürlü olarak, 2.2 kapak açıklığında, 15 saniye süreli gübre akış denemeleri ile ortaya konmuştur. Depo doluluğu ile ilgili gübre akış denemelerinde kullanılan üre ve NPK

kompoze gübrelerinin nem içerikleri, sırasıyla %1,7 ve %1,5 değerlerinde ölçülmüştür.

Diskli gübre dağıtma makinasının enine gübre dağılım düzgünlüğü açık havada, rüzgarsız ortamda yürütülmüş ve "T.C Tarım ve Köyleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü'nün Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İske ve Metodları" esaslarına göre değerlendirilmiştir (Anonim, 1999). Bu amaçla, traktör ilerleme yönüne dik olarak, sağa ve sola 43'er adet, traktör karın bölgesine de 3 adet olmak üzere toplam 89 adet 50 cm x 33 cm ebatlarında gübre toplama kapları yerleştirilmiştir. Denemeler, yaklaşık 40 kg/da gübre normu (pozisyon 2.2) değerinde, 540 min<sup>-1</sup> traktör kuyruk mili devrinde ve 8 km/h ilerleme hızında, üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Fırlatma diskinin yerden yüksekliği 85 cm alınmıştır. Gübre serpmeye işleminden sonra, toplama kaplarında biriken gübreler hassas terazide tartılarak, gübre dağıtma makinasının üre ve NPK gübresi için bindirme işleminden önceki enine gübre dağılım düzgünlüğü grafiği çizilmiştir (Şekil 9 ve Şekil 10).

Tarlada tekdüze bir dağılım düzgünlüğü sağlamak için, fırlatma mesafesi içinde bindirme (örtme) işlemi "gidip gelerek çalışma" yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bindirmeden sonraki enine gübre dağılım düzgünlüğünün değerlendirilmesinde Çizelge 2'den yararlanılmıştır.

**Çizelge 2. Dağılım Düzgünlüğü Değerlendirme Kriterleri**

V.K (%)	Değerlendirme
≤5	Çok iyi
>5-10	İyi
>10-20	Kabul edilebilir
>20	Uygun değil

En düşük varyasyon katsayısı değerini veren bindirme konumunda, makina eksenleri arasındaki uzaklık uygun iş genişliği olarak kabul edilmiştir. Üre ve NPK gübresi için bulunan uygun iş genişliklerinde 4, 6, 8, 10 ve 12 km/h ilerleme hızları ve üç farklı kapak açıklığı için gübre normu çizelgesi hazırlanmıştır.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Kuru gübreyle yapılan denemeler sonucunda elde edilen gübre akış debisi değerleri Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelgeden anlaşılacağı üzere, diskli gübre

dağıtma makinasının kullanım kılavuzunda (Anonim, 2005) verilen gübre akış değerleri ile deney sonucunda bulunan değerler arasında bir miktar fark olmaktadır. Uygulama sırasında, gübre özelliklerinin ülkeden ülkeye değişeceği dikkate alınarak, kullanım kılavuzunda verilen gübre akış debilerine ilişkin çizelge değerleri temkinli kullanılmalıdır. Aynı gübreyle bile, gübre atma zamanında havanın yağışlı olması durumunda, gübrenin nem içeriğinin değişebileceği dikkate alınmalıdır.

Gerçekten, gübre akış debisi, nemli üre gübresinde, 2.2 kapak açıklığında 41,37 kg/min iken, kuru üre gübresinde 46,00 kg/min değerine yükselmiştir. Buna karşılık, NPK kompoze gübresinde kuru gübrede 44,43 kg/min olan gübre akış debisi, nemli NPK gübresinde 47,03 kg/min değerine yükselmiştir.

Gübre deposunun doluluk oranının gübre akış debisine etkisi önemli değildir. Çizelge 4'de görüldüğü üzere, ortalama akış debisinden maksimum sapma, sol ve sağ gübre delikleri için, sırasıyla, ürede %2,62/%2,44; NPK gübresinde %0,58/%2,78 değerindedir. EN 13739-1/2 normuna göre, akış debisinden maksimum sapma, 25-150 kg/min akış debisi aralığında maksimum % 7,5 değerini aşmaması yeterli görülmektedir (Schauer, 2003).

**Çizelge 3. Gübre akış değerleri (kg/min). Deney sırasında ölçülen gübre nemi değerleri, ürede %0,9, NPK gübresinde %0,4 değerindedir.**

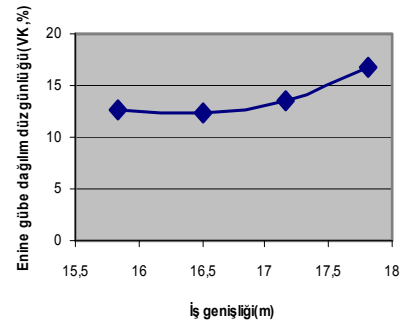
Gübre Cinsi	Kapak açıklığı(pozisyon)	Gübre çıkış delikleri (% Nispi oran)		Toplam (kg/min)	Kullanma kılavuzundaki çizelge değeri (kg/min)
		sol	sağ		
Üre	0,9	2,22 (%49,58)	2,26 (%50,42)	4,47 (%100)	6,7
	2,2	23,00 (%50)	23,00 (%50)	46,00 (%100)	69,8
	2,6	35,74 (%48,87)	37,40 (%51,13)	73,14 (%100)	108,8
NPK 15-15-15	0,9	2,03 (%48,87)	2,07 (%50,49)	4,10 (%100)	6,2
	2,2	23,75 (%53,45)	20,68 (%46,55)	44,43 (%100)	71,6
	2,6	37,26 (%51,92)	34,51 (%48,08)	71,77 (%100)	115,7

Tarlada tekdüze bir dağılım düzgünlüğü sağlamak için, 2.2 gübre kapak açıklığı konumunda, fırlatma mesafesi içinde bindirme (örtme) işleminin 'gidip gelerek çalışma' yöntemiyle gerçekleştirilmesi sonunda, değişik bindirme durumlarında enine gübre dağılım düzgünlüğü (VK, %) değerlerinin değişimi, üre ve NPK kompoze gübreleri için Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.

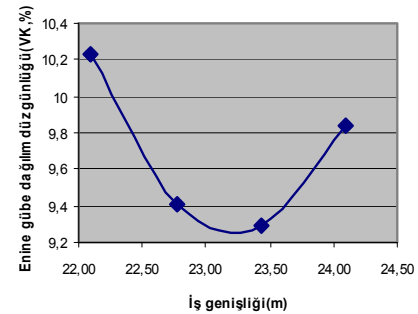
2.2 gübre kapak açıklığı konumunda üre ve NPK gübresi için bindirmeden sonraki uygun iş genişlikleri ve gübre dağılım düzgünlüğü değerleri sırasıyla Şekil 10 ve 11'de verilmiştir.

Şekil 10 ve Şekil 11'den görüleceği üzere, üre gübresinde 16,5 m uygun iş genişliğinde enine gübre dağılım düzgünlüğü (V.K, %12,31) kabul edilebilir değerdedir. NPK gübresi için uygun iş genişliği 23,43 m ve enine gübre dağılım düzgünlüğü (V.K.) %9,29 (iyi) kalitededir.

Belirlenen uygun iş genişlikleri için 4, 6, 8, 10 ve 12 km/h ilerleme hızları ve üç farklı gübre kapak açıklığı için hesaplanan gübre normu değerleri (kg/da) Çizelge 5'de verilmiştir.



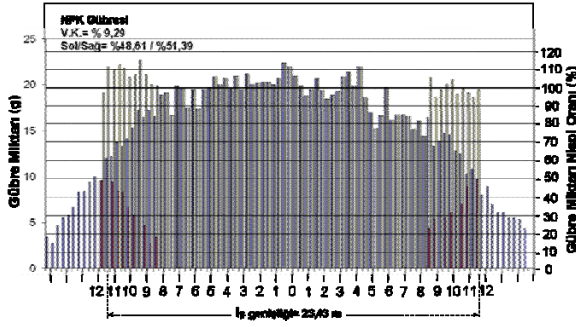
**Şekil 8. Üre gübresinde, değişik bindirme durumlarında, enine gübre dağılım düzgünlüğü**



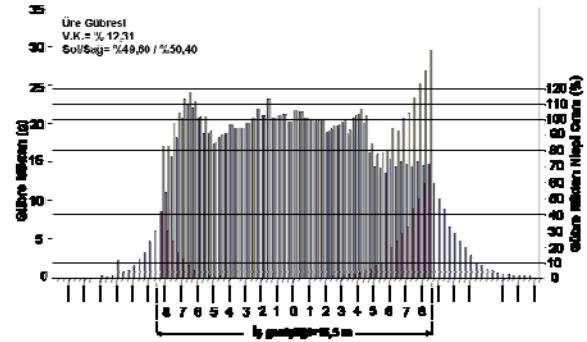
**Şekil 9. NPK gübresinde, değişik bindirme durumlarında, enine gübre dağılım düzgünlüğü**

**Çizelge 4. Üre ve NPK kompoze gübresinin 2.2 gübre akış kapağı açıklığında sol ve sağ akış deliklerinden akan gübrenin depo doluluk derecesine göre gübre akış debisi (kg/min) ve gübre akış düzgünlüğü (VK,%). Deneme sırasında gübre nemi içeriği, üre gübresinde %1,7, NPK gübresinde %1,5 olarak ölçülmüştür.**

Depo doluluk oranı	Sol delik				Sağ delik				Toplam akış debisi (kg/min)	Sol/sağ Delik gübre akış oranı
	Gübre debisi (kg/min)	Akış düzgünlüğü VK (%)	Ort. gübre debisi (kg/min)	Ort. dan sapma (±%)	Gübre debisi (kg/min)	Akış düzgünlüğü VK (%)	Ort. gübre debisi (kg/min)	Ort. dan sapma (±%)		
Üre gübresi										
4/4	20,26	1,76		-0,86	20,61	2,55		-1,57		
2/4	20,17	1,11		-1,30	20,78	5,52		-0,75		
1/4	20,34	4,25	20,44	-0,46	21,45	4,23	20,94	+2,44	41,37	49,39/50,61
1/10	20,97	3,59		+2,62	20,91	0,28		-0,13		
NPK kompoze gübre										
4/4	22,85	3,96		-0,34	24,44	1,23		+1,41		
2/4	22,86	4,72		-0,30	24,57	2,16		+1,95		
1/4	22,94	2,50	22,93	+0,05	23,96	1,83	24,10	-0,58	47,03	48,75/51,25
1/10	23,06	3,06		+0,58	23,43	2,47		-2,78		



**Şekil 10. 2,2 konumundaki kapak açıklığında (69,8 kg/min gübre akış miktarı) üre gübresi dağılım düzgünlüğü**



**Şekil 11. 2,2 konumundaki kapak açıklığında (71,6 kg/min gübre akış miktarı) NPK gübresi dağılım düzgünlüğü**

**Çizelge 5. Gübre dağıtma makinasının üre ve NPK için uygun iş genişlikleri ve gübre normu (kg/da) değerleri (Fırlatma diskinin yerden yüksekliği 85 cm' dir.)**

Gübre Cinsi	İş Genişliği	Gübre Dağılım Düzgünlüğü		Kapak açıklığı (pozisyon)	İlerleme Hızı (km/h)				
		V.K (%)	sol/sağ (%)		4	6	8	10	12
Üre	16,50	12,31	49,60 / 50,40	0,9	4,06	2,72	2,04	1,63	1,36
				2,2	41,84	27,89	20,92	16,73	13,95
				2,6	66,50	44,32	33,25	26,60	22,16
NPK	23,53	9,29	48,61 / 51,39	0,9	2,62	1,75	1,31	1,00	0,87
				2,2	28,44	18,96	14,22	11,37	9,48
				2,6	45,95	30,64	22,98	18,38	15,32

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Diskli gübre dağıtma makinalarında, gübre deposunun tabanındaki deliklerden gübre, fırlatma diskinin gübre besleme noktası olarak anılan paletsiz kısmına dökülür. Fırlatma diski dönerken, düşen gübreyi belli bir alana yayarak, fırlatma paletlerine iletir. Gübrenin paletsiz disk üzerindeki yörüngesinin şekli, büyük ölçüde besleme yarıçapına bağlıdır. Besleme yarıçapı büyüdükçe, aksiyon süresi kısalarak, gübre diski daha erken terkeder. Aksiyon noktasındaki gübre, fırlatma paletinin santrifüj etkisiyle radyal hız kazanarak fırlatma noktasına gelir. Buradan, gübre taneciği, radyal hızın ve diskin çevre hızının bileşkesi doğrultusunda fırlatılarak, havada balistik kuralların etkisinde hareket ederek toprağa düşer. Gübrenin havada uçuş yörüngesini belirleyen en önemli etmenler, rüzgar hızı, dane iriliği, diskin yerden yüksekliği, diskin meyil açısı, besleme noktası yarıçapı ve konumu, fırlatma paleti şekli, uzunluğu ve palet açısıdır.

Diskli gübre dağıtma makinalarında, enine ve boyuna gübre dağılım düzgünlüğünün, gübre cinsinden ve aynı gübrenin iklim koşullarına bağlı olarak değişen nem içeriğinden etkilenmeden sabit tutulabilmesi önemlidir. Bunun için, makinanın gübre atma organlarının, depoya doldurulan gübreyi örseleyerek, granülometrik özelliğini bozmaması, tozlaştırmaması ve ısı etkisiyle kekleştirmemesi gerekmektedir. Bu hedefleri yakalayabilmek için, diskli gübre dağıtma makinaları, bir seri ayar olanakları ile donatılmıştır.

Ülkemizde imal edilen diskli gübre dağıtma makinalarının genelinde, gübre çıkış kapağı açıklığı ayarı dışındaki tek ayar olanağı, fırlatma paletlerinin konum açılarının ayarlanabilir olmasıdır. Makinanın kullanma kılavuzunda, deneme anındaki iklim koşullarındaki gübre için, iş genişliği ve enine gübre dağılım düzgünlüğü değerleri verilmektedir. Çiftçi, gübre cinsini ve gübre nemi durumunu dikkate almadan, fabrikadan çıktığı andaki palet konum açılarındaki makinaı kullanmaktadır. Ülkemizde imal edilen diskli gübre dağıtma makinalarının geneli, döner parmaklı gübre yedirici ile donatıldığından, gübreyi mekanik etkiyle aşırı derecede örselemekte, tozlaştırmakta ve kekleştirmektedir. Sonuçta, granülometrik yapısı bozulan gübrenin aerodinamik

özellikleri değiştiğinden, makinanın enine/boyuna gübre dağılım düzgünlüğü stabilliğini kaybetmektedir. Deneme materyali GASPARDO-Zeno 18 çift diskli gübre dağıtma makinası hakkında aşağıdaki sonuçları vermek mümkündür:

- GASPARDO çift diskli gübre dağıtma makinasının kullanma kılavuzunda verilen gübre akış değerleri ile, deneyde bulunan değerler arasında bir fark oluşmaktadır. Uygulama sırasında, gübre özelliklerinin ülkeden ülkeye ve iklim koşullarına göre değişebileceği dikkate alınarak, kullanma kılavuzunda verilen gübre akış değerleri temkinli kullanılmalıdır.
- Gübre deposunun doluluk oranının gübre akış debisine etkisi önemli bulunmamıştır. Sarsıntılı çanaklı gübre yedirici düzen, gübreyi örselemeden, tekdüze bir akış debisinde gübre akış deliklerine iletmektedir. EN 13739-1/2 Norm'unda izin verilen akış debisinden maksimum sapma % 7,5 iken, denemelerde bulunan değer, üre'de % 2,62-2,44; NPK gübresinde % 0,58-2,78 değerlerinde seyretmiştir(Schauer, 2003).
- Sarsıntılı çanaklı gübre yedirici düzeni üre ve NPK gübresinin granülometrik özelliklerinde çok az bir değişim yapmaktadır.
- Fırlatma diskinin yerden yüksekliği 85 cm iken, üre gübresinde, 16,5 m iş genişliğinde, enine gübre dağılım düzgünlüğü (VK=% 12,31) kabul edilebilir düzeydedir. NPK gübresi için, uygun iş genişliği 23,43 m ve bu iş genişliğinde enine gübre dağılım düzgünlüğü (VK= % 9,29) iyi kalitededir.
- Makinanın gübre normu ayar düzeneği, gübre normunu hassas bir düzeyde ayarlayabilecek yapıdadır.

Enine gübre dağılım düzgünlüğü, fırlatma paletinin konum açısını değiştirmeye gerek kalmadan, gübre akış penceresinin konumunun değiştirilmesiyle kolayca ayarlanabilmektedir. Gübre akış penceresinin konumunu değiştirerek, fırlatma diskine gübrenin aktığı noktanın otomatik düzeltme ayarıyla kolayca değiştirilebilmesi, tek palet konum açısında çalışmayı olanaklı kılmıştır. Bu özellik, makinanın kullanma kolaylığını arttırmaktadır. Gerçekten, Önal(1990), ortaya koyduğu prototipte, gübre deposunu çevirerek, gübre besleme noktasının konumunu değiştirerek, gübre çeşidine ve gübre nemi içeriğine bağımlılığı ortadan kaldırmayı amaçlamıştır.



**LİTERATÜR LİSTESİ**

- Anonim, 1999. Tarımsal Mekanizasyon Araçları Deney İlke ve Metodları. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, 246 s., Ankara.
- Anonim, 2005. Gaspardo Seminatrice S.p.A. Zeno Fertilizer Spreader. Use and Maintenance. <http://www.gaspardo.it>
- Anonim, 2007 a. <http://www.tugem.gov.tr>
- Anonim, 2007 b. <http://www.tuik.gov.tr>
- Bernacki, H. Et al., 1972. Agricultural Machines Theory and Construction. Vol1, 576 .
- Bilanski, W.,K., Collins, S.,H., Chu, P., 1962. Aerodynamic properties of seed grains. Agricultural Engineering 43. (4), 216-219.
- Bohnet, M.,1964. Experimentelle und theoretische Untersuchungen in Pneumatischen Förderleitungen. VDI-Forschungsheft 507 (1964).
- Collier, J.,A., 1972. Aerodynamic properties of agricultural granules and seed grains determined by elutriation. Unpublished thesis, University of Geogia.
- Cunningham, F., M., 1963. Performance characteristics of bulk distributors for granular fertilizers. Transactions of the ASAE 6: (2) 108-114.
- Cunningham, F.,M., Chao, E.,y.,S.,1965. Design relationships for centrifugal fertilizer distributors. Asae paper 65, 60s.
- Davis J.,B., Rice, C.,E., 1973. Distribution of granular fertilizer and Wheat seed by centrifugal Distributors. ASAE Paper no. 73-140. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan 49085.
- Dobler, K.,Flatov, J.,1968. Berechnung der Wurfvorgaenge beim Schleuder düngerstruer. Grundl. Der Landtechnik.Bd. 18, Nr. 129-164
- Erol, M., A., 1977. Diskli Gübre Dağıtma Makinaları ile Çeşitli Tohumların Ekilebilme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü.Z.F. Ziraat Makineleri Bölümü, Ankara.
- Erol, M.,A., Özmerzi, A., 1977. Tek Diskli Gübre Dağıtma Makinelerinde İş Genişliğinin Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi. A.Ü.Z.F. Yayınları,No: 656,Ankara.
- Glover, J.,W., Baired, J.,W., 1970. The Performance of spinner type fertilizer spreaders. ASAE paper 70-655.
- Hollmann, W.,1962. Untersuchungen über die Düngerverteilung von Schleuderstreuern. Berlin Technische Universitaet, Dr.-agr.Diss.
- Inns, F.M., Reece, A.R., 1962. The Theory of the Centrifugal Distributor II: Motion on the disc, off-centre feed. Journal of Agricultural Engineering Research 7:345-353.
- Kanafojski, C., 1972. Dünge-, Sae-, und Pflanzmaschinen. VEB Verlag Technik, Berlin.
- Kesten, E., 1970. Ein Beitrag zur Ermittlung des bewegungsverlaufes von Haufwerken auf Schleuderscheiben von Mineraldüngerstreuern. Dissertation, Institut für Landtechnik der Technische Universitaet Berlin.
- Mennel, R.,M., Reece, A.,R., 1963. The Theory of the centrifugal distributer (part III: particle trajectories). Journal of agricultural Engineering Research 8: 78-84.
- Önal, İ., 1990. Çok Amaçlı Santrifüj Gübre Dağıtma Organı prototipi. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı. S.246-256, Adana.
- Önal, İ., 2006. Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları (Ders Kitabı). III. Basım. Ege Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayın no: 490.
- Özmerzi, A., 1974. Ülkemizde İmal Edilen Bazı Diskli Gübre Dağıtma Makineleri Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü.Z.F. yayınları,788, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 468, Ankara.
- Patterson, D.,e., Reece, A.,R., 1962. The Theory of the centrifugal distributor (part I: motion on the disc, Near-centre feed). Journal of Agricultural Engineering Research 7: 232-240.
- Patterson, D.E.,1962. Collecting broadcast fertilizer in field testing. Journal of Agricultural Engineering Research 7: 291-294.
- Patterson, D.,E., 1964 a. Collecting broadcast fertilizer during indoor tests. Journal of Agricultural Engineering Research 9. 71-74
- Patterson, D.,E., 1964 b. The Effect of slope on the transverse distribution pattern of fertilizer broadcasters. Journal of Agricultural Engineering Research 9, (2),169-173.
- Papatheodossiou, T., 1970. Optimierung der Korn- und Granulatverteilung. KTBL- Berichte über Landtechnik 138. Hellmut-Neureuter-Verlag, Wolfratshausen.
- Rausch, W., 1958. Untersuchungen über die Luftwiederstaende von körnigen und staubförmigen güttern im Luftstrom. Ingenieur-Archiv (1958) 5.
- Reed, W.,B., Wacker, E.,1970. Determining Distribution Pattern of Dry-Fertilizer Applicators. Trans. Of the ASAE 13: (1), 85-89.
- Reints, R.,E., 1967. Trajectories of seeds and granular fertilizers. Trans. Of the ASAE 10: 213-216.
- Rutland, D., W., 1986. Manual for Determining Physical Properties of Fertilizer. 91 p. Reference Manual IFDC-R-6, International Fertilizer Development Center. P.O.Box 2040, Alabama, USA,35662.
- Schaffer, G.,Ü., Harris, W.,L., Hummel, J.,W., 1973. Controlling yhe Distribution pattern of a centrifugal fertilizer spreader through precise spinner loading. ASAE paper 73-139. American Society of Agricultural Engineer, St.Joseph, Michigan 49085.
- Schauer, A., 2003. Europäische Norm für Mineraldüngerstreuer. 58 Landtechnik 2/2003,s.102-103.
- Southwell, P.,H., Samuel, J., 1968. The Influence of atmospheric humidity on fertilizer metering by full-width machines. ASAE paper no. 68-604. Chicago, Illionis.