



Çiftlik Gübresi Dağıtma Makinasının Farklı İlerleme Hızlarındaki Bazı İşletme Özellikleri

Halil ÜNAL^{1*}, Hasan KURALOĞLU¹, Meral FIRAT¹, Duygu KAHYA¹,
Kübra ÖZALP¹, Elif YANIK¹

¹Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa.
*e-posta: hunal@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.0.2016; Kabul Tarihi: 13.05.2016

Öz: Hayvancılık işletmelerinin bir yan ürünü olan çiftlik gübresi, en az besin kaybı ile değerlendirilmelidir. Elle gübre dağıtma işleminde gübrenin besin değerinin zamanla azalması, dağılımın düzgün olmaması ve insan sağlığı açısından görülen olumsuzluklar bu işlemin makine ile yapılmasının daha uygun olacağını ortaya çıkarmıştır. Son 10 yılda Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından sağlanan tarım makineleri desteklemeleri içerisinde katı çiftlik gübresi dağıtıcılarına da yer verilmesi, ülkemizde çok sayıda ve değişik tiplerde yerli makinelerin imal edilmesine öncülük etmiştir. Bu süreç, yerli makinelerin uygun çalışma hızlarındaki istenilen gübreleme debileri, gübreleme kapasiteleri, iş başarıları, dağıtım düzgünlükleri vb. yönlerden ayarlamalarının yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada traktörle çekilir tip 5 ton kapasiteli arkadan dağıtılmalı dikey tamburlu tip yerli yapımı bir çiftlik gübresi dağıtma makinası kullanılmıştır. Yapılan tarla çalışmalarında makinanın üç farklı ilerleme hızındaki (2, 4 ve 6 km/h) çalışma zamanları, efektif iş başarıları, gübreleme kapasiteleri (ton/ha ve ton/h), patinaj oranları, gübre dağılım düzgünlükleri gibi parametreler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, makinanın 4 km/h ilerleme hızında efektif çalışma zamanı, efektif iş başarıları, birim alandaki gübreleme kapasitesi ve birim zamandaki gübreleme kapasitesi sırasıyla 0.32 h/ha, 3.10 ha/h, 58.5 ton/ha ve 181.4 ton/h bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çiftlik gübresi, gübre dağıtma makinası, efektif iş başarıları, patinaj oranı, gübreleme kapasitesi, gübre dağılım düzgünlüğü.

Some Operation Characteristics of Farmyard Manure Spreaders at Different Ground Speeds

Abstract: Farmyard manure, which is a by-product of animal breeding, should be evaluated by the minimum nutrient losses. In spreading manure by hand, the decrease of nutritional value of manure over time, the irregularity of the spreading and the problems in terms of human health revealed that it would be more appropriate to conduct this process with machine. The fact that solid manure spreaders have been included in support for agricultural machines provided by Ministry of Food, Agriculture and Livestock over the past decade has led to the manufacture of the local machines in large numbers

and various types in our country. This process requires the calibration of domestic machines in terms of manuring flowrate, spreading capacities, operation achievements, spreading regularity and so on desired in appropriate operating speeds. In this study, a domestic manufactured, tractor pulled type, rear spreading and vertical drum type manure spreading machine with a capacity of 5 ton was used. In the field studies carried out, parameters at three ground speeds (2, 4 and 6 km/h) of the machine were determined such as the operating time, effective operating capacities, manuring capacities (tons/ha and tons/h), spinning rates and manure spreading regularities. According to the obtained results, the effective operating time at 4 km/h ground speed, the effective operating capacities, the manuring capacity per unit area and the manuring capacity per unit of time were observed as 0.32 h/ha, 3.10 ha/h, 58.5 tons/ha and 181.4 tons/h, respectively.

Key Words: Livestock manure, manure spreaders, effective operating capacity, wheel-spinning rate , manuring capacity, manure distribution regularity.

Giriş

Çiftlik gübresinin; toprağa iyi bir fiziksel özellik kazandırarak suyun sızma oranını ve toprağın su tutma kapasitesini artırma özelliği vardır. Çiftlik gübresinin ahırdan alınıp tarlaya taşınması ve dağıtılması zor işlemlerdir. Bu işlerin insan iş gücü ile yapılması zaman, maliyet ve iş gücü açısından ekonomik olmayıp insan sağlığı açısından da uygun değildir. Gübreyi atık ürün olarak uygulamak, yeraltı ve yüzeysel su kirliliği oluşumunu arttırmaktadır. Aşırı gübre uygulaması hava kirliliğine, toprak ve sudaki besin maddelerinde aşırı yüklenmeye ve toprak mikrobiyolojisine olumsuz etkiye neden olmaktadır. Diğer taraftan gübre uygulamak için en uygun zaman ekim öncesi ya da ilkbahardır. Sonbaharda da gübre uygulanabilmekte ancak, zeminin çıplak olması nedeniyle gübrelerin besin değerleri kış boyunca yavaş yavaş kaybolmaktadır. Gübre uygulanırken yıllık yağış oranları da dikkate alınmalıdır. Yüksek yağış akış yüzeyini artırabilir, düşük yağış üst toprakta aşırı besin yüklenmesine neden olabilmektedir (Bary ve ark., 2000).

Çiftlik gübresi hayvancılık işletmelerinin bir yan ürünüdür ve bu yan ürünün en az besin kaybı ile değerlendirilmesi gerekmektedir. Çiftlik gübresinin elle dağıtımında besin maddeleri kaybolduğu gibi arazide düzgün bir dağılım da elde edilememektedir. Çiftlik gübresi dağıtma makineleri, hareketini ya tekerlekten ya da traktörün kuyruk milinden almaktadır. Kuyruk milinden alınan hareket mafsallı shaft, düz dişli, zincir veya “V” kayışı ile diğer organlara aktarılmaktadır. Hareket, bir hidrolik motorla da sağlanabilmektedir. Hareketini tekerlekten alanlarda birim alana dağıtılan gübre miktarı, konveyör besleme düzeninin hız ayarına ve gübre doluluğuna bağlıdır. Hareketini kuyruk milinden alan tiplerde ise gübre normunu bu faktörlerin yanı sıra traktörün ilerleme hızı da etkilemektedir. Kuyruk mili devri sabit olduğundan besleme düzeninin hızı ve gübre doluluğu arttırıldığında birim alana dağıtılan gübre miktarı da artmaktadır. Buna karşın traktör ilerleme hızı arttıkça birim alana dağıtılan gübre miktarı azalmaktadır. Dağıtıcı tamburların konumu ise iş genişliğini etkilemektedir. Yatay tamburlu tiplerde dağıtıcı tambur genişliğince bir iş genişliği elde edilebilirken, dikey tamburlu tiplerde bu değer daha fazla olmaktadır (Kasap, 1994; MEGEP, 2004 ve 2006).

Çiftlik gübresi dağıtıcıları genellikle tek akslı römork yapısında olup, esas olarak bir şasiye, hareketli bir tabana ve arkada gübreyi atan dairesel bir dağıtıcıya sahiptirler. Dağıtıcıya güç, traktörden verilmektedir. Toplam yükleri 15 tona ulaşabilmekte ve dağıtılan gübre miktarı 0.8-2.5 ton/dak arasında olabilmektedir. Dağıtıcının iş genişliği fazla ise

teorik olarak tarladaki teker geçiş sayısı da azalır, makinenin boşalması da belirli bir norm için daha kısa zamanda gerçekleşir. Hektara veya dekara atılacak belirli miktardaki ahır gübresi, tarlada birden fazla geçişte de sağlanabilmektedir. Bu durumlarda dağıtmanın sürekliliğini sağlamak için önceki teker izlerinden geçmek gerekir. Dağıtma makinelerinin kapasitelerinin artırılması durumunda daha güçlü traktör ve çekicilere gerek duyulmaktadır. Bu durumlarda teker sıkıştırması ile toprağın bozulma risklerine daha çok dikkat etmek gerekmektedir (Augustin ve ark., 2009).

Ürün verimliliğini en üst düzeye çıkarmak ve olumsuz çevresel etkileri en aza indirmek için, gübre uygulamalarında toprağın bitki besin gereksinimini karşılamak önemlidir. Gübreleme kalibrasyonunun amacı birim alan başına gübre miktarının, ağırlık olarak belirlenmesidir (Marsh ve ark., 2009). Gübre dağıtma makinalarının kalibrasyonu genel olarak 3 şekilde yapılır. Bunlar; branda metodu, iş genişliği ve uzaklığı metodu ve alan başına yüklemeler metodudur. *Branda metodu*, ölçüleri bilinen branda üzerinde gübrenin dağıtılması ve brandanın tartılması ile bulunur. *İş genişliği ve uzaklığı metodu*, gübre dağıtım genişliği ve römorkun boşalana kadar ne kadar uzağa gittiği esas alınarak hesaplanır. *Alan başına yüklemeler metodu*, tüm araziye uygulanan gübrenin yükleme adedini saptadıktan sonra arazi alanına bölünerek hesaplanır (Davis ve Meyer, 1999).

Elle gübre dağıtma işleminde gübrenin besin değerinin zamanla azalması, dağılımın düzgün olmaması ve insan sağlığı açısından görülen olumsuzluklar bu işlemin makine ile yapılmasının daha uygun olacağını ortaya çıkarmıştır. Diğer taraftan son yıllarda Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı makina desteklemeleri, ülkemizde çok sayıda çiftlik gübresi dağıtma makinasının imal edilmesine de öncülük etmiştir. Ancak imal edilen makinaların dağıtım düzgünlüğü, gübreleme kapasitesi ve çalışma hızları yönünden gerekli ayarlamalarının yapılması oldukça önem arz etmektedir. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencilerine “Tasarım Proje” dersi kapsamında verilen bu çalışma ile yerli üretim bir çiftlik gübresi dağıtma makinasının farklı ilerleme hızlarındaki çalışma kapasitelerinin (temel çalışma zamanları, patinaj ölçümleri, efektif iş başarısı, birim alana atılan gübre miktarı, dağıtım düzgünlüğü gibi) belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme Alanı

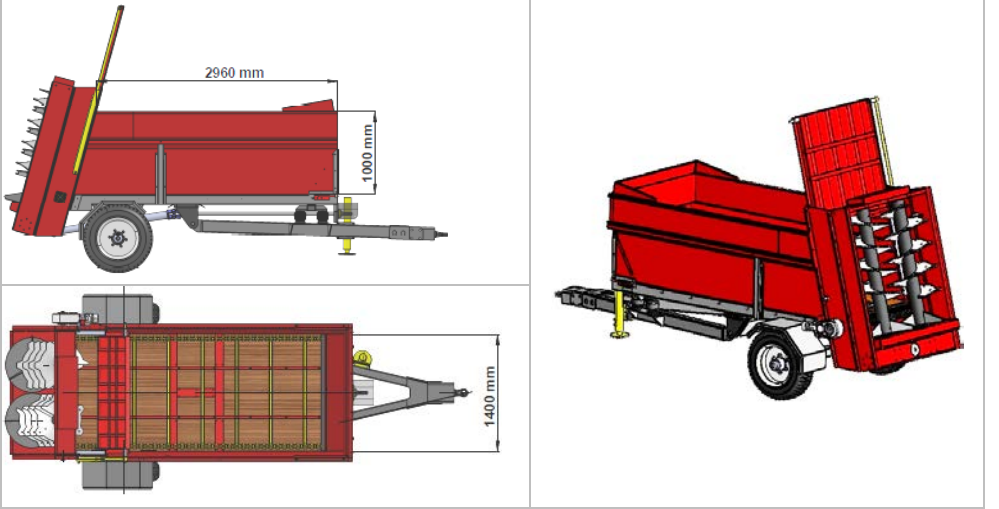
Çiftlik gübresi dağıtma makinası tarla deneyleri için Bursa ili Karacabey ilçesindeki bir mera alanı seçilmiştir. Deneme alanı olarak seçilen arazinin büyüklüğü 15 da’dır. Arazide deney başlangıcı ve devamında ortalama rüzgâr hızı, ortam sıcaklığı, deniz seviyesinden yükseklik ve atmosfer basıncı değerleri ölçülmüştür.

Hayvan Gübresi

Araştırmada kullanılan hayvan gübresi, aynı ilçedeki özel bir süt sığırcılığı işletmesinden temin edilmiştir. Çiftlik gübresi separatörden geçirilmiş, yaklaşık 6 ay bekletilmiş ve katı formda olan bir materyaldir. Deneylerden önce, dağıtıcı römorkun içindeki katı gübreden farklı noktalardan üç örnek (1’er kg) alınmış ve laboratuvarında hacim ağırlığı ve kuru madde tayini yapılmıştır.

Çiftlik Gübresi Dağıtma Makinesi

Deneyleerde kullanılan gübre dağıtma makinası, 5 ton kapasiteli, traktörle çekilen, tek dingilli, iki lastik tekerlekli, sac kasalı, gübre iletimi için kasa tabanında zincir dişli konveyörü ve arkasında dikey durumda iki adet helezon kanatlı gübre parçalayıcı tambur dağıtıcı ünitesi bulunan, konveyör çıkışında ise gübre akışını düzenleyen dikey çalışır durumda çelikten perdesi bulunan bir makinadır (Şekil 1). Makinanın konveyör ve dikey çelik perde üniteleri hareketlerini hidrolik düzen vasıtasıyla sırasıyla hidromotor ve hidrolik silindirlere almaktadır. Gübre dağıtıcı ve parçalayıcı ünite ise hareketini traktör kuyruk milinden almaktadır. Gübre konveyörü gübre kasası arkasında bulunan bir çift dişli ile hareket ettirilmektedir. Dişliler üzerindeki halka zincirler ve zincirler arasında bağlı bulunan profil çubuklar, birlikte dönmektedir. Gübre dağıtıcısının arkasında dikey konumda, ancak kasaya doğru 15° eğimli konumda iki adet dikey helezon kanatlı tamburlu dağıtıcı bulunmaktadır. Helezonlar dönüş hareketini dişli kutusundan almaktadır ve çiftlik gübresini orta kısımdan dışarı atabilecek şekilde birbirine ters yönde dönmektedir. Makinenin toplam uzunluğu 5300 mm, genişliği 2200 mm ve yüksekliği 2400 mm'dir. Makinanın çalıştırılmasında New Holland marka TD 85D model traktör kullanılmıştır.



Şekil 1. Katı çiftlik gübresi dağıtma makinasının kasa ölçüleri ve genel görünüşü

Makina, traktör ve deneme alanı için bazı işletme değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çiftlik gübresi dağıtma makinesi, traktör ve deneme alanı için bazı işletme değerleri

Parametre	Ölçülen Değeri
Parsel boyutu (uzunluk x genişlik)	150x100
Kasa hacmi	5 m ³
Gübre besleme konveyörü genişliği	1.4 m
Gübre besleme konveyörü hızı	4.06 ±0.06 m/dak
Ortalama gübre dağıtım genişliği	10 m
Besleme düzeni hızı	7 dev/dak
Makine ilerleme hızı	2, 4 ve 6 km/h
Gübre boşaltma perdesi açıklığı	Tam açık
Kuyruk mili devri	540 dev/dak
Vites kademeleri	
2 km/h	1. Vites Takviye 1
4 km/h	1. Vites Takviye 3
6 km/h	1. Vites Takviye 4

Gübrenin Tarla Uygulamaları

Çiftlik gübresinin deneme alanına dağıtılmasında iki temel yöntem kullanılmıştır. Bunlar, branda yöntemi ile iş genişliği ve uzaklığı yöntemidir (Anonim, 2004). Branda yönteminde; eni 12 m, boyu 4 m olacak şekilde 12 adet naylon brandalar hazırlanmış ve ağırlıkları tartılarak numaralandırılmıştır. Gübreleme kapasitesi ölçümleri için her çalışma hızında deneme alanına üçer adet branda, gübre dağılım düzgünlüğü için ise bir adet branda serilmiştir. Brandalar arasında branda uzunluğu kadar boşluk bırakılmıştır. Brandaların rüzgâr etkisiyle uçmaması için köşelerinden tahta kamalarla yere sabitlenmiş ve orta kısımlarına ağırlıklar yerleştirilmiştir. Deney sonunda gübreleme kapasitesi için serilen brandalar ayrı ayrı bütünsel olarak toplanmıştır. Dağılım düzgünlüğü için serilen brandalar ise 5 eşit parçaya bölünerek kesilmiş ve ayrı ayrı toplanarak tartılmıştır. Gübre dağıtma makinasının her ilerleme hızı için deney başlangıcı ve sonrasındaki ağırlıkları tartılarak net gübre miktarları bulunmuştur. Şekil 2’de deneme alanının boyut ölçümü ve branda yöntemindeki gübre uygulaması gösterilmiştir.



Şekil 2. Arazideki deney ortamının hazırlanması ve branda yönteminin uygulanışı

Yapılan çalışmanın bir bakıma sağlaması olması amacıyla, iş genişliği ve uzaklığı yöntemiyle de makinanın gübreleme kapasite ölçümleri yapılmıştır. Bunun için dağıtıcının iş genişliği ve gübrenin belirli bir miktarını yaymak için gereken uzaklık ölçülmüştür. İş genişliği ve uzaklığı yöntemi, arazi boyunca tekdüze bir dağıtım deseni oluşturulmasına olanak sağlayan ve örtme payından kaynaklanan gerekli gübre miktarını bulmakta yardımcı olmaktadır. Makina ile belirlenen parsel uzunluğunda her hız kademesi için üçer defa gübre dağıtılmış ve ardından makinanın ağırlığı tartılmıştır.

Çalışma Zamanları Ölçümleri

Tarımın dinamik yapısı, üretim sürecine giren tüm girdilerin en verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak bir planlamayı zorunlu kılmaktadır. Tarımsal işlemlerde verimlilik ise, uygulamaların ayrı ayrı ve en iyi şekilde yapılmasıyla değil, üretim girdilerinin etkin ve akılcı kullanımını sağlayacak iyi bir planlama ve organizasyon ile arttırılmalıdır. Bu nedenle gerekli zaman etütleri yapılmalıdır.

Katı çiftlik gübresi dağıtma makinasının tarla deneyleri sırasındaki iş aşamaları aşağıdaki işlemlerle belirlenmiştir (Kasap ve Erdem, 1994; Ünal, 1994).

Makinanın efektif çalışma zamanı; esas zaman, yardımcı zaman ve kayıp zamanların toplamından oluşmaktadır ve aşağıda verilen Eşitlik (1)'e göre hesaplanmıştır:

$$EÇZ = EZ + YZ + KZ \quad (1)$$

EÇZ: Efektif çalışma zamanı (h/ha), *EZ*: Esas zaman (h/ha), *YZ*: Yardımcı zaman (h/ha), *KZ*: Kayıp zaman (h/ha).

İş başarılarının hesaplanmasında efektif çalışma zamanları dikkate alınmıştır. Zaman ölçümlerinde 1/100 dakika duyarlı dijital bir kronometreden yararlanılmıştır. Her ilerleme hızı için parsel boyunu kat etme süresi ve bir dönüşte geçen süreler belirlenmiştir.

İlerleme Hızı Ölçümleri

Hızın belirlenmesi için makinanın belirli bir uzaklığı kat etme süresi ölçülmüş ve aşağıdaki Eşitlik (2)'ye göre hesaplanmıştır. Makine için 2, 4 ve 6 km/h ilerleme hızları

seçilmiş ve tüm denemeler bu hızlara uyacak şekilde yapılmıştır. Traktörün istenilen ilerleme hızına ait vites kademeleri Çizelge 1’de verilmiştir.

$$V = 3.6 \cdot L/t \quad (2)$$

V : Makinanın ilerleme hızı (m/s), L : Makinanın kat ettiği mesafe (m) ve t : makinanın belirli uzaklığı kat ettiği süre (s).

Besleme düzeninin (gübre konveyörünün) hızı da, iki sürükleyici lama arasındaki uzaklığı kat etme zamanı ölçülerek belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerde konveyörün hızı ortalama 4.06 m/dak bulunmuştur.

Patinaj Oranı

Belirli bir uzaklığın kat edilmesi sırasında, traktör arka tekerleğinin kaç devir yaptığı, tekerleğe bir çizgi çekilerek sayılmıştır. Bu uzaklıkta kaç devir yaptığı sayılmış ve tekerlek çapı esas alınarak patinajın olmadığı koşulda alınan yol hesaplanmıştır. Ayrıca başlangıç ve sonu arasındaki mesafe şerit metre ile ölçülerek kat edilen patinajlı yol belirlenmiştir. Bulunan değerler yardımıyla patinaj oranı Eşitlik (3)’e göre bulunmuştur (Kasap, 1994).

$$PO = \frac{L_p - L_{pz}}{L_p} 100 \quad (3)$$

PO : Patinaj oranı (%), L_p : Kat edilen patinajlı mesafe (m), L_{pz} : Patinaj yokken kat edilen mesafe (m).

Zaman Gereksinimi ve İş Başarısının Hesaplanması

Ortalama olarak standart parsel değeri alınmış (1 ha) ve iş başarısının hesaplanması için Eşitlik (4) ve (5)’teki esas zaman ve yardımcı zaman temel hesaplamaları öncelikli olarak yapılmıştır:

$$E = n \cdot t_E / 3600 \quad (4)$$

$$YD = n \cdot t_{YD} / 3600 \quad (5)$$

E : Esas zaman (h/ha), YD : Yardımcı zaman (dönme zamanı) (h/ha), t_E : Bir sırayı gidiş süresi (s), t_{YD} : Bir dönem için geçen süre (s), n : Sıra veya dönme sayısı.

t_E , 150 m uzunluktaki bir sıra için, n ise 66.67 m genişliğindeki parsel için bulunan değerdir. Denemeler sırasında yardımcı zaman, dönme zamanına eşit olarak alınmıştır.

Gübre dağıtma makinasının efektif iş başarısının hesaplanmasında sırasıyla Eşitlik (6) da verilen temel zaman, Eşitlik (7) de verilen kaçınılmaz zaman ve hesaplanan bu iki zamanın toplamı olan Eşitlik (8) deki efektif çalışma zamanı hesaplanmıştır. Sonuçta efektif iş başarısı Eşitlik (9)’a göre belirlenmiştir:

$$TZ = E + YD \quad (6)$$

$$KI = \left(\frac{P}{100} \right) \cdot TZ \quad (7)$$

$$EÇZ = TZ + KI \quad (8)$$

$$F_g = 1/EÇZ \quad (9)$$

TZ: Temel zaman (h/ha), *EÇZ*: Efektif çalışma zamanı (h/ha), *KI*: Kaçınılması imkânsız kayıp zaman (h/ha), *p*: Çarpım katsayısı (Çiftlik gübresi dağıtma makinesi için 1 alınmıştır.), *F_e*: Efektif iş başarısı (ha/h).

İş başarısı Eşitlik (10) ile de hesaplanabilmektedir:

$$F_e = 0.1 \cdot B \cdot V \cdot K_e \quad (10)$$

B: Makinanın iş genişliği (m), *V*: Makinanın ilerleme hızı (km/h), *K_e*: Zamandan yararlanma katsayısı ($K_e = E / EÇZ$). Tüm tarla denemelerinde makinanın gübre dağıtım genişliği ortalama 10 m ölçülmüştür.

Makinanın birim zamanda attığı gübre miktarı, yukarıda verilen zaman eşitlikleri ve gübre miktarları ile belirlenmiş, diğer yandan aşağıda verilen Eşitlik (11) ile kontrolleri yapılmıştır (Kasap, 1994):

$$Q = 0.06 \cdot V_k \cdot h \cdot b \cdot \rho_d \quad (11)$$

Q: Makinanın birim zamanda attığı gübre miktarı (ton/h), *V_k*: Gübre besleme konveyörün hızı (m/dak), *h*: Hareketli gübre tabakası kalınlığı (m), *b*: Gübre besleme konveyörü genişliği (m), *ρ_d*: Gübrenin hacim ağırlığı (kg/m³).

Gübrenin dağıtıldığı alanda, ne kadar gübre olduğuna bakılarak birim alana düşen gübre miktarı hesaplanmıştır. Makinanın bir alana attığı gübre miktarı Eşitlik (12) ye göre hesaplanmıştır:

$$q = Q / F_e \quad (12)$$

q: Birim alana atılan gübre miktarı (ton/ha).

Araştırma Sonuçlar ve Tartışma

Gübreleme yapılan arazinin deniz seviyesinden yüksekliği dijital göstergeli bir cihazla (Oregon marka RA123 model) 28 m olarak ölçülmüştür. Arazide deney süresince ölçülen ortalama rüzgar hızı, ortam sıcaklığı ve atmosfer basıncı değerleri sırasıyla 2.5 km/h, 26°C ve 100.6 kPa'dır. Deneylerden önce alınan katı gübre örneklerinin ortalama hacim ağırlığı 532 kg/m³, kuru madde içeriği ise %28 bulunmuştur.

Katı çiftlik gübresi dağıtma makinasının tarla çalışmalarından elde edilen bazı zamanlılık ve kapasite sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, makinanın 2 km/h'teki efektif çalışma zamanı 0.63 h/ha bulunurken, bu 6 km/h hızda 0.20 h/ha elde edilmiştir. Hızın artması beraberinde patinaj sorununu getirmiştir. Buna göre 2 km/h te %0.9 olan patinaj, 4 ve 6 km/h'te sırasıyla %1.1 ve %1.5'a yükselmiştir.

Çizelge 2. Beş ton kapasiteli katı gübre dağıtma makinasının tarla denemesi sonuçları

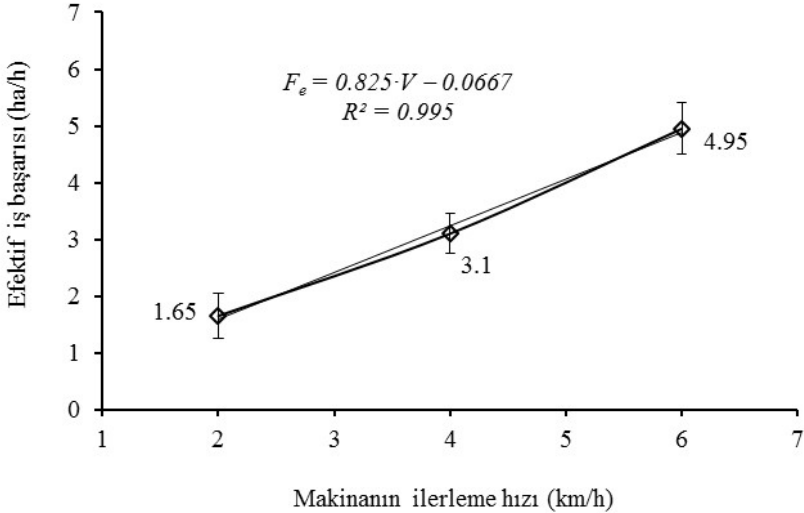
Zaman Ölçüm Sonuçları	İlerleme Hızı (km/h)		
	2	4	6
Esas zaman (h/ha)	0.57±0.010	0.28±0.08	0.17±0.06
Yardımcı (dönme) zamanının oranı (h/ha)	0.06±0.02	0.04±0.01	0.03±0.00
Temel zaman (h/ha)	0.63±0.07	0.32±0.05	0.20±0.04
Efektif çalışma zamanı (h/ha)	0.606±0.09	0.323±0.07	0.202±0.07
Efektif iş başarısı (ha/h)	1.65±0.39	3.10±0.35	4.95±0.46
Patinaj (%)	0.9±0.04	1.1±0.08	1.5±0.11
Gübrenin ortalama yayılma kalınlığı (mm)	40±2.1	25±1.5	7.5±1.0
<i>Kapasite Sonuçları</i>			
Makinanın birim alana attığı gübre miktarı (t/ha)	110.0±14.4	58.5±7.7	36.6±10.3
Makinanın birim zamanda attığı gübre miktarı (t/h)		181.4±16.3	

±: standart sapma

Çiftlik gübresi dağıtma makinasının saatlik gübreleme kapasitesi 181.4 ton bulunmuştur (Çizelge 2).

Tarla denemelerinden elde edilen sonuçlar grafik olarak da ifade edilmiş ve makinanın ilerleme hızı ile ilişkili regresyon denklemleri oluşturulmuştur.

Üç farklı ilerleme hızında yapılan deneylerde makinanın saatlik efektif iş başarısı (F_e), 1.65 ile 4.95 ha/h arasında değişmiştir (Şekil 3). İlerleme hızı ve iş başarısı arasında doğrusal bir ilişki gözlenmiş ve determinasyon katsayısının $R^2=0.995$ olması, denklemin yüksek doğrulukla kullanılabileceğini göstermiştir.

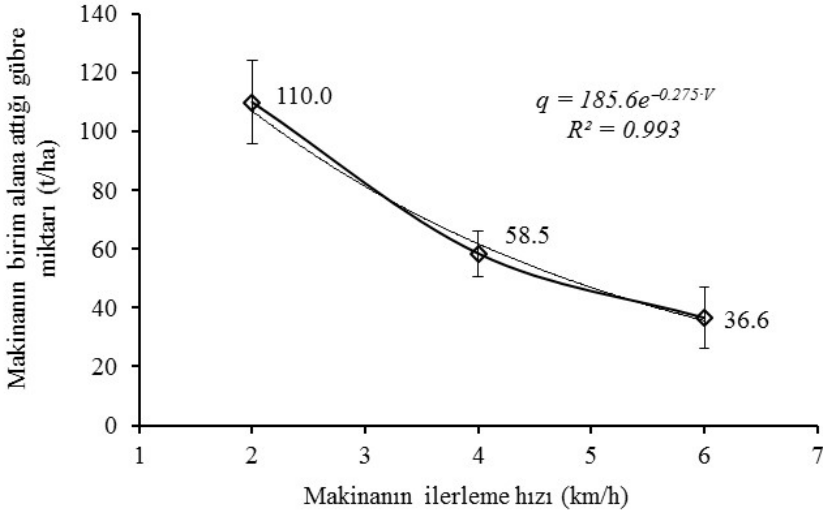


Şekil 3. Makinanın ilerleme hızına bağlı efektif iş başarısı

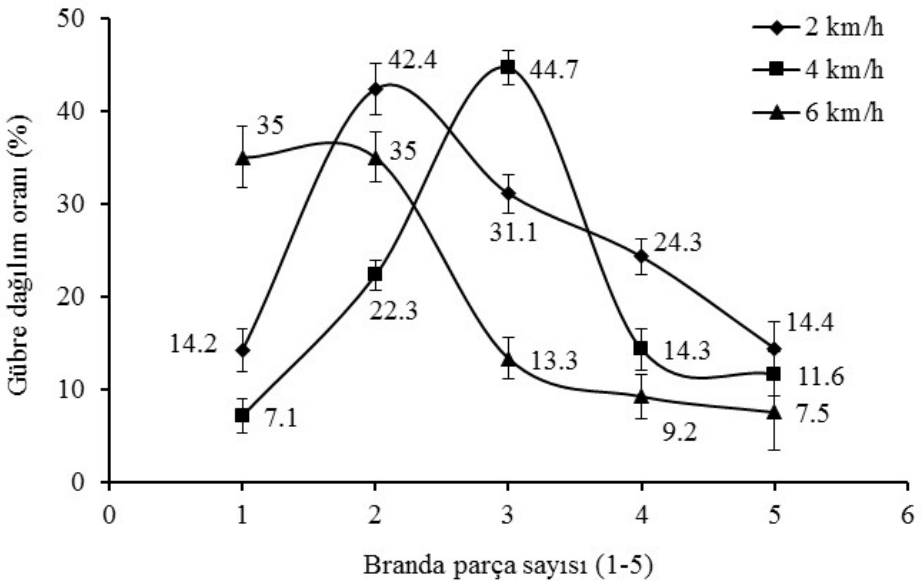
Diğer taraftan, makinanın 2 km/h ilerleme hızında hektara 110.0 ton gübre atılırken, 6 km/h’te bu değer, 36.6 t/ha’ya düşmüştür (Çizelge 2). Ancak, gübre konveyörü besleme hızı istenilen hızın çok üstünde ölçüldüğünden (ortalama 4.06 m/dak), bu hızın %70-80 oranında azaltması gerekliliği imalatçı firmaya önerilmiştir. Deneyler sırasında gübre konveyör dişlisindeki bir sorun nedeniyle konveyörün besleme hızının düşürülmesi başarılamamıştır. Yapılan kaynak araştırmalarında gübre besleme konveyör hızının yaklaşık 0.8-1.2 m/dak aralığında olması tavsiye edilmektedir (Davis ve Meyer, 1999; Augustin ve ark., 2009).

Yapılan deneylerde ilerleme hızı ile gübreleme kapasitesi arasında üstsel bir ilişki gözlenmiş ve buna göre Şekil 4’te verilen eşitlik elde edilmiştir. Determinasyon katsayısının $R^2=0.993$ bulunması, bu denklemin yine yüksek doğrulukla kullanılabileceğini göstermiştir.

Gübre dağıtıcısının farklı ilerleme hızlarındaki gübre dağılım oranları Şekil 5’te verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi, 4 km/h ilerleme hızındaki gübre dağıtımında üniform bir dağılım elde edilmiştir. Buna göre 4 km/h hızda, makinanın orta kısımlarda daha yoğun, yanlara doğru ise azalan bir yapıda dağılım vermesi bu hızın uygun bir hız olabileceğini göstermiştir. Hızın 2 km/h olduğu denemede de dağılım düzensizliği istenilen yapıda gerçekleşmiş, ancak bir tarafa yığılmanın fazla olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, makine bu hızda yoğun bir gübre kalınlığı oluşturmuştur. Hız 6 km/h’e çıkarıldığında ise, dağıtılan gübrenin %70’i “1” ve “2” nolu branda bölmelerinde yoğunlaşmış, diğer üç branda bölümünde ise yoğunluk oldukça azalmıştır. Bulunan dağılım düzensizliği sonuçları literatür sonuçları benzerlik göstermiştir (Anonim, 2010).



Şekil 4. Makinanın ilerleme hızına bağlı alan gübreleme kapasitesi



Şekil 5. Makinanın ilerleme hızına bağlı gübre dağılım düzgünlüğü

Sonuç ve Öneriler

Çiftlik gübre dağıtma makinası ile yapılan araştırmaya göre elde edilen sonuçlar ve gerekli öneriler aşağıda verilmiştir:

- Makinanın 2 km/h hızdaki efektif çalışma zamanı 0.606 h/ha bulunmuşken, bu değer 4 ve 6 km/h hızlarda sırasıyla 0.323 ve 0.202 h/ha'ya düşmüştür.
- Makina ilerleme hızının artması beraberinde patinajı artırmıştır. Patinaj 2 km/h hızda %0.9, 4 km/h hızda %1.1 ve 6 km/h hızda %1.5 bulunmuştur.
- Makinanın efektif iş başarısı 2, 4 ve 6 km/h hızlarda sırasıyla 1.65, 3.10 ve 4.95 ha/h elde edilmiştir.
- Makinanın üç farklı hızdaki birim alana atılan gübre kapasiteleri sırasıyla 110.0, 58.5 ve 36.6 ton/ha bulunmuştur.
- Makinanın saatlik gübreleme kapasitesi 181.4 ton/h elde edilmiştir.
- İnsan sağlığı, iş gücü, zaman ve maliyet açısından bakıldığında makine ile gübre dağıtma işlemi daha uygun ve ekonomik olacaktır.
- Araştırmadaki dikey dağıtıcı tamburlu çiftlik gübresi dağıtma makinesi, literatürdeki yatay dağıtıcı tamburlu makine ile karşılaştırıldığında, dikey tamburlunun dağıtma iş genişliğinin diğerine göre fazla olması neticesinde teker geçiş sayısı azaldığı için tarla uygulamalarında hem zamandan tasarruf sağlanacak hem de tarla trafiğinin azalması ile toprak sıkışıklığı önlenebilecektir.

- Deneyleer sırasında arka elik perde açıklığının ve hidrolik sistem ayarlarının çok hassas olmadığı sonucuna varılmıştır. Ekilen bitki türüne göre atılacak gübre miktarının farklılık göstermesi söz konusu olduğundan, hassasiyetin az olması homojen bir uygulama olanağı sağlamayabilecektir.
- Gübre normunu etkileyen en önemli faktörlerden biri gübre besleme konveyörünün hızıdır. Bu çalışmada besleme hızı normalin çok üzerinde bulunmuştur (4.06 m/dak).
- Birim alana atılan gübre miktarı; besleme konveyörünün hızı, gübre yükleme ykseklıği ve traktörün ilerleme hızıyla değişmektedir. Dağıtıcı tamburların evre hızı da gübreleme normunu etkileyen faktörler arasındadır. Kuyruk mili devrinin sabit olması nedeniyle, besleme konveyörünün hızı ve yükleme ykseklıği arttırıldığında birim alana atılan gübre miktarı da artmaktadır. Buna karşın traktörün hızı arttıka birim alana atılan gübre miktarı azalmaktadır.

Bu araştırmadaki makina dışında; diğer farklı dağıtıcı tipteki makinalar, farklı çeşit gübreler, farklı gübre yoğunlukları, farklı besleme konveyörü hızları, farklı gübre boşaltma perdesi açıklıkları ve farklı çalışma hızlarında yapılacak yeni çalışmalarda değişkenlerin incelenmesi büyük önem taşıyacaktır.

Teşekkür

Araştırmamızdaki iftlik gübresi dağıtma makinasını kullanımımıza sunan ve tarla deneyleri için gerekli hayvan gübresi, deney malzemeleri, ulaşım hizmetimizi sağlayan FİMAKS Makine A.ř. yönetici ve çalışanlarına teşekkür ediyoruz.

Kaynaklar

- Anonim. 2004. TS-EN-13080 Tarım Makinaları-iftlik Gübresi Dağıtıcıları-evre Koruma-Krallar ve Deney Metotları. Trk Standartları Enstits, 21 s., Ankara.
- Anonim. 2010. Calibration of manure spreaders uniformity, spread patterns and effective swath width. University of Maryland College of Agriculture and Natural Resources, Symons Hall, College Park, MD 20742. https://extension.umd.edu/sites/default/files/_images/programs/anmp/EC-1.pdf, (17.02.2015).
- Augustin C., Wiederholt R. and T. Dvorak. 2009. Manure spreader calibration. North Dakota State University Fargo, North Dakota, 58108. http://library.ndsu.edu/tools/dspace/load/?file=/repository/bitstream/handle/10365/9406/nm1418_2009.pdf?sequence=1, (04.04.2015).
- Bary. A., Cogger C. and D.M. Sullivan. 2000. Fertilizing with manure. Washington State University. <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/pnw533/pnw533.pdf>, (12.03.2015).
- Davis J.G. and R.B. Meyer. 1999. Manure Spreader Calibration. No. 0.561, Colorado State University. http://efotg.sc.gov.usda.gov/references/public/CO/COATN_92_manure_spreader_calibration.pdf, (13.02.2015).
- Kaasik. A. 2012. Chapter 16: Techniques for application of manure to land. Editor: Christine Jakobsson, Sustainable Agriculture: Ecosystem Health and Sustainable Agriculture Book 1., p. 132-135, The Baltic University Programme, Uppsala University, ISBN 978-91-86189-10-5, 505 p.

- Kasap A. ve G. Erdem. 1994. iftlik gübresi dağıtma makinesiyle alışmada iş başarisının belirlenmesi zerine bir alışma. Gazi Osmanpaşa niv., Ziraat Fak. Dergisi, 11: 71–78.
- Marsh L., Mullins G., Ambler S. and R. Heidel. 2009. Manure spreader calibration for rear-discharge equipment-handling solid and semi-solid manures and poultry litter. Virginia State University, Virginia Cooperative Extension, Publication: 442-004. https://pubs.ext.vt.edu/442/442-004/442-004_pdf.pdf (12.02.2015).
- MEGEP. 2004. Gübreleme Makinelerinin Bakımı. 525MT0238, Ankara.
- MEGEP. 2006. Motorlu Araçlar Teknoloğisi: Gübre Dağıtım Alet ve Makineleri Bakım Onarımı. MEB, Mesleki Eğitim ve Oğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 47 s., Ankara.
- nal H. 1994. Silindirik Balya Yapan Makinaların Mekanizasyon Planlamasına Yönelik İşletme zelliklerinin Saptanması. U.. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 96 s., Bursa.

