

Pnömatik Tahıl Ekim Makinalarında Farklı Tip Dağıtma Başlıkları, Hava Hızı ve Ekim Normunun Akış Düzgünlüğüne Etkisi

Fatih UYGAN İ. Ethem GÜLER

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 25240-Erzurum (fuygan@atauni.edu.tr)

Geliş Tarihi : 01.09.2004

ÖZET : Bu araştırma, pnömatik tahıl ekim makinalarında kullanılan farklı tip dağıtma başlıklarında hava hızının ve ekim normunun akış düzgünlüğüne etkisini belirlemek için yapılmıştır. Araştırmada üç farklı tip dağıtma başlığı (T, Huni ve Y biçimli), 26 m/s, 31 m/s ve 36 m/s'lik hava hızlarında denenmiştir. Deneme materyali olarak buğday, arpa ve çavdar kullanılmıştır. Denemelerde ekim normu; buğdayda 12 kg/da, 14 kg/da ve 16 kg/da, arpada 14 kg/da, 16 kg/da ve 18 kg/da, ve çavdarda 4 kg/da, 6 kg/da ve 8 kg/da olarak alınmıştır. Araştırma sonucunda, pnömatik ekim makinaları için en uygun başlık tipinin T başlık olduğu belirlenmiştir. Bu başlıkta 26 m/s hava hızında çalışmada her üç üründe de akış düzgünlüğü bakımından kabul edilebilir sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca hava hızının artmasıyla akış düzgünlüğünün bozulduğu, ekim normunun artmasıyla da akış düzgünlüğünün iyileştiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler : Pnömatik tahıl ekim makinası, dağıtma başlığı, akış düzgünlüğü

The Effects of Distributor Head Type, Air Velocity and Seeding Rate on Flow Evenness in Pneumatic Seed Drills

ABSTRACT : The study aims at determining flow evenness of air velocities and seeding rate through different type distributors used in pneumatic seed drills. In this study, three different types of distributor head (T, Funnel and Y type) were tested at air velocities of 26 m/s, 31 m/s and 36 m/s. Wheat, barley and rye were used in the experiments. The seeding rates were selected as 12 kg/da, 14 kg/da and 16 kg/da for wheat; 14 kg/da, 16 kg/da and 18 kg/da for barley; 4 kg/da, 6 kg/da and 8 kg/da for rye. In conclusion, the distributor head type giving the best results in terms of flow evenness was determined as T type for pneumatic seed drills. Acceptable results of flow evenness were obtained with this distributor head at air velocity of 26 m/s for the three cereals. In addition, an increase in air velocity affected the flow evenness in a negative way, while an increase in seeding rate affected the flow evenness in a positive way.

Keywords: Pneumatic seed drill, distributor head, flow evenness

GİRİŞ

Ülkemiz gibi sanayisi tarıma dayalı ülkelerin gelişimi, rasyonel tarımsal yöntemlerin uygulanması ile elde edilebilecek üretim artışlarıyla sağlanabilir. Tarımsal faaliyetler içerisinde üretimi artırmanın önemli faktörlerinden birisi de ekim yöntemidir. En eski ekim yöntemi olan serpmeye ekim tekniğinin, tohumları istenilen ekim derinliğine yerleştirememesinden dolayı çıkışlarda oluşan düzensizlikler, dekara atılacak tohum miktarının diğer ekim yöntemlerine göre daha fazla olması, tohumların toprakta gelişigüzel dağılımı gibi sakıncalı yönlerinden dolayı üreticiler sıraya ekim yöntemini kullanmaya başlamışlardır (Kün, 1983; Güler, 1984; Erol ve Dursun, 1998).

Üretimin artırılması, çiftçileri üretim maliyetlerini azaltmaya zorlamaktadır. Tahıl ekim makinalarında gerekli tohum miktarı hektara 0,5 ile 450 kg olacak şekilde dağıtılmalıdır. Bu yüzden büyük tarım alanlarında modern kompakt yapıdaki pnömatik tahıl ekim makinaları kullanımı zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Accord, 2002).

Pnömatik etkili tahıl ekim makinaları ilk kez 30 yıl önce Almanya'da kullanılmaya başlanmış, daha sonra diğer ülkelere yayılan bu makinalar en fazla Avustralya'da kullanım alanı bulmuştur. Bu ülkede ilk beş yıl içinde ekim makinaları içindeki pazar payı %10 iken, 10 yıl içinde bu değer %65'e yükselmiştir. Pnömatik etkili ekici düzenler gelecekte daha büyük iş kapasitesi, gübre ve tohumun kolaylıkla bir arada

atılabilmesi açısından daha da yaygınlaşarak kullanılacaktır (Salahuddin, 1981).

Pnömatik tahıl ekim makinaları, küçük tohumların ekiminde de banda ekim tekniğine yakın ekim yaptıkları için son yıllarda çok popüler olmuştur. Çapa bitkilerinin ekiminde ve granül gübre uygulamalarında da çok başarılı bulunmuştur. Pnömatik tahıl ekim makinalarının minimum toprak işlemeden sonra bile ekim performansı çok iyi olmaktadır (Salahuddin, 1981).

Mahan ve Smith (1978), yaptıkları bir araştırmada pnömatik ve mekanik etkili tahıl ekim makinalarını karşılaştırmıştır. Her iki makinada da enine dağılım düzgünlüğünün ilerleme hızı, ekim normu ve materyalin cinsine bağlı olduğu saptanmıştır. Ayrıca gübre ve tohum dağılım düzgünlüğünün mekanik makinada daha iyi olduğu gözlenmiştir (Öcal, 1998).

Pnömatik tahıl ekim makinalarının laboratuvar koşullarında farklı devirlerde ve ekim normlarında yapılan performans ölçümlerinde, ayaklar arası dağılım düzgünlüğü açısından en uygun kuyruk mili devir sayısının 350 d/min olduğu saptanmıştır. Bu devir sayısının üstünde ve altında, ayaklar arası dağılım düzgünlüğünün varyasyon katsayısı artmaktadır (Kayaşoğlu vd., 1994). Kuşkusuz bu durum fan özelliklerine bağlıdır.

Pnömatik sistemle gömücü ayaklara tohum iletiminde iletim borusundaki hava akımının hızı önemli bir etkiye sahiptir. Bir saniyede 10 gram buğdayın

devamlı bir iletimi için en az 16.8 m/s'lik bir hava hızı gerekmektedir. Daha küçük hızlarda tohum dirsekte toplanmaktadır. Diğer taraftan tohumların zedelenme tehlikesi, hava hızının daha fazla artırılmasını sınırlamaktadır (Önal, 1995).

Pnömatik dağıtma düzeninde iletim borusundaki hava hızı arttıkça tohum dağılım düzgünlüğü de artmaktadır (Erol ve Dursun, 1998).

Kumar ve Durairaj (2000), pnömatik tahıl ekim makinalarında kullanılan farklı tipte dağıtma başlıklarının performanslarını belirlemek amacıyla susam, inci darı ve sorgum ile yaptıkları bir çalışmada, susamda 79 g/min tohum besleme oranında ve 5.5 m/s hava giriş hızında %98.6; inci darıda, 6.0 m/s hava giriş hızı ve 168 g/min tohum besleme oranında %98.5; sorgum tohumu için 8 m/s ve 238 g/min hızlarında %99.4 dağılım düzgünlüğü elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına dayanarak başlık geometrisinin dağılım düzgünlüğüne olan etkisinin çok önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Kumar ve Durairaj (2000), yaptıkları bir çalışmada düşük hava hızlarında dağıtma başlıklarında tıkanmaların oluştuğunu, hava iletim hattındaki akış çizgilerinin iyileştirilmesiyle bu tıkanıklığın ortadan kaldırılabileceğini bildirmişlerdir.

MATERYAL VE METOT

Tohumlar

Denemelerde materyal olarak buğday, arpa ve çavdar kullanılmıştır. Her bir ürüne ait tohumlar denemelerden önce içinde bulunan yabancı maddelerin ve kırık tanelerin ayıklanması için tel örgülü eleklerle elenmiştir. Elemeden sonra tohumlara ait hacim ağırlığı, yığılma açısı, 1000 tane ağırlığı, tane boyutları belirlenmiştir (Tablo 1).

Dağıtma Başlıkları

Araştırmada üç farklı tipte dağıtma başlığı kullanılmıştır. Bunlar; T, Huni ve Y biçimlidir (Şekil 1). Başlıklar 1,5 mm'lik sac malzemeden imal edilmiştir. Her dağıtma başlığı dokuz çıkış hattına sahiptir. Başlık giriş borusu iç çapı 75 mm, çıkış borusu iç çapları ise 30 mm olup her başlık için sabittir.

Farklı tip dağıtma başlıklarının akış düzgünlüğünü belirleyebilmek için, pnömatik tahıl ekim makinasının dağıtma düzeneğinin benzeri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü atölyesinde imal edilmiş ve denemeler laboratuvar şartlarında yapılmıştır. Deneme ve kayıt düzeninin şematik görünüşü Şekil 2'de verilmiştir.

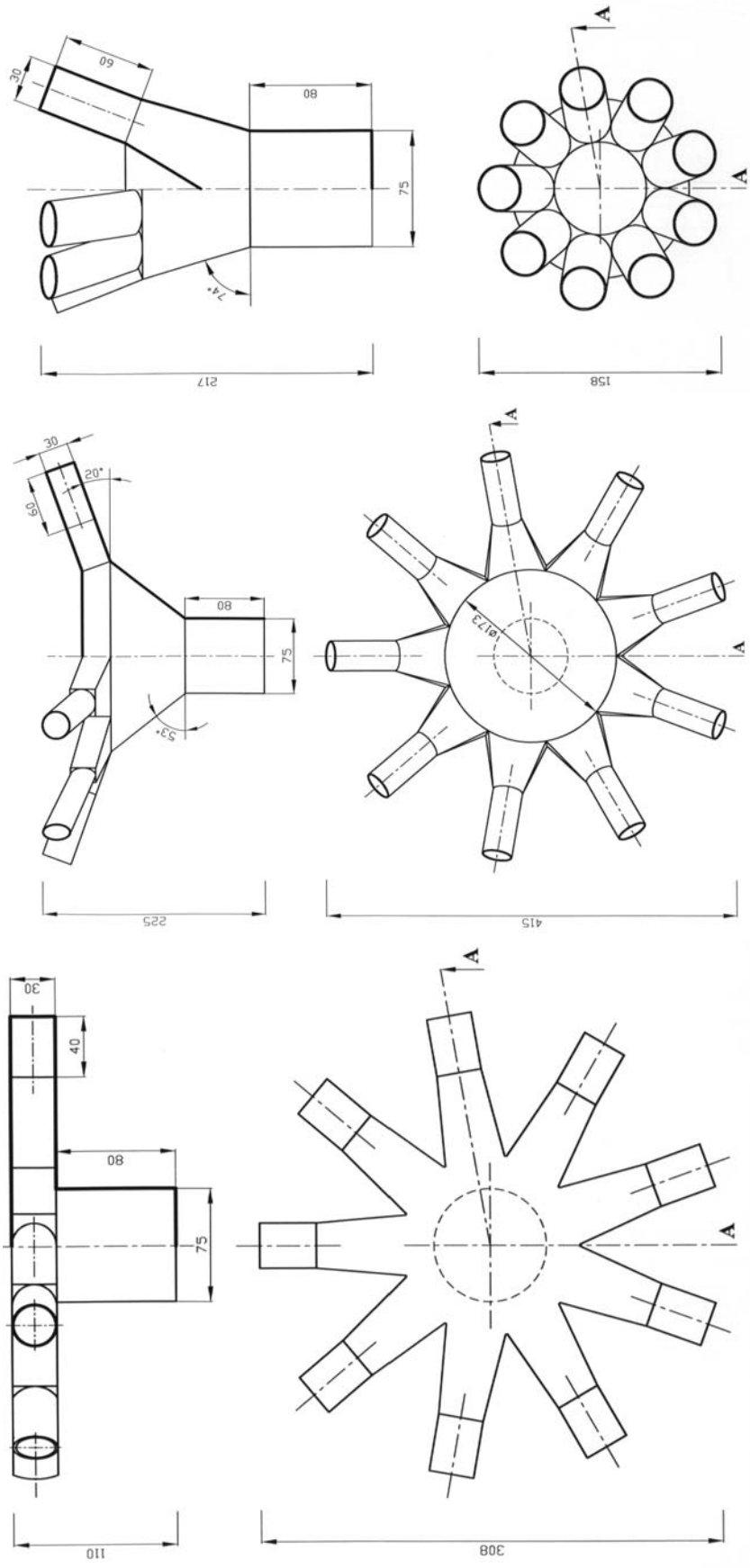
Materyal bölümünde özellikleri ve ölçüleri verilen değişik tip dağıtma başlıklarıyla yapılan denemelerde, düşey iletim borusunun sürekli dik durumda ve çıkış hattında kullanılan boruların eşit uzunlukta olmasına dikkat edilmiştir. Deney düzeneğinde, en uygun tohum dağılım düzgünlüğüne, en düşük tohum zedelenme oranına sahip olan ve en iyi çimlenmenin gözlemlendiği aktif alanı değiştirilebilen düz oluklu ekici makara kullanılmıştır. Ayrıca tohum akışında sürekliliğin sağlanabilmesi için ekici makara aktif uzunluklarının sabit ve devir sayısının 20 ile 40 min⁻¹ arasında olmasına dikkat edilmiştir (Özsert ve Ülger, 1985; Turgut vd., 1996).

Deney düzeneğinde yer alan ekici makaranın hareketi 4 kW gücündeki trifaze asenkron motor ile sağlanmıştır. Ekim normunun değiştirilebilmesi için gerekli olan devir sayıları 4 kW'lık bir hız kontrol ünitesi (frekans değiştirici) ile elde edilmiştir.

Pnömatik tohum iletimini sağlayacak olan radyal fan 0,75 kW gücündeki bir trifaze elektrik motoru ile tahrik edilmiştir. Farklı hava hızlarının elde edilebilmesi için gerekli olan fan devir sayıları 1,5 kW'lık ikinci bir hız kontrol ünitesi ile sağlanmıştır.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan tohumların bazı fiziksel özellikleri

Tohum	Çeşidi	Hacim ağırlığı (kg/dm ³)	Yığılma açısı (°)	1000 tane ağırlığı (g)	Tane boyutları (mm)
Buğday	Krik	0,834	25,64	40,48	Uzunluk : 6,8 Genişlik : 3,0 Kalınlık : 2,6
Arpa	Tokak 157/37	0,693	30,06	46,59	Uzunluk : 8,8 Genişlik : 3,4 Kalınlık : 2,5
Çavdar	Secale Cereale	0,730	26,56	16,78	Uzunluk : 6,9 Genişlik : 2,1 Kalınlık : 1,8

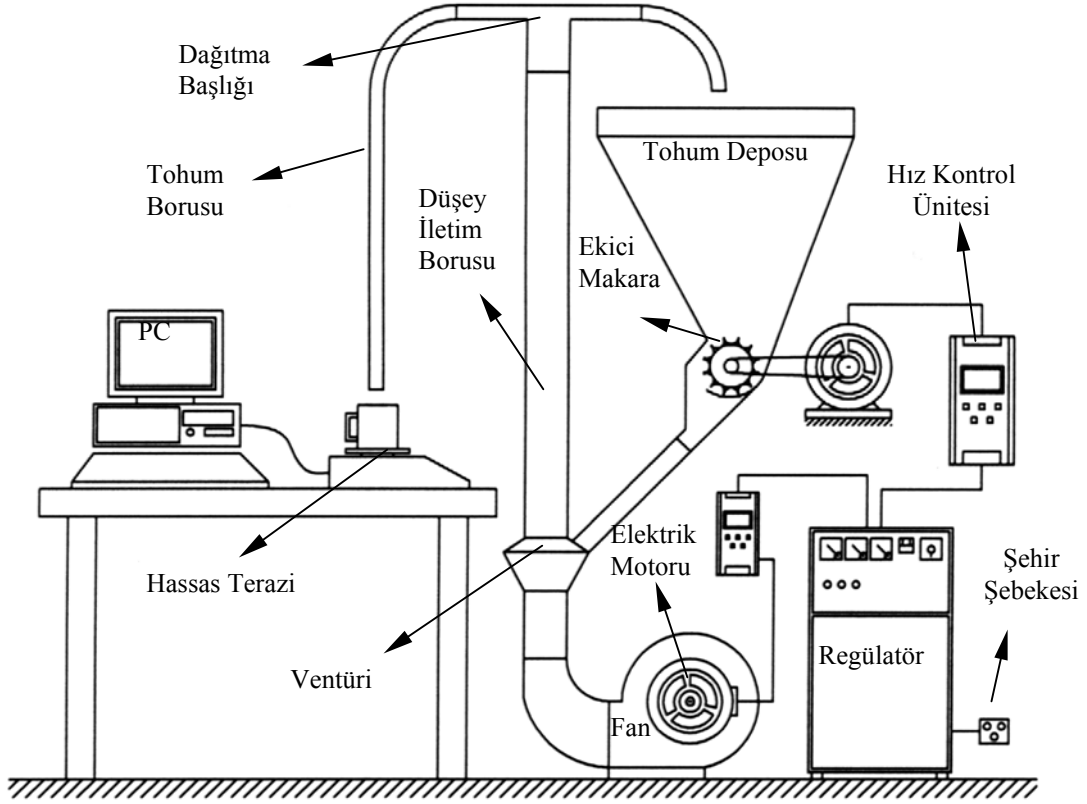


a) T Biçimli

b) Humi Biçimli

c) Y Biçimli

Şekil 1. Dağıtma başlıklarının teknik özellikleri



Şekil 2. Deneme ve kayıt düzeninin şematik görünüşü

Denemelerde metrekaşe atılacak tohum adedi dikkate alınarak buğdayda; 12 kg/da, 14 kg/da ve 16 kg/da, arpada; 14 kg/da, 16 kg/da ve 18 kg/da ve çavdarda; 4 kg/da, 6 kg/da ve 8 kg/da ekim normları kullanılmıştır (Ülger, 1982; Gökçebay, 1986; Erol ve Dursun, 1998). İstenilen ekim normları, aynı özelliklere sahip üç oluklu ekici makaranın aktif yüzey genişliklerinin değiştirilmesi ve/veya farklı devirlerde çalıştırılması ile sağlanmıştır. Makina ilerleme hızı 1,5 m/s ve sıra arası mesafe 10 cm alınarak (Pageau, 1996; Sapsford, 1996; Lafond ve Derksen, 1997; Roberts vd., 2001) ekici makaralardan akması gereken toplam tohum miktarı g/s olarak her bir tohum için ayrı ayrı tespit edilmiştir (T.S.E., 1989).

Farklı hava hızları, kullanılan ikinci bir hız kontrol ünitesi ile radyal fan motorunun devir sayısı değiştirilerek sağlanmıştır. Yapılan ön denemelerde 25.8 m/s'den düşük hava hızlarında Y ve Huni biçimli başlıklarda tıkanmalar gözlenmiş bundan dolayı denemelerde 26 m/s, 31 m/s ve 36 m/s hava hızları kullanılmıştır. Hava hızları değerleri anemometre ile belirlenmiştir.

Oluklu ekici makaralardan belirli bir normda dökülen tohumlar ventüri kısmında radyal fanın ürettiği hava akımına karışarak düşey iletim borusu içerisinden dağıtma başlıklarına taşınmıştır. Hava yardımıyla taşınarak düşen tohumların akış miktarını belirlemek için tohum boruları altına yerleştirilen hassas teraziden

yararlanılmıştır. Hassas terazi üzerindeki toplama kabına akan tohumlar 1/10s (2400 baud=bit/s) aralıklarla kümülatif olarak tartılmış ve tartım değerleri RS 232C interface devresi ile anında bilgisayara aktarılmıştır (Özsert, 1992).

Üç tip dağıtma başlığı, üç ürün, üç ekim normu ve üç hava hızının akış düzgünlüğüne etkisinin incelendiği bu araştırma üçer tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kayıtlar, her bir tekerrür için ayrı dosyalar oluşturacak şekilde bilgisayar ortamında depolanmıştır.

Hava Akımının Terazi Üzerine Olan Etkisinin Belirlenmesi

Hava akımının terazi üzerine yaptığı basıncın terazide okunan değerlere etkisinin olup olmadığının belirlenebilmesi amacıyla her bir başlık ile tüm hava hızlarında, tohum akışı olmaksızın üçer tekerrürlü bir ön deney yapılmıştır. Yapılan deney sonucunda elde edilen her bir tekerrüre ait 200 tartım değeri EXCEL programında düzenlenmiş ve varyasyon katsayısı değerleri (%CV) hesaplanmıştır (Microsoft Soft., 1997).

Tohum Akış Düzgünlüğünün Belirlenmesi

Bilgisayarda depolanan her bir tekerrüre ait tartım değerleri EXCEL programı ile düzenlenmiş ve ölçüm aralıklarında bırakılan tohum miktarı ağırlık olarak tespit edilmiştir. Her bir tekerrüre ait 200 değer istatistiksel analize tabi tutulmuş ve ortalama akış

miktarı (\bar{x}), standart sapma (S) ve varyasyon katsayıları (%CV) hesaplanmıştır.

Dağıtma başlıklarında taşınan tohumların akış düzgünlüğüne, dağıtma başlığı şekli, ekim normu, hava hızı ve bu faktörlerin interaksiyonlarının etkisini belirlemek amacıyla akış düzgünlüğünün ifadesi olarak kullanılan varyasyon katsayısı (%CV) değerleri MINITAB paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar tablolar halinde gösterilmiştir. Taşınan tohumların %CV değerlerine MSTATC paket programı yardımıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (DÇKT) uygulanmıştır (MSTAT-C., 1989; Minitab Soft., 2000).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Hava Akımının Terazi Üzerine Etkisi

Hava akımının oluşturduğu basıncın terazi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla hesaplanan varyasyon katsayısı değerlerine (%CV) varyans analizi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda hava akımının oluşturduğu basıncın

terazi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.01$).

Buğdaya Ait Sonuçlar

Buğdayın farklı geometrik yapıya sahip dağıtma başlıklarında, farklı hava iletim hızlarında ve farklı ekim normlarında akış düzgünlüğünü belirlemek için elde edilen varyasyon katsayılarına (%CV) varyans analizi uygulanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3 incelendiğinde, varyasyon katsayıları değerlerine, dağıtma başlık tipinin, hava hızının ve ekim normunun çok önemli düzeyde ($P<0.01$) etkili olduğu görülmektedir. Varyasyon katsayılarına etkili olan faktörlerin arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testleri (DÇKT) yapılmıştır. Denemelerde kullanılan dağıtma başlık tiplerinde, hava hızı ve ekim normuna göre elde edilen varyasyon katsayılarına ilişkin grafikler Şekil 3'de verilmektedir. Genel olarak tüm dağıtma başlıkları ve ekim normlarında hava hızına bağlı olarak %CV değerleri 19,51 ile 39,79 arasında elde edilmiştir (Şekil 3).

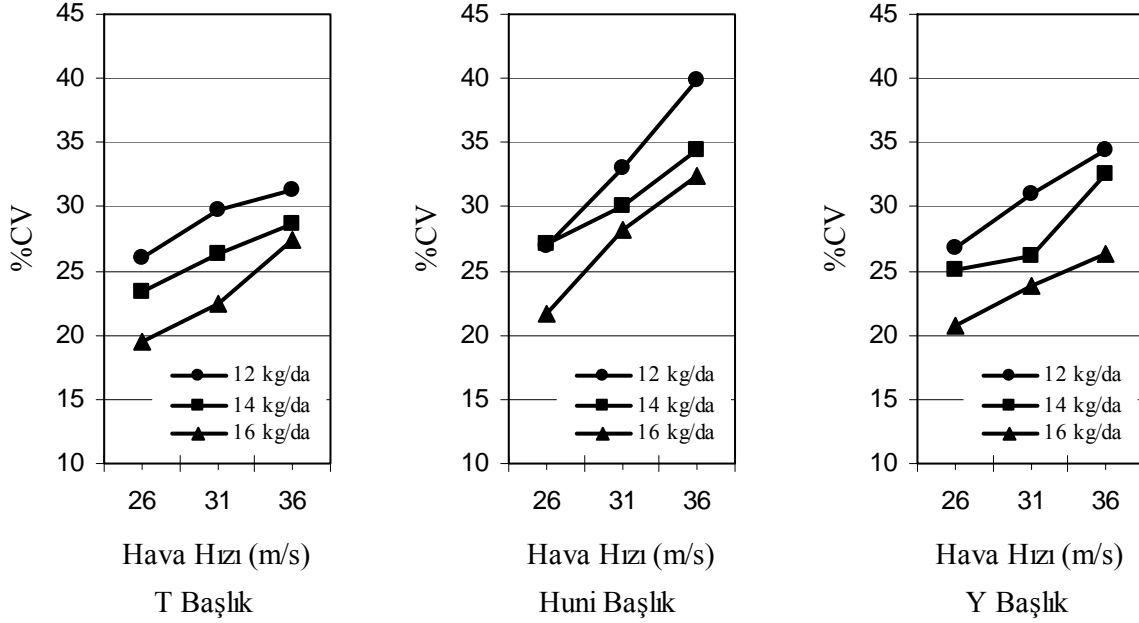
Tablo 2. Hava akımının terazi üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Başlık	2	322.8	161.4	0.84	0.446
Hız	2	900.3	450.2	2.36	0.123
Başlık*Hız	4	271.2	67.8	0.35	0.837
Hata	18	3439.5	191.1		

Tablo 3. Buğdayda elde edilen %CV değerleri için varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Başlık	2	254.894	127.447	25.38	0.000**
Hız	2	818.630	409.315	81.51	0.000**
Norm	2	541.265	270.633	53.89	0.000**
Başlık*Hız	4	42.815	10.704	2.13	0.089
Başlık*Norm	4	14.606	3.651	0.73	0.577
Hız*Norm	4	9.239	2.310	0.46	0.765
Başlık*Hız*Norm	8	35.057	4.382	0.87	0.545
Hata	54	271.180	5.022		

** : $P<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli



Şekil 3. Buğday için başlık tiplerinde elde edilen %CV değerlerine ilişkin grafikler

Farklı dağıtma başlıklarında elde edilen ortalama %CV değerleri arasında çok önemli düzeyde farklılık bulunmuştur ($P<0,01$) (LSD: 1,628). Başlıklar arasında en düşük varyasyon katsayısı değeri (% 26,11) T biçimli dağıtma başlığında ve en yüksek %CV değeri (30,42) ise Huni biçimli dağıtma başlığında belirlenmiştir. Başlıklar arasında en düşük %CV değerine sahip olan T başlık tipinde akış düzgünlüğü diğer iki başlık tipinden daha iyi olmuştur.

Hava hızlarının akış düzgünlüğüne etkisini belirlemek için elde edilen ortalama %CV değerleri karşılaştırıldığında, ortalama %CV değerlerinin birbirinden çok önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir ($P<0,01$) (LSD: 1,628). Farklı hava hızları içerisinde en düşük ortalama %CV değeri (24,15) 26 m/s'lik hava hızında, en yüksek ortalama %CV değeri (31,93) ise 36 m/s'lik hava hızında elde edilmiştir. Ortalama %CV değerleri incelendiğinde, hava hızlarındaki artışa paralel olarak akış düzgünlüğünün de bozulduğu görülmektedir. Farklı ekim normlarında elde edilen ortalama %CV değerleri arasında da çok önemli düzeyde farklılık bulunmaktadır ($P<0,01$) (LSD: 1,628). Ekim normu arttıkça akış düzgünlüğü daha iyi olmaktadır. En iyi akış düzgünlüğü 24,74 %CV değerine sahip 16 kg/da ekim normunda elde edilmiştir.

Arpaya Ait Sonuçlar

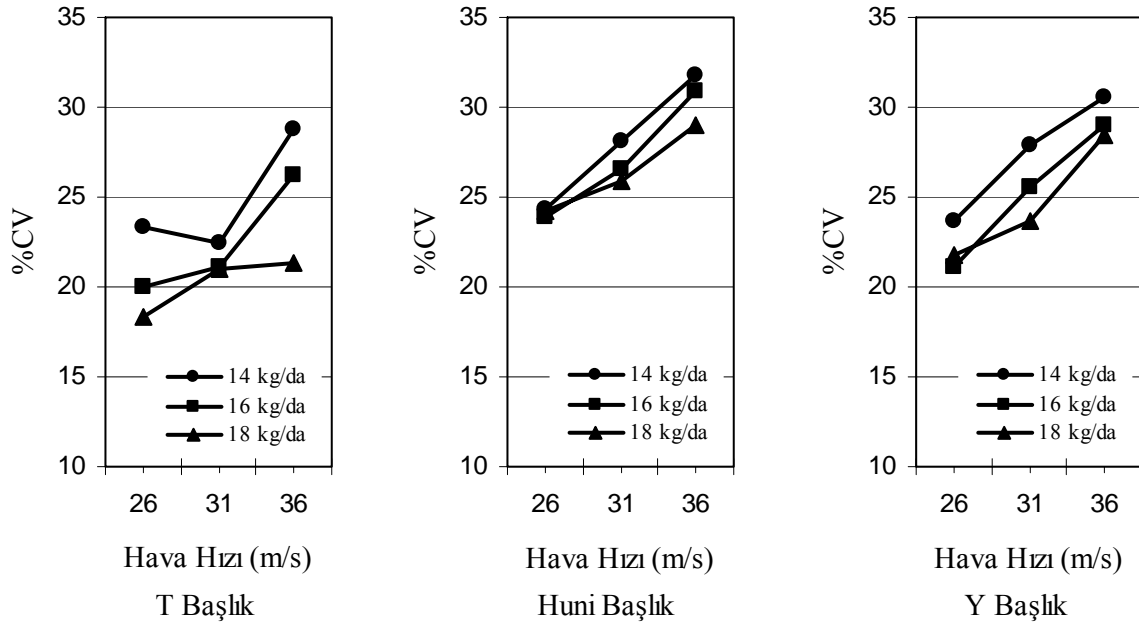
Farklı dağıtma başlıklarında, farklı ekim normu ve hava hızlarında arpaya ilişkin elde edilen %CV değerlerinin varyans analiz sonuçları Tablo 4'de ve %CV değerlerinin farklı başlıklardaki grafikleri ise Şekil 4'de verilmiştir.

Arpaya ilişkin varyans analiz sonuçları (Tablo 4) incelendiğinde denemelerde elde edilen %CV değerleri üzerine başlık tipinin, hava hızının ve ekim normunun çok önemli düzeyde ($P<0,01$) etkili olduğu görülmektedir. %CV değerleri incelendiğinde (Şekil 4) en düşük değer (%18,35), T başlıkta 26 m/s hava hızındaki 18 kg/da ekim normunda, en yüksek değer (%31,79) ise Huni başlıkta 36 m/s hava hızındaki 14 kg/da ekim normunda elde edilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde de görülmektedir ki, tüm başlık ve ekim normlarında hava hızının artmasıyla %CV değerlerinin arttığı, diğer bir ifadeyle akış düzgünlüğünün bozulduğu, buna karşılık ekim normundaki artışla, %CV değerlerinin tüm hava hızları ve dağıtma başlıklarında düştüğü yani akış düzgünlüğünün daha kabuledilebilir hale geldiği görülmektedir.

Tablo 4. Arpada elde edilen %CV değerleri için varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Başlık	2	305.943	152.971	32.66	0.000**
Hız	2	518.990	259.495	55.41	0.000**
Norm	2	124.581	62.291	13.30	0.000**
Başlık*Hız	4	17.972	4.493	0.96	0.437
Başlık*Norm	4	21.241	5.310	1.13	0.350
Hız*Norm	4	14.201	3.550	0.76	0.557
Başlık*Hız*Norm	8	32.427	4.053	0.87	0.551
Hata	54	252.895			4.683

** : P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli



Şekil 4. Arpa için başlık tiplerinde elde edilen %CV değerlerine ilişkin grafikler

Arpada akış düzgünlüğüne etkili olan dağıtma başlığı tipi, ekim normu ve hava hızı seviyeleri arasındaki farklılıkların önemini belirlemek için bu faktörlerde elde edilen ortalama %CV değerlerine DÇKT'yi uygulanmıştır.

Başlıklarda elde edilen ortalama %CV değerleri arasındaki fark çok önemli bulunmuştur (P<0,01) (LSD:1,573). Huni başlıkta ve Y başlıkta elde edilen ortalama %CV değerleri (27,17 ve 25,75) arasındaki fark önemsiz iken, T başlıkta elde edilen ortalama %CV değeri (22,52) çok önemlidir.

Hava hızları arasında da fark çok önemli bulunmuştur (P<0,01) (LSD:1,573). Hava hızındaki artışa paralel olarak akış düzgünlüğü bozulmuştur. En düşük ortalama %CV değeri (22,29) 26 m/s'lik hava

hızında elde edilirken, en yüksek ortalama %CV değeri (28,44) 28 m/s'lik hızda elde edilmiştir.

Ekim normu değeri arttıkça akış düzgünlüğü daha kabuledilebilir hale gelmiştir. En düşük ortalama %CV değerlerinin elde edildiği 16 kg/da (24,94) ve 18 kg/da (%23,74) ekim normları arasında istatistiksel olarak fark olmamasına rağmen (P>0,01) (LSD: 1,573). En iyi akış düzgünlüğü 18 kg/da ekim normunda elde edilmiştir.

Çavdara Ait Sonuçlar

Çavdarın akış düzgünlüğüne etkili faktörleri belirlemek için, denemelerde elde edilen %CV değerlerine varyans analizi uygulanmıştır (Tablo 5). Farklı başlıklarda, ekim normlarında ve hava hızlarında elde edilen %CV değerlerine ilişkin grafikler ise Şekil

5’de verilmiştir. Ayrıca faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkların düzeyini belirlemek için denemelerde elde edilen ortalama %CV değerleri DÇKT ile karşılaştırılmıştır.

Varyans analizi sonuçları (Tablo 5) incelendiğinde, başlık tipinin, hava hızının ve ekim normunun akış düzgünlüğüne etkisinin çok önemli düzeyde ($P<0,01$) olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 5 incelendiğinde, çavdara ilişkin %CV değerlerinin 28,06 ile 70,79 arasında değiştiği görülmektedir. Tüm başlık tiplerinde ve ekim normlarında hava hızı arttıkça %CV değerleri artmış, dolayısıyla akış düzgünlüğü bozulmuştur. Buna karşılık, tüm başlık tiplerinde ekim normu artışına paralel olarak %CV değerleri azalmıştır.

Başlık tipleri arasındaki farklılık çok önemli düzeydedir ($P<0,001$) (LSD: 3,833). Y başlık tipi diğerlerine göre daha düşük ortalama %CV değerine sahiptir. Dolayısıyla akış düzgünlüğü diğer başlık tiplerinden daha uygundur.

Hava hızları arasındaki farklılıklar çok önemli düzeyde olup, hava hızı arttıkça akış düzgünlüğü bozulmuştur ($P<0,01$) (LSD: 3,833). En düşük ortalama %CV değeri 26 m/s’lik hava hızında elde edilmiştir.

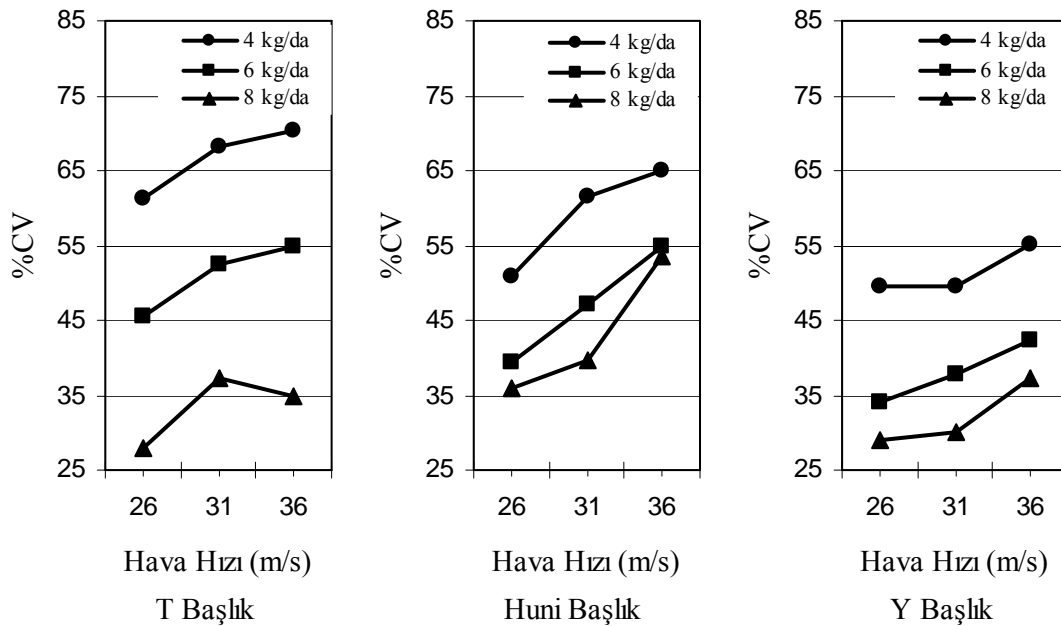
Ekim normu artışının aksine ortalama %CV değerleri azalmıştır. Akış düzgünlüğü ekim normu artmasıyla daha uygun düzeye gelebilmektedir. Çavdara ilişkin en uygun akış düzgünlüğü 8 kg/da’lık ekim normunda görülmüştür. Ekim normlarından elde edilen ortalama %CV değerleri arasında çok önemli düzeyde farklılıklar bulunmaktadır ($P<0,01$) (LSD: 3,833).

Tablo 5. Çavdarda elde edilen %CV değerleri için varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Başlık	2	1647.43	823.71	29.61	0.000**
Hız	2	1467.87	733.94	26.38	0.000**
Norm	2	7175.30	3587.65	128.95	0.000**
Başlık*Hız	4	287.05	71.76	2.58	0.047*
Başlık*Norm	4	846.35	211.59	7.61	0.000**
Hız*Norm	4	17.79	4.45	0.16	0.958
Başlık*Hız*Norm	8	106.28	13.28	0.48	0.867
Hata	54	1502.36	27.82		

** : $P<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

* : $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli



Şekil 5. Çavdar için başlık tiplerinde elde edilen %CV değerlerine ilişkin grafikler

SONUÇ ve ÖNERİLER

Buğday ile yapılan denemelerde başlık yapısal özelliklerinin akış düzgünlüğüne etkisi çok önemli bulunmuştur. Başlık geometrisinin değiştirilmesiyle akış düzgünlüğünün iyileştirilebileceği görülmüştür. Buğdayda en iyi akış düzgünlüğünün gözlemlendiği T tipi dağıtma başlığının dar iç yapısından dolayı huni tipi başlığa göre daha az türbülans oluşmuş ve bu da akış düzgünlüğünü iyileştirmiş olabilir. Hava hızının artırılmasıyla başlık içerisinde türbülans oluşumu artmış ve bundan dolayı hava akış düzgünlüğünün bozulduğu belirlenmiştir. Bu yüzden hava hızının iletim hatlarında herhangi bir tıkanmaya sebep olmayacak şekilde minimum seviyede tutulması önerilir. Ekim normunun artmasıyla akış düzgünlüğünün iyileştirdiği de açıkça görülmektedir.

Arpa ile yapılan denemelerde farklı tip başlıkların kullanılmasının akış düzgünlüğüne etkisinin önemli düzeyde olduğu görülmüştür. En kötü akış düzgünlüğüne sahip huni tipi başlığın iç yapısındaki ani hacim genişlemesi hava hızının birden bire düşmesine ve başlık içerisinde basıncın azalmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı akış düzgünlüğünün bozulduğu düşünülmektedir. Arpa ile yapılan denemeler sonucunda ekim normunun artmasıyla akış düzgünlüğünün iyileştiği görülmüştür.

Çavdar ile yapılan denemelerde en kabuledilebilir akış düzgünlüğü Y biçimli dağıtma başlığında görülmüştür. Akış düzgünlüğünün T biçimli dağıtma başlığında uygun olmayışının nedeni çavdarın fiziksel özelliklerinden dolayı olabileceği düşünülmektedir. Çavdarın bin tane ağırlığının düşük olması hava iletim hattının daha yumuşak olduğu Y tipi başlıkta daha rahat bir akış sağlamış olabilir. Hava hızındaki artış akış düzgünlüğünü bozarken ekim normundaki artış akış düzgünlüğünü iyileştirmiştir.

Sonuçlar buğday, arpa ve çavdar için değerlendirildiğinde, pnömatik ekim makinaları için en uygun başlık tipinin 26 m/s hava hızında T biçimli dağıtma başlığı olduğu görülmektedir. Ayrıca hava hızının artmasıyla akış düzgünlüğünün bozulduğu, ekim normunun artmasıyla da akış düzgünlüğünün daha uygun düzeyde olduğu saptanmıştır. Kuşkusuz ekim normunun artması sonucunda akış düzgünlüğünün iyileşmesi beklenen bir sonuçtur.

KAYNAKLAR

Accord, 2002. Accord Pneumatic Seed Drills. Accord Landmaschinen, H. Weiste & Co. GmbH.

- Erol, A., Dursun İ.G., 1998. Ekim, Bakım ve Gübreleme Makineleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 1499, Ankara.
- Gökçebay, B., 1986. Tarım Makinaları I. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 979, Ankara.
- Güler, İ., 1984. Türkiye hububat tarımında toprak işleme ve ekim teknikleri. 2nd International Symposium on Mechanization and Energy in Agriculture, 244-250, Ankara.
- Kayıoğlu, B., Ülger P., Akdemir B., Bayhan Y., 1994. Tahıl ekiminde kullanılan pnömatik etkili ekim makinesinin performansının saptanması üzerine bir araştırma. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak., Yayın No: 208, Araştırma No:81, Tekirdağ.
- Kumar, V.J.F., Durairaj C.D., 2000. Influence of head geometry on the distributive performance of air-assisted seed drills. J.Agric. Engng Res. 75 (1), Article No: Jaer. 1999.0490, 81-95, Silsoe.
- Kün, E., 1983. Serin İklim Tahılları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 875, Ankara.
- Lafond, G.P., Derksen D.A., 1997. The effects of row spacing and seeding rate in wheat and barley under a conventional fallow production system. Parkland Agriculture Research Initiative Introduction (PARI) Factbook, Bringing Conservation Technology to the Farm, 2nd Edition, 1997.
- Mahan, P.J., Smith G.W., 1978. Transverse distribution patterns of a pneumatic combine drill. Con. On Agr. Engng., Toowoomba.
- Microsoft Soft., 1997. Microsoft Office 97/Microsoft Corporation, USA.
- Minitab Soft., 2000. Minitab Statistical Software Release 13.32. Minitab Inc., USA.
- MSTAT-C., 1989. Dynamics Corporation, Highway Contract, Canyon Lake, Texas.
- Pageau, D., 1996. Effect of barley seeding rate and row spacing on control of quackgrass. Canadian Journal of Plant Science, 76 (4): 921-926.
- Roberts, J.R., Peeper T.F., Solie J.B., 2001. Wheat row spacing, seeding rate, and cultivar affect interference from rye. Weed Technology 15 (1).
- Salahuddin, P., 1981. Air seeder where are they headed. ASAE Paper No: NCR, 81-017.
- Sapsford, K., 1996. Row spacing for direct seeding. The Saskatchewan Soil Conservation Association (SSCA), Issue 19.
- Öcal, H., 1998. Pnömatik etkili tahıl ekim makinasının meyilli çalışma koşullarında tohum dağılım düzgünlüğü ve ekim normunun belirlenmesi üzerine bir araştırma. Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enst. Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Önal, İ., 1995. Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 490, İzmir.
- Özsert, İ., Ülger P., 1985. Tahıl ekim makinaları dağıtım düzenleri üzerinde bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi, 139-149, Adana.
- Özsert, İ., 1992. Bazı gübre dağıtım düzenlerinde sıra üzeri dağılım düzgünlükleri. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 125-142, Samsun.
- T.S.E., 1989. Türk Standartları, TS 6425, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Turgut, N., Özsert İ., Kara M., Güler İ.E., 1996. Performance of fluted feed rolls in seed drills. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 344-352, Ankara.
- Ülger, P., 1982. Tarımsal Makinaların İlkeleri ve Projeleme Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 280, Erzurum.