

**TAHİL EKİM MAKİNALARINDA KULLANILAN
OLUKLU MAKARALI EKİCİ DÜZENLERDE
OLUK ŞEKLİ ve DERİNLİĞİNİN DEĞİŞİK
İŞLETME KOŞULLARINDA TOHUM AKIŞINA
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Emrah KUŞ

**Yüksek Lisans Tezi
Tarım Makinaları Anabilimdalı
Doç. Dr. Yıldırım YILDIRIM
2008
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TAHİL EKİM MAKİNALARINDA KULLANILAN OLUKLU
MAKARALI EKİCİ DÜZENLERDE OLUK ŞEKLİ VE DERİNLİĞİNİN
DEĞİŞİK İŞLETME KOŞULLARINDA TOHUM AKIŞINA
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Emrah KUŞ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2008**

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Yıldırım YILDIRIM danışmanlığında, Arş. Gör. Emrah KUŞ tarafından hazırlanan bu çalışma 25/08/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Yücel Erkmen

İmza : 

Üye : Prof. Dr. İbrahim ÖRÜNG

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Yıldırım YILDIRIM

İmza : 

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof.Dr. Mehmet ERTUGRUL

Enstitü Müdürü

ÖZET

Y.Lisans Tezi

TAHİL EKİM MAKİNALARINDA KULLANILAN OLUKLU MAKARALI EKİCİ
DÜZENLERDE OLUK ŞEKLİ VE DERİNLİĞİNİN DEĞİŞİK İŞLETME
KOŞULLARINDA TOHUM AKIŞINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Emrah KUŞ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Yıldırım YILDIRIM

Türkiye’de çok yaygın bir şekilde kullanılan oluklu makaralı tohum dağıtım düzenlerinde; oluk şekli ve oluk derinliğinin tohum akış düzgünlüğü üzerindeki etkisinin belirlenmesi, bu araştırmanın konusu olmuştur. Bu amaçla, buğday, çavdar ve arpa tohumları sabit bir tahıl ekim makinası üzerinde, yapısal parametreler (oluk şekli, oluk derinliği) ve işletme parametreleri (ekim normu, ilerleme hızı) dikkate alınarak denenmiştir. Denemeler üç farklı oluk şekli (yarım daire, trapez, üçgen), üç farklı oluk derinliği (4, 6, 8 mm), üç farklı ekim normu (10, 15, 20 kg/da), ve 1, 1.5, 2 m/s olmak üzere üç farklı ilerleme hızında (11, 16, 21 min⁻¹ ekici mil hızlarına eşdeğer) yürütülmüştür.

Buğday, çavdar ve arpa tohumlarıyla yapılan denemelerde ilerleme hızı, oluk derinliği ve ekim normunun artmasıyla tohum akışının iyileştiği belirlenmiştir. En iyi akışı veren oluk şekilleri, buğdayda yarım daire ve trapez profilli makaralar, çavdarda trapez profilli makara ve arpada ise yarım daire profilli makarada elde edilmiştir. Ayrıca üç tohum çeşidinde de oluk derinliklerinin 8 mm olarak açılması akışı iyileştirdiği belirlenmiştir. En uygun makina ilerleme hızının ise 2 m/s (21 min⁻¹ ekici mil hızına eşdeğer) olduğu saptanmıştır. Bütün denemelerde ekim normunun artması tohum akışını olumlu yönde etkilemiş ve en uygun ekim normunun 20 kg/da olduğu belirlenmiştir.

2008, 75 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ekim makinası, dağıtım düzeni, oluk şekli, oluk derinliği, akış düzgünlüğü, varyasyon katsayısı, ekim normu.

ABSTRACT

Master Thesis

THE DETERMINATION OF THE EFFECT OF THE GROOVE SHAPE AND DEPTH OF METERING DEVICES WITH FLUTED ROLLER USED IN SEED DRILLS ON THE SEED FLOW UNDER DIFFERENT OPERATIONAL CONDITIONS

Emrah KUŞ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yıldırım YILDIRIM

The aim of the study was the determining of the effect of the groove shape and depth in the metering devices with fluted rollers used widely in Turkey on the flow evenness of seed. Wheat, Rye, and Barley seeds were used in the study. The study was conducted with three groove shapes (semicircular, trapeze, and triangle) and three groove depth (4, 6, and 8 mm) for each groove shape. The experiments were performed at three seeding rates (10, 15, and 20 kg/da) and three working speeds (1, 1.5, and 2 m/s) on a stationary seed drill. The axle revolution speeds of 10, 16, and 21 min⁻¹ were employed for the working speeds of 1, 1.5, and 2 m/s, respectively.

As the working speed, groove shape and seeding rate increased, the seed flow evenness became better for wheat, Rye, and Barley. The best flow evenness were obtained from the rollers with semicircular and trapeze groove-shaped, trapeze groove-shaped, and semicircular groove-shaped for wheat, rye, and barley, respectively. The groove depth of 8 mm and the working speed of 2 m/s (therefore the axle revolution speed of 21 min⁻¹) gave the best flow evenness for all seeds. As the seeding rate increased, the seed flow became better. The best seed flow evenness was obtained from the seeding rate of 20 kg/da for all cases.

2008, 75 page

Keywords: Seed drill, metering device, groove shape, groove depth, flow evenness, coefficient of variation, seeding rate.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın hazırlanıp yűrűtűlmesinde sonuna kadar desteęini ve yardımlarını esirgemeyen ok Deęerli hocam Sayın Do. Dr. Yıldırım YILDIRIM'a, tez konusunun belirlenmesinde yardımcı olan hocam Sayın Prof. Dr. Nihat TURGUT'a sonsuz teőekkűrlerimi sunarım. Ayrıca çalıőmalarımnda yardımlarıyla destek saęlayan Sayın Arő. Gűr. Fatih KALKAN'a, literatűr taramasında emeęi geçen bűtűn hocalarıma, araőtırmada kullanılan makaraların imalatını yapan Sayın Veysel PİRİM'e ve tezimin hazırlanmasında gerekli malzemeler için maddi destek saęlayan Atatűrk Ŭniversitesi Araőtırma Fonuna teőekkűrű bir borç bilirim.

Emrah KUŞ

Temmuz 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	22
3.1. Materyal.....	22
3.1.1. Araştırmada kullanılan tohumlar.....	22
3.1.2. Araştırmada kullanılan makaralar.....	25
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1. Deneme ve kayıt düzeni.....	27
3.2.1.a. Servo elektronik trifaze voltaj regülatörü.....	28
3.2.1.b. Elektronik hız kontrol ünitesi ve hız göstergesi.....	29
3.2.1.c. Hassas terazi.....	31
3.2.1.d. Kişisel bilgisayar.....	31
3.2.2. Denemelerin yürütülmesi ve kayıtların alınması.....	32
3.2.3. Tohum akış düzgünlüğünün belirlenmesi.....	32
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA.....	34
4.1. Buğdaya ait sonuçlar.....	34
4.2. Çavdara ait sonuçlar.....	46
4.3. Arpaya ait sonuçlar.....	57
5. DEĞERLENDİRME ve ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan buğday tohumu.....	23
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan çavdar tohumu.....	23
Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan arpa tohumu.....	24
Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan makaralar.....	26
Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan oluklu makaraların teknik ölçüleri.....	26
Şekil 3.6. Deneme ve kayıt düzeneği.....	28
Şekil 3.7. Servo elektronik trifaze voltaj regülatörü.....	29
Şekil 3.8. Elektronik hız kontrol ünitesi ve hız göstergesi.....	30
Şekil 4.1. Denemelerde buğdaydan elde edilen ortalama varyasyon katsayısı değerleri.....	43
Şekil 4.2. Denemelerde buğday için belirlenen ortalama etkin makara uzunlukları	45
Şekil 4.3. Denemelerde çavdardan elde edilen ortalama varyasyon katsayısı değerleri.....	54
Şekil 4.4. Denemelerde çavdardan elde edilen ortalama etkin makara uzunlukları	56
Şekil 4.5. Denemelerde arpadan elde edilen ortalama varyasyon katsayısı değerleri.....	65
Şekil 4.6. Denemelerde arpadan elde edilen ortalama etkin makara uzunlukları....	67

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye’de üretilen bazı tahıl çeşitlerinin yıllara göre üretim miktarları	3
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan tohumların fiziksel özellikleri.....	22
Çizelge 3.2. Servo elektronik trifaze voltaj regülatörünün teknik özellikleri.....	29
Çizelge 3.3. Elektronik hız kontrol ünitesi teknik özellikleri.....	30
Çizelge 3.4. Hassas terazi ile ilgili teknik özellikler.....	31
Çizelge 4.1. Buğdaydan elde edilen CV değerleri için varyans analizi sonuçları....	35
Çizelge 4.2. Buğday tohumunda hız için duncan çoklu karşılaştırma testi (DÇKT) sonuçları.....	36
Çizelge 4.3. Buğday tohumunda oluk şekli için DÇKT sonuçları.....	36
Çizelge 4.4. Buğday tohumunda oluk derinliği için DÇKT sonuçları.....	37
Çizelge 4.5. Buğday tohumunda hız x oluk şekli etkileşiminin DÇKT sonuçları....	38
Çizelge 4.6. Buğday tohumunda hız x oluk derinliği etkileşiminin DÇKT sonuçları.....	39
Çizelge 4.7. Buğday tohumunda oluk şekli x oluk derinliği etkileşiminin DÇKT sonuçları.....	40
Çizelge 4.8. Buğday tohumunda hız x oluk şekli x oluk derinliği etkileşiminin DÇKT sonuçları.....	41
Çizelge 4.9. Çavdardan elde edilen CV değerleri için varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.10. Çavdar tohumunda hız için duncan çoklu karşılaştırma testi (DÇKT) sonuçları.....	47
Çizelge 4.11. Çavdar tohumunda oluk şekli için DÇKT sonuçları.....	48
Çizelge 4.12. Çavdar tohumunda oluk derinliği için DÇKT sonuçları.....	49
Çizelge 4.13. Çavdar tohumunda hız x oluk şekli etkileşiminin DÇKT sonuçları....	50
Çizelge 4.14. Çavdar tohumunda hız x oluk derinliği etkileşiminin DÇKT sonuçları	51
Çizelge 4.15. Çavdar tohumunda oluk şekli x oluk derinliği etkileşiminin DÇKT sonuçları.....	51

Çizelge 4.16. Çavdar tohumunda hız x oluk şekli x oluk derinliği etkileşiminin DÇKT sonuçları.....	52
Çizelge 4.17. Arpadan elde edilen CV değerleri için varyans analizi sonuçları.....	57
Çizelge 4.18. Arpa tohumunda hız için duncan çoklu karşılaştırma testi (DÇKT) sonuçları.....	58
Çizelge 4.19. Arpa tohumunda oluk şekli için DÇKT sonuçları.....	60
Çizelge 4.20. Arpa tohumunda oluk derinliği için DÇKT sonuçları.....	60
Çizelge 4.21. Arpa tohumunda hız x oluk şekli etkileşiminin DÇKT sonuçları.....	61
Çizelge 4.22. Arpa tohumunda hız x oluk derinliği etkileşiminin DÇKT sonuçları...	62
Çizelge 4.23. Arpa tohumunda oluk şekli x oluk derinliği etkileşiminin DÇKT sonuçları.....	63
Çizelge 4.24. Arpa tohumunda hız x oluk şekli x oluk derinliği etkileşiminin DÇKT sonuçları.....	64

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli arttığı bir gerçektir. Gelecekte açlıkla karşı karşıya kalmak, artan bu nüfusun en büyük korkusudur. Bu nedenle dünyadaki her ülke kendi nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamaya çabası içerisinde. Beslenme ihtiyaçlarını karşılamaya çeşitli yolları olsa da, insanoğluna gerekli gıdayı sağlayacak en önemli yol, hiç şüphesiz tarımdır. Çünkü tarımda üretim sonucu elde edilen ürünler, insanoğlunun temel ihtiyaç maddesini oluşturmaktadır.

Yeryüzündeki bütün ülkeler tarımsal ürünlerde; özellikle, tahıl, şeker, süt, et ve bitkisel yağ gibi temel tarımsal ürünlerde kendi kendine yeterli olma çabası içerisinde olup tarım politikalarını bu hedef doğrultusunda yönlendirmektedirler (Oğuz ve Arısoy 2005). Tarımsal ürünlerin en önemli grubunu ise özellikle gıda sektörü için hammadde olarak kullanılan tahıllar oluşturmaktadır.

İnsan beslenmesinde günlük ekmeğin hammaddesi olan tahıllar, hayvan beslenmesinde ve endüstride yaygın olarak kullanılır. Tahılların bu denli yaygın kullanılması beraberinde de çeşitli sorunların çıkmasına neden olmuştur. Örneğin tahıl üretimi, ticareti ve tüketimi ile ilgili sorunlar, günümüzün en önemli ekonomi konuları arasına girmiştir (Anonim 2001). Nüfus ve beslenme sorunlarıyla ilgili kuruluşlarda; nüfus artış hızı ile tahıl üretimi artış hızı arasındaki ilişkiyi izleyerek, artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir üretimin gerçekleştirilmesine çalışmaktadırlar.

Tahılların temel besin maddesi olarak kullanımının getirdiği avantajdan dolayı, dünya ekiliş alanı ve üretim düzeyi bakımından en yüksek ürün grubunu oluşturmuştur. Yeryüzünün 1,4 milyar hektar olan işlenen topraklarının yarısında tahıl ekimi yapılmaktadır (Kün 1988; Anonim 2001). Kurak ve yarı kurak bölgelerdeki nadas alanlarının da büyük çapta tahıllar için boş bırakıldığı düşünülürse, dünya tarım topraklarının büyük çoğunluğunun tahıl üretimine ayrıldığı görülecektir.

Tahıllar, insanların besinlerden sağladığı günlük kalorisinin %50'sinden fazlasını karşılamaktadır. Hayvansal besinlerin günlük kalori sağlamadaki yaklaşık payı %20'dir. Hayvanların da çoğunlukla bitkisel yemlerle beslendiği göz önüne alınırsa; insanların günlük besininin yaklaşık %70'inin tahıllardan sağlandığı söylenebilir (Kün 1988). Tahılların bu derece önemli olması, geçmişte ve günümüzde olduğu gibi gelecekte de insanlığın temel besinini oluşturmaya devam edeceği ve artan nüfus karşısında, tahıl üretiminin önemini sürdüreceği görülmektedir.

Tüm dünya ülkeleri tarım arazilerinin büyük çoğunluğunu tahıl üretimine ayırmış ve bu arazilerden daha yüksek verim almanın yollarını aramışlardır. Yaklaşık olarak çeyrek asır önce Dünya toplam tahıl ekiliş alanı 800 milyon hektar, tahıl verimi ise 246 kg/da'dır (Kün 1988). Dünya tahıl üretiminde dekara verim, artan bir eğilimle günümüze ulaşmıştır. Verimde olduğu gibi dünya tahıl üretim miktarında da nüfusa paralel olarak sürekli artış meydana gelmiştir. Örneğin 1990 yılındaki tahıl üretimi 1,9 milyar ton iken, 2004 yılında bu miktar 2,3 milyar tona ulaşmıştır (Anonim 2005). Bir tarım ülkesi olan Türkiye de yıllar önce dünyanın en çok tahıl üreten ilk 15 ülkesi arasına girmiş, fakat bu dereceye rağmen tahıl verim ortalaması dünya ortalamasının altında kalmıştır. Ülkemizde, geçen yıllarda verim ortalamasındaki değişim dalgalı olmakla birlikte hala dünya verim ortalamasını yakalayamamıştır.

Dünya nüfusunun beslenmesinde olduğu gibi, ülkemizin de beslenme ihtiyacını karşılamada çok önemli bir yere sahip olan tahıllar, stratejik bir öneme sahiptir. Buna sebep ise, milyonlarca üreticinin yıllık gelirini sağlayan en önemli kaynak olması ve çok sayıdaki sanayi kuruluşunun ana hammaddelerini oluşturması gibi özellikleri görmek yeterlidir (Şehirli vd 2000). Yurdumuzda tarla bitkileri ekim alanı içerisinde tahıl ekilişinin payı % 60'ın üzerindedir (Anonim 2006). Görüldüğü gibi ekim alanı geniş, fakat hala dünya ortalamasını yakalayamamış verim düzeyi ile ülkemiz, verimlerdeki küçük artışlarla bile büyük üretim artışlarını gerçekleştirebilecek büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de yetiştirilen bazı tahıl çeşitlerinin 1995–2005 yılları arasındaki üretim miktarları Çizelge 1.1'de görülmektedir (Anonim 2006).

Çizelge 1.1. Türkiye’de üretilen bazı tahıl çeşitlerinin yıllara göre üretim miktarları (1000 ton)

Yıllar	Toplam	Buğday	Arpa	Çavdar	Yulaf	Mısır	Pirinç	Diğer
1995	28 084	18 000	7 500	240	250	1900	150	44
1996	29 231	18 500	8 000	245	275	2000	168	43
1997	29 651	18 650	8 200	235	280	2080	165	41
1998	33 061	21 000	9 000	232	310	2300	189	30
1999	28 752	18 000	7 700	233	290	2297	204	28
2000	32 109	21 000	8 000	260	314	2300	210	25
2001	30 235	19 000	7 500	220	265	2200	230	26
2002	31 810	21 000	7 500	235	290	2500	255	40
2003	30 807	19 000	8 100	240	270	2800	253	25
2004	34 050	21 000	9 000	270	275	3000	325	180
2005	36 361	21 500	9 500	270	270	4200	360	261

Beslenme ihtiyaçlarını karşılamasının yanı sıra, geniş çiftçi kitlesinin yıllık geliri de büyük çapta tahıllara bağlıdır. Yurdumuz, kişi başına yıllık tahıl tüketiminin en yüksek düzeyde bulunduğu ülkelerdendir. Bu nedenle tüketime bağlı olarak tahıl üretiminin de aynı oranda artırılması gerekmektedir. Fakat ülkemizdeki yıllık tahıl üretim miktarı Çizelge 1.1’de görüldüğü gibi sürekli dalgalı bir eğilim göstermektedir. Çizelgeye göre 1995 yılında 28 milyon ton olan tahıl üretimimiz, tahıl ekim alanlarında büyük bir değişiklik olmasa da, 2005 yılında tahıl üretimi 36 milyon tonu geçmiştir (Anonim 2006). Artan nüfusumuzun temel besin ve artan hayvanlarımızın yem tüketiminin karşılanabilmesi ve dışsattım yapabilmemiz için tahıl üretimimizin düzenli olarak artırılması önem arz etmektedir.

Günümüzde ekilecek alanların artırılamaması veya artırılrsa dahi maliyetinin çok yüksek olması, verim artışını arazi haricindeki girdilere yönelten önemli faktörlerden biridir. Bu noktada birim alandan daha fazla ürün elde etmenin önemi açıkça ortaya çıkmaktadır.

Örneğin; ülkemizin 20 yıl öncesinde 13,7 milyon hektar olan tahıl ekilişi alanı günümüzde 14 milyon hektarın üzerindedir (Anonim 2003). Arazi artışı çok az olsa da, mevcut 14 milyon hektar alan çok geniş bir üretim potansiyeli demektir. Bu geniş ekim alanının verim ortalamasında gerçekleştirilecek küçük artışlarla bile, birkaç milyon tonluk ek üretim sağlanabilir.

Dünyanın değişik ülkelerinde yaygın olarak yetiştirilen buğday, arpa, çavdar, yulaf, mısır, darı, pirinç, gibi çeşitli tahıllardan insan ve hayvanların gıda ihtiyacı karşılanmaktadır. Bu yönden Avrupa, Akdeniz Ülkeleri, Yakın Doğu ve Amerika'da buğday; Rusya'da çavdar; Afrika Ülkelerinde, Moğolistan, Türkistan, Kuzey Çin'de darı; Uzak Doğuda, Hint Okyanusu ve Büyük Okyanus adalarında pirinç ilk sırayı alır (Kün 1988; Anonim 2005). Türkiye de ise insan beslenmesi için ekmek yapımında buğday ve hayvan beslenmesi için ise iyi bir besleme özelliğine sahip olan arpa ve mısır yetiştirilmektedir.

Tahılların en önemli iki grubunu oluşturan buğday ve arpa yurdumuz toplam tahıl ekim alanının %93'ünü kaplamaktadır (Şehirli vd 2000; Anonim 2001). Bu tahıllardan buğdayın dünyadaki ekili alanı 220 milyon hektar, üretimi 568 milyon ton ve verim ise 270 kg/da'dır (Anonim 2005). Türkiye'de ise 2002 verilerine göre ekili alan 9,4 milyon hektar, yıllık üretim yaklaşık 20 milyon ton verim ise 212,8 kg/da'dır. Ülkemiz bu üretimiyle dünya'da 10. sırada olmasına rağmen birim alandan elde edilen verim bakımından dünya ortalamasına ulaşamamıştır (Oğuz ve Arısoy 2005).

Türkiye'de buğday üretim alanları yıllar itibariyle değişmemekle birlikte, yıllara göre buğday üretim miktarında sürekli bir dalgalanma görülmektedir. Buğday üretim miktarındaki bu dalgalanmaların verimden kaynaklandığı söylenebilir. Ülkemizde buğday üretimi, 1946-50 yılları arasında 3,6 milyon ton iken, 1951-55 yılları arasında ekim alanlarının hızlı genişlemelerine paralel olarak %75 oranında artış ile 6,4 milyon tona ulaşmıştır. Altmışlı yılların sonuna kadar buğday üretiminde görülen artış daha çok ekim alanlarının genişletilmesi ile sağlanmıştır. Bu yıllardan sonraki üretim artışları, verim potansiyeli yüksek ıslah çeşitlerinin üretime alınması ve yetiştirme tekniğindeki

gelişmelerin yaygınlaştırılmasının sonucu verimde elde edilen artışlardan kaynaklanmıştır (Şehirli vd 2000).

Diğer önemli bir tahıl çeşidi olan arpa, dünyada 61,6 milyon hektar ekim alanı 138,8 milyon ton üretimi ile buğday, mısır ve pirinçten sonra dördüncü sırayı almaktadır (Anonim 2000a). Arpanın dünya verim ortalaması ise 281,4 kg/da civarındadır. Arpa'nın Türkiye'de ki toplam ekiliş alanı 3,6 milyon hektar, üretimi 9,5 milyon ton, verimi ise 227,4 kg/da'dır (Anonim 2006). Ülkemizde buğdaydan sonra ikinci sırayı alan arpanın verim ortalaması dünya ortalamasının altındadır. Bu da gösteriyor ki birim alandan elde edilen verim istenilen oranda artırılamamıştır. Bunun sebebi ise diğer tahılların yetiştirilmesinde olduğu gibi doğal faktörlerin yanı sıra yetiştirme tekniğinde istenilen düzeye ulaşılamamış olmasıdır.

Tüm dünya için ne denli önemli olduğu bilinen tahıl üretiminde verimi arttırıcı temel yöntem ve çözüm önerilerini şöyle sıralanabilir (Gökçebay 1986);

- 1) Yetiştirme teknikleri
- 2) Sulu tarım alanlarının geliştirilmesi
- 3) Gübre kullanımının arttırılması
- 4) Uygun çeşit ve iyi tohumluk kullanımı

Yukarıda sayılan dört maddenin hepsi için birçok çalışma yapılmış olup ve sonuçta somut veriler elde edilmiştir. Fakat bununla birlikte özellikle yetiştirme tekniği çok kapsamlı bir konu ve her zaman geliştirilmeye uygundur. Örneğin ülkemizde geçmişte ileri yetiştirme yöntemlerine doymamış olan tahıl tarımı, şu an bile bu düzeye ulaşamamıştır. Gübre, iyi tohumluk, su, ilaç, uygun toprak işleme ve ekim aletleri kullanımı arttıkça üretimde de önemli artışlar beklenebilir. Sürekli artan nüfusa gelecekte mevcut olan üretimin yetmeyeceği de bilinmektedir. Bu nedenle tahılların ekim alanlarını genişleterek üretimi arttırma olanakları da artık neredeyse mümkün olmamaktadır. Bu problemin üstesinden gelmenin yolu ise, birim alan verimini

yükselterek üretim artışı sağlanması açısından, yetiştirme tekniği uygulamalarında yapılacak iyileştirmeler, uygun çeşit ve nitelikli tohum kullanımı ve mekanizasyonla sağlanabilir (Kün 1988; Şehirli vd 2000). Görüldüğü gibi üretimin kararlı ve yüksek düzeyde gerçekleşmesi, gerekli düzenlemeleri yerine getirmeye ve ileri yetiştirme yöntemlerini uygulamaya bağlıdır.

Dünya üzerindeki her ülke tarımsal üretimde yüksek bir verim elde etmek için ileri yetiştirme yöntemlerinden, diğer bir deyişle, amacına uygun olarak makinalardan yararlanmak zorundadır. Yeryüzündeki tarıma uygun alanların sınırlı oluşu, özellikle geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde yetersiz beslenme ve ciddi bir açlık sorununa neden olmaktadır. Ayrıca erozyon, yeni yerleşim yerlerinin açılması, yeni fabrikalar kurulması, yeni yollar açılması gibi nedenlerle mevcut tarıma elverişli alanlar giderek azalmaktadır. Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de tarıma uygun alanlar sınırlı olduğundan tarımsal üretimin artırılması büyük önem kazanmaktadır. Bu nedenle mevcut tarım arazilerini kullanarak üretimi artırmanın yollarından birisinin mekanizasyon gücünden yararlanmak olduğu bilinmektedir. Çünkü günümüz tarımında veya modern tarımda birim alandan alınan ürün miktarını artırmak ve ürün kalitesini yükseltmek için, gübre, enerji, su gibi temel üretim girdilerinin yanında makina kullanımı da zorunludur.

Tarımda makina kullanımının önemini anlamak için, insanoğlunun geçmişte tarımı nasıl yaptığına bakmak gerekir. İnsanlar uzun zaman boyunca toprağı ekip – biçmeyi ilkel yöntemlerle yapmıştır. Modern ekim tekniklerinin kullanılması ise asırları kapsayan bir gelişim sürecini oluşturmaktadır. İlk makinaların da icat edilmesiyle tarımdaki gelişmeler hızlı bir süreç içerisinde girmiştir.

İnsanoğlunun kendi ihtiyaçlarını karşılamak için yapması gereken en önemli işlerden biri bitkisel üretimdir. İnsan, ilk kez iradesini kullanarak bitki tohumlarını toprağı ektiğinde, insanlık kültür tarihinde yeni bir çağ açmış oluyordu. Fakat geçen zaman içerisinde nüfusun hızla çoğalması, yapılan bu ekimden daha fazla ürün alınmasını gerektirmiştir (Mutaf 1984; Ülger vd 2002). Zamanla daha fazla besin kaynaklarına

ihtiyaç duyan insanoğlu, daha fazla üretim yapmaya uğraşmış ve bu üretim ise hem ekim metotlarını hem de mekanizasyonun gelişmesine olanak sağlamıştır.

Artan nüfusun ihtiyaç duyduğu gıdayı sağlamak, gıda miktarının yarışı kazanmasını sağlayacaktır (Gulvin and Stone 1977). Bunu gerçekleştirmek için, son derece hızlı gelişen teknolojiyi kullanmak ve geleneksel gıda üretiminde verimi artırmaya yönelik çalışmalar yapmaktır. Ülkemizin de bilim ve teknoloji alanında hızla yaşanan değişimlerden yararlanabilmesi için, bu değişimlerin ülkemizin özgün koşullarına uyarlanması ve özümsemesi gerekmektedir.

Dünya nüfusu arttıkça birim alandan ürün verimini arttırmanın en önemli yollarından biri olan mekanizasyonun önemi anlaşılmaktadır (Mutaf 1984). Çünkü tarımsal verimi arttırmak için, mevcut tarım arazilerini optimum düzeyde kullanmak ve tarımsal mekanizasyonun her aşamasından yararlanmak gerekir. Tarımsal mekanizasyon; toprak işleme mekanizasyonu, ekim ve dikim mekanizasyonu, tarımsal savaş mekanizasyonu ve hasat – harman mekanizasyonu gibi aşamaları kapsamaktadır.

Ekim mekanizasyonu, toprak işlemeden sonra yapılan ve tarımsal üretim işleminin en önemli aşamalarından biri olan mekanizasyon aşamasıdır. Toprak işlemeden sonra yapılan ekim işlemiyle bitkisel üretim süreci de başlamış olur. Bu süreç birbiriyle bağlantılı çeşitli aşamalardan geçer ve tohum oluşuncaya kadar devam eder (Ülger vd 2002). Doğada rüzgâr, kuş, karınca vb. etkenlerle gelişen ekim işlemi insanoğlu tarafından keşfedilince, insanlığın sosyo – kültürel yaşamında büyük bir değişime neden olmuştur. Bitkisel üretimin döngüsünü sağlayan ekim, ana bitkiyi oluşturacak tohumların çimlenme ve çıkış özelliklerine uygun olarak toprağa yerleştirilip üzerinin kapatılması işlemidir. Ekimi, bitki isteklerine göre gerçekleştirmenin en iyi yolu da mekanizasyondan yararlanmaktır (Önal 1995; Barut vd 2006).

Ekim, tarımsal işlevlerin en eski uygulamalarından biridir. Ekim işleminde uzun yıllardan beri tüm dünya da tohumları el ile serpmek ve bazı toprak işleme aletleriyle kapatmak uzun süre kullanılan yöntem olarak kalmıştır. Ekim tekniğine uygun olarak

tohumların belli derinliklere yerleştirilmesi ilk olarak Doğu Asya ülkelerinde, dikim sopası ve ilkel aletlerle yapılmıştır. Ekim işinde makina kullanılması ile ilgili çalışmalar ise ilk olarak Çin’de ve daha sonra Hindistan, İran ve Arabistan’da yapılmıştır. Fakat bu makinaların yapısı hakkında herhangi bir bilgi yoktur. Yapısı hakkında bilgiye sahip olunan ilk ekim makinası ise 1636 yılında Avusturyalı Joseph Locatelli tarafından geliştirilmiştir. Bu ekim makinasında pulluğa bağlanmış olan sistem ile tohumlar, doğrudan çizi içerisine bırakılmıştır. Kapatma işlemi ise pulluğun arkasında bulunan bir tırmık ile yapılmıştır (Kepner *et al.* 1980; Ülger vd 2002).

Ekim makinaları 19. yüzyıldan itibaren hızlı bir gelişim aşamasına girmiştir. 1835’te ilk pamuk ekim makinaları yapılmıştır. Ocakvari ekim yapan ekim makinaları ise 1857’de geliştirilmiştir. Yirminci yüzyılın ilk yarısında tohumları tek tek ekebilen hassas ekim makinaları Amerika da geliştirilmiştir. Önceleri ekim işlevini yapmak için tasarlanan ekim makinaları, 1940 yılından sonra verimi arttırmaya yönelik çalışmalara önem verilmiştir.

Türkiye tarımındaki mekanizasyon süreci ise II. Dünya savaşı sonrasında başlamıştır (Eşiyok 1999). Bununla birlikte ülkemizde ilk ekim makinası 1911 yılında Edirne’de Rauf Paşa ve Tokat’ta Bekir Sami Paşa çiftliklerinde kullanıldığı söylenmektedir. İlk yerli ekim makinası imalatına ise özel atölyelerde sandıklı ekim makinası yapımı ile başlanmıştır. Daha sonra Makina Kimya Endüstrisi Kurumunun seri üretime başlamasıyla hız kazanmıştır. 1960 yılına kadar çoğunlukla dış alımla sağlanan ekim makinaları, bu tarihten sonra kendi kaynaklarımızla yapılmış olan ekim makinaları da kullanılmaya başlanmıştır (Gökçebay 1986; Ülger vd 2002).

Dünyadaki tarım arazilerinin çoğu zaten kullanımda olup, kullanılmayan tarım arazisi varsa bile az miktarlarda ve boştur (Gulvin and Stone 1977). Ülkemizde de geçmişte tarım alanlarının genişletilmesi yoluyla üretimin artırılması kolay iken günümüzde yeni tarım alanlarının kazanılması çok pahalı yatırımları gerektirmektedir. Çünkü tarımsal potansiyele sahip olan arazilerimizin hemen hemen tamamı bitkisel üretim için zaten işlenmiştir (Özsert 1984). Bu nedenle artan nüfusumuzun gereksinimlerini

karşılatabilmek için, ülkemizin de birim alandan verimi arttırmak için ekim mekanizasyonundan optimum düzeyde yararlanması zorunlu görülmektedir. Fakat burada önemli olan husus ekimde, mekanizasyonun nasıl kullanılması gerektiğidir. Başka bir deyişle, mekanizasyondan yararlanmak için, öncelikle üretimi yapılacak olan ürünün isteklerini ve buna etkili olan faktörleri iyi bilmek gerekir. Örneğin ekilecek tohumun; ışığa, suya, havaya ne oranda ihtiyaç duyduğunu veya hangi derinliğe dikilmesi gerektiği ya da komşu bitki ile arasındaki uzaklığının ne kadar olması gerektiği bilinmeli ki uygun mekanizasyon kullanılabilir. Bu şekilde bitki dikiminde, optimum bitki popülasyonu ve sıra aralığı oluşturulabilir, sonuçta ise birim alandan maksimum net verim elde edilebilir (Srivastava *et al.* 1996).

İyi bir bitkisel verim, yüksek tarla filiz çıkışı ve her bitkinin üniform gelişmesiyle elde edilebilir. Tarladaki filiz çıkış oranı ise tohumun yaşama yeteneği, tohum yatağının fiziksel şartları, toprak nem içeriği, tohum ve toprak arasındaki temas ilişkisi, ekim derinliği, toprak sıcaklığı, ekim makinası performansı, ekimden sonra yüzeyde kabuk oluşumu, hastalıklar, zararlılar ve kötü iklim koşulları gibi pek çok faktör tarafından etkilenir (Kepner *et al.* 1980).

Bitkinin üniform gelişmesi, hem bitki derinliğinde düzgünlük ve hem de yüzeyde üniform bir bitki dağılımı gerektirmektedir (Speelman 1975; Heege 1993). O halde tarlada birim alandaki bitki sayısı için uygun bir yaşama alanına ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü her bitki ihtiyaç duyduğu ışık, hava, sıcaklık, nem ve besin maddelerini sağlayabilmek için minimum bir alana ihtiyaç duyar (Mutaf 1984). Bu yüzden bitkiye bu alanı sağlayabilmek için, tarlada her bitki için aynı büyüklükte birer yaşam alanını zorunlu kılmaktadır. Bu da, tarla yüzeyine tohumun üniform bir şekilde dağıtılması anlamına gelmektedir.

Bitki yoğunluğunun büyük önemi olduğundan, birim alandaki bitki sayısının artırılmasına, böylece her bitkinin tarlada faydalanabileceği yaşam alanının küçültülmesine çalışılır (Mutaf 1984). Bitkilerin sağlıklı büyüüp olgunlaşabilmesi ve hayati fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için besin maddelerini sağlayabileceği bir

yaşam alanına ihtiyaç vardır ve bu isteklerin yerine getirilmesi için de her bitkinin yaşam alanı istenildiği oranda küçültülemez.

Bitkinin uygun bir şekilde yetişebilmesi için tohumlar eşit aralıklarla toprağa yerleştirilmeli ve toprak yüzeyinde üniform bir şekilde dağıtılmalıdır. Bu şekilde her bitki, komşu bitki ile kaynaklanan rekabetten strese girmeden, yetiştirme süresince tüm gereksinimlerini kolayca topraktan karşılayabilir (Mutaf 1984). Bu alanın büyümesi bitkide verimi yükseltir. Ancak birim alandaki bitki sayısının azalması alan veriminin düşmesine yol açacaktır. Yaşam alanının küçültülmesi ise birim alandaki bitki sayısının artmasına neden olurken, bitki başına verimi düşürecektir. Bu durum her bitki için ayrı bir yaşam alanının ve dolayısıyla birim alan için bitki sıklığının belirlenmesine yol açmaktadır. Uygun bitki sıklığı, birim alana atılacak tohum sayısı, başka bir deyişle ekim normuyla belirlenir (Barut vd 2006; Singh *et al.* 2007). Yukarıda sayılan faktörleri bitki lehine çevirmek ve ekim işleminden en iyi verimi elde etmek için, ekimin iyi donanımlı ve performansı iyi olan bir ekim makinasıyla yapılması gerekmektedir.

Toprağı, tohum dağıtımını ve tohumun pozisyonunu hazırlayan ekim makinalarıdır (Hunt 1979). Diğer bir deyişle ekim makinasının performansı, tarlada tohum dağılımını etkileyen önemli faktörlerden biridir (Allen *et al.* 1983; Halderson 1983; Riley *et al.* 1997). Çünkü ekim makinalarının kendilerinden beklenen işlevleri yapabilmeleri, her şeyden önce bitki isteklerine uygun bazı özellikleri taşımalarına bağlıdır (Özsert 1988). Bu özellikler, uygun derinlikte çizi açmak, tohumu ayarlanan normda aktarmak, tohumu uygun bir biçimde çiziye yerleştirmek ve tohumun tipine bağlı olarak toprakla iyi bir iletişim sağlayacak şekilde üstünü kapatmaktır (Kepner *et al.* 1980).

Ekim işleminin başlıca görevi en uygun bitki yoğunluğunu sağlamaktır. Diğer bir deyişle, birim alanda maksimum kazancı elde etmek amacıyla bitkiler arası uygun sıra aralığı bırakmaktır (Kepner *et al.* 1963). Bitki sıra aralığı gereksinimleri ise, hasat şekli, uygulama tekniği ve bitkinin yetiştirme desenine bağlı olarak üründen ürüne değişiklik göstermektedir (Wilson 1980). Gübre ve pestisit uygulaması önemlidir fakat tohum uygun sıra aralığı ve derinliğe ekilmedikçe diğer bütün tarla işlemleri fayda

sağlamayacaktır (Hunt 1979). Bu noktada bitkiler arası mesafeyi etkileyen ekici düzenlerin önemi ortaya çıkmaktadır (Kocher *et al.* 1998). Ekim makinalarının başarısı da, ekilecek tohumlara uygun ekici düzenlerin kullanılması ile sağlanabilir (Önal vd 1991).

Ekimi gerçekleştiren ve ekim performansını belirleyen, ekim makinalarının en önemli parçası ekici düzenlerdir. Çünkü sıralar arası ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne en büyük etki, ekici düzenlerden kaynaklanmaktadır. Bu düzenler, depo içindeki tohumları belli miktarlarda alır ve tohum borusuna bırakırlar. Ekici düzenler genellikle, ekilen tohumun özelliklerine göre ekim makinası deposunun tabanına veya yan yüzeyine yerleştirilir (Mutaf 1984; Ülger vd 2002; Barut vd 2006).

Bir bitkinin yaşam alanını istenilen şekilde ayarlamak için, tohumun ekimini yapacak olan ekici düzenlere ve ekici düzenleri etkileyen şartlara da gereken önemin verilmesi gerekir. Örneğin, bir ekici düzen, ayarlanması ve işletilmesi kolay, tohumu üniform bir oranda ve sürekli akışı sağlayacak şekilde verimli çalışabilmelidir. Bu nedenle istenilen ekimi gerçekleştirebilmek için ekim üzerinde etkili olabilecek her şartın sağlanması zorunlu hale gelmektedir.

Tohum dağıtımında, tohumların ya sıra üzerinde eşit aralıklarla bırakılması hedeflenir ya da tohumun, tohum deposundan tohum borularına serbest akışıyla sınırlıdır. Birinci durum hassas ekim olarak tanımlanır. İkincisi ise tohumları salıverme olarak anlamak mümkündür (Stout and Cheze 1999). Ekim makinalarının gelişim süreci içerisinde yaygın olarak sıraya ekim yapan ekici düzenler kullanılmaktadır.

Ekici düzenler, sıralar arası ve sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü üzerinde en büyük etkiye sahip olan makina organlarıdır. Sıralar arası ve sıralar üzeri tohum dağılım düzgünlüğü bir bakıma ekici düzenin performansını göstermektedir (Taşer 1997b). Bir ekim makinası ekici düzeninin performansı yapısal parametreler ve işletme parametreleri gibi pek çok faktöre bağlıdır (Bansal *et al.* 1989). Örneğin ekici düzenlerde kullanılan oluklu makaraların; oluk şekilleri, oluk uzunlukları, oluk çapları

vb. faktörleri yapısal parametreler içerisinde saymak mümkündür. Bunun yanı sıra yine performansı etkileyen faktörlerden, ilerleme hızı (mil hızı), birim alana atılacak tohum miktarı vb. gibi, ekim işleminde özellikle tohum akış düzgünlüğü üzerinde önemli etkileri olan temel işletme parametreleridir. Yukarıda saydığımız bu faktörlerden işletme parametreleri her ekici düzen için sabit parametreler olmasına karşın, yapısal parametreleri ise farklı ekici düzenler için farklılık gösteren parametrelerdir.

Tahıl ekim makinaların da tohum dağıtımını için değişik ekici düzenler kullanılmaktadır. Bu düzenlerin her biri kendine özgü olumlu ve olumsuz özellikleri vardır. Bu ekici düzenleri şöyle sıralamak mümkündür; oluklu makaralı, dişli makaralı, içten kertikli bilezikli, santrifüj etkili, pnömatik dağıtmalı ve helezonlu makaralı ekici düzenler (Turgut vd 1991). Burada önemli olan husus, ekimi yapılacak tohuma en uygun dağıtım düzeni tipini seçmektir. Bu noktada kolaylık sağlayacak olan faktörler; tohumların fiziko – mekanik özellikleri, büyüklük ve şekilleri, küreselliği ve işletme şartları gibi hususlardır. Bu özellikler göz önünde tutularak dağıtım düzeninin seçimi iyi bir dağılım düzgünlüğü verecektir.

Yaygın olarak kullanılan bu tohum dağıtım düzenleri ile ilgili bugüne kadar pek çok araştırma yapılmıştır. Ancak literatür kısmında, bu çalışmanın da konusu olan, sıraya ekim yapan ekici düzenlerden oluklu makaralı ekici düzenlerle ilgili daha önce yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Tarım makinalarında ekim işlevinin yerine getirilmesinde kullanılan tohum dağıtım düzenlerinden çok önemli bir yere sahip olan oluklu makaralar; kullanımı kolay, basit yapılı, hafif, ucuz, sarsıntıya ve arazinin eğim durumuna karşı az duyarlı ve yüksek hızdaki ekime uygun olan ekici düzenlerdir (Mutaf 1984; Ryu and Kim 1998).

Oluklu makaralı tohum dağıtım düzenleri; ekim makinalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu ekici düzenlerde tohumları hücreden dışarı iten oluklar bulunmaktadır. Enine kesitleri yarım daire şeklinde olan oluklar düz ya da sarmal

yapıda yapılmaktadırlar. Makaralar üzerinde genellikle 10–12 adet oluk bulunmaktadır (Gökçebay 1986; Önal 1995).

Oluklu makaralar, bükülebilir tohum boruları ile belirli oranlarda tohumları tohum deposundan taşır ve çizilere ulaştırır. Oluklu makaralı tohum dağıtım düzenleri çoğunlukla hububat ekimi için kullanılır. Fakat bu ekici düzenlerin bazı modelleri oluklu makaraları ayarlanabilen klapelere sahiptir. Klapeler ve besleme makaraları arasındaki açıklık, farklı boyutlardaki tohumlar için değiştirilebilir özelliktedir (Bell 1996). Bu da oluklu makaraların herhangi bir tohumun ekimini yapmaya olanak sağlamaktadır. Üniform bir dağılım düzgünlüğü elde etmek için bu güne kadar oluklu makaralarla ilgili birçok çalışma yapılmıştır.

Ekim makinaları ile ilgili yapılan bütün çalışmalar iyi bir ekimi gerçekleştirmek içindir. İyi bir ekim işleminin şartlarını yerine getirilebilmesi ise ekim işleminde iyi donanımlı bir ekim makinasının kullanılması gerekmektedir. Başka bir deyişle ekim makinasının kısımlarını oluşturan; tohum deposu, ekici düzen, tohum boruları, çizi açıcı ve kapaticılar gibi donanım parçalarının uyumlu bir şekilde çalışması ve sonuçta da istenilen ekimi yapması gerekmektedir. Bu nedenle de optimum ekim işlemini gerçekleştirmek için özellikle ülkemizde yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu yeni bir makinanın yapımından ziyade mevcut makinaların yukarıda sayılan parçalarıyla ilgili olmaktadır.

Oluklu makaralı ekici düzenlerle ilgili daha önce yapılan araştırmalar doğrultusunda, oluk profil şekli, etkin makara uzunlukları, ilerleme hızı, ekim normu vb faktörlerin tohum akış düzgünlüğüne etkisinin olduğu bilinmektedir. Bu araştırmada da, Türkiye’de ekim makinalarında yaygın olarak kullanılan oluklu makaralı ekici düzenlerinin akış düzgünlüğüne, bazı yapısal ve işletme parametrelerinin etkisi incelenmiştir. Bu amaçla; buğday, çavdar ve arpa tohumları kullanılarak, üç farklı oluk profil şekli (yarım daire, trapez, üçgen), üç farklı oluk derinliği (4 mm, 6 mm, 8 mm), üç ekim normu (10, 15, 20 kg/da) ve üç ilerleme hızı (1, 1.5, 2 m/s) dikkate alınarak, oluklu makaralı tohum dağıtım düzenlerinin tohum akış düzgünlüğüne olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

KAYNAK ÖZETLERİ

Oluklu makaralı ekici düzenlerin performansını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, değişik yapısal özelliklere sahip dokuz adet oluklu makara kullanılmıştır. Denemede kullanılan makaraların farklı çalışma koşullarında gerçekleştirdikleri akış miktarları, akış düzgünlükleri ve pratik koşullarda düzgün tohum akışını sağlayan yapısal özellikler ile çalışma koşulları belirlenmiştir. Sonuç olarak üniform bir akış düzgünlüğü elde etmek için, tohum dağıtım düzeni oluklu itici makaralarının küçük etkin makara uzunluklarında (5–10 mm) ve yüksek mil hızlarında (20–40 min⁻¹) çalıştırılması ve makara oluklarının büyük çaplarda (10-12 mm) açılması önerilmiştir (Turgut vd 1996).

Konak (1996) farklı tahıl ekim makinalarında titreşimin ekim normu ve sıralar arası dağılım düzgünlüğüne etkisi ile ilgili yaptığı çalışmada; buğday ve arpa ekiminde titreşim seviyelerinin ekim normu üzerindeki etkisi içten kertikli bilezikli ekici düzende oluklu itici makaraya göre daha fazla olduğunu ve tohum akışının içten kertikli ekici düzende büyük ölçüde yerçekimi ivmesi etkisiyle olduğunu bildirmiştir. Ayrıca titreşim seviyelerinin ayaklar arası dağılım düzgünlüğüne her iki ekici düzende de etkili olmadığını bildirmiştir.

Ekici düzenlerle tahılların ekimi yapıldığı gibi baklagillerin ekimini de yapmak mümkündür. Yapısal değişikliğe uğratılmış klasik tip oluklu makaralı, dişli makaralı ve iri tohum makaralı ekici düzenler kullanılarak nohut ve fasulye ekimi yapılan bir laboratuvar denemesinde ekim normunun sıra üzeri dağılım düzgünlüğüne etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme sonucunda fasulyenin oluklu, nohudun ise dişli makaralı ekici düzenlerle ekiminde; ekim normu değişimi sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü olumlu yönde etkilerken, diğer ekici düzenlerle yapılan çalışmalarda etkili olmadığını belirtilmiştir. Ayrıca her üç ekici düzenin nohut ve fasulye ekimine uygun olduğu da belirtilmiştir (Konak 1999).

Ekici düzenlerle ilgili yapılan diğer bir çalışmada, üç yerli ve bir yabancı yapımı ekim makinası kullanılmıştır. Bu makinaların tohum dağıtım düzenlerinin sıra üzeri dağılım düzgünlükleri geliştirilen yeni bir ölçüm ve kayıt düzeni ile karşılaştırılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Ekim normu ayarı ile ilgili yapılan bu deneme sonucunda tohum normu ayarı mil hızı ile yapılan tohum dağıtım düzenlerinin daha iyi sonuç verdiği ve ayrıca bu durumun özellikle küçük ekim normlarında daha belirgin bir şekilde ortaya çıktığı bildirilmiştir (Turgut vd 1991).

Ekim makinalarında bazı tohum dağıtım düzenlerinin uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, oluklu itici makaralı tohum dağıtım düzenlerinin ve etken uzunluğu sabit oluklu itici makaralı gübre dağıtım düzeninin kullanılması, ekim tekniği yönünden daha iyi olacağı bildirilmiştir. Ayrıca daha iyi bir bitki dağılımı sağlamak için, tohum dağıtım düzenlerinde oblik olukların kullanılmasının da yerinde olacağı, uygun değişiklikler yapıldığında karıştırıcı çarklar ve pencere açıklıklarından oluşan gübre dağıtım düzeninin de istekleri karşılayabileceği belirtilmiştir. Ayrıca tohum ve gübre dağıtım düzenlerinde daha büyük çıkış açıklıklarının kullanılmasının, bu dağıtım düzenlerini daha olumlu kıldığı kanıtlanmıştır (Özsert ve Ülger 1985).

Nohut ve mercimek ekimine uygun ekici düzenlerin performansını belirlemek amacıyla; iki değişik oluklu makaralı ekici düzen, merkezi oluklu makaralı pnömatik ekici düzen, eğik konumlu ve düşey konumlu mekanik hassas ekici düzenler denemeye alınmıştır. İstatistik analizler sonucunda nohut ekiminde 0.5 m/s ilerleme hızında düşey konumlu yuvalı hassas ekici düzen ile pnömatik ekici düzenin yeterli bir sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğünü sağlayabildiklerini, mercimek ekiminde ise; pnömatik ekici düzen ve oluklu makaralı ekici düzen ile yapılan ekimlerde 1 m/s ilerleme hızında çalışılması gerektiği saptanmıştır (Önal vd 1991).

Yine tahıl ekim makinalarında kullanılan tohum dağıtım düzenleriyle mercimek ekiminin uygun olup olmadığını araştırmak amacıyla Taşer (1997a) yaptığı çalışmada, yapıları farklı dört oluklu makara ile yine yapıları farklı olan iki dişli makara kullanmıştır. Makaralar, 5 ve 8 km/h ilerleme hızlarında ve 6, 8, 10 kg/da ekim

normlarında denemeye tabi tutulmuştur. Laboratuvar koşullarında yapışkan bantlı bir test düzeneği kullanılarak sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğü belirlenmiştir. Deneme sonucunda, üç parçalı oluklu makara ile iki farklı yapıdaki dişli makaradan en iyi değerlerin alındığı bildirilmiştir.

Hububat ekim makinalarında oluklu makaralı ekici düzeni ve yeni tip bir ekici düzen kullanılarak yapılan bir çalışmada, fasulye tohumları kullanılarak her iki ekici düzen karşılaştırılmıştır. Üç farklı tohum büyüklüğü ve üç ekim normu dikkate alınarak yapılan araştırma sonucunda, yeni kuşak ekici düzenin tohum dağılımında daha tutarlı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca her iki ekici düzende de fasulyelerin dikiminden üretilen ürünler arasında önemli bir farkın olmadığı da belirtilmiştir (Ess *et al.* 2005).

Ekilecek tohum boyutlarının küçük olması ekim sırasında zorluklara sebep olan faktörlerden biridir. Yonca ve susam gibi küçük tohumlu bitkilerin akış düzgünlüklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada oluklu makaralar kullanılmıştır. Laboratuvar şartlarında yapılan denemede trapez, üçgen ve yarım daire olmak üzere üç farklı oluk şekline sahip makaralar kullanılmıştır. Farklı etkin makara uzunlukları ve farklı mil hızlarının dikkate alınarak yapılan denemenin istatistiksel analizleri sonucunda oluk şeklinin yonca ve susam tohumlarının akış düzgünlüklerine önemli oranda etki ettiği belirlenmiştir. Ayrıca yonca ve susam tohumlarının ekimi için yarım daire oluk şekilli ekici makara, 8 mm etkin makara uzunluğunda ve 5–10 min⁻¹ ekici mil hızlarında kullanılmasının uygun olduğunu belirtmişlerdir (Yıldırım ve Turgut 2007).

Oluklu makaralı ekici düzenlerin susam tohumlarının ekimine uygunluğunu araştırmak için, Güler (2005a) yaptığı çalışmada, oluklu makaralı ekici düzenler kullanarak susam tohumlarının akış düzgünlüğü üzerinde makara uzunluğu ve makara çapının etkilerini saptamaya çalışmıştır. Makaraları, akış düzgünlükleri ve akış oranları açısından karşılaştırmak için, 5 devir hızı ve 6 makara aktif uzunluğunda denemeye tabii tutmuştur. Yapılan laboratuvar denemesi sonucunda, susam tohumlarının ekiminde iyi bir akış düzgünlüğü için makara çapının 6–8 mm, aktif makara uzunluğunun 15–25 mm ve makara devir sayısının 20–40 min⁻¹ olduğu belirlenmiştir.

Güler (2005b) yaptığı diğler bir çalışmada, yonca tohumunun oluklu makaralardan akış hızı ve akış düzgünlüğü üzerinde; makara oluk çapı, makara uzunluğ ve makara dönme hızının etkisini belirlemeye çalışmıştır. Gerçekleştirilen deneme de yapılan istatistiksel analizler sonucunda oluk çapı ve aktif makara uzunluğunun, tohum akış hızı ve akış düzgünlüğü üzerinde önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Ayrıca oluklu makaralı besleme düzenlerinde gerekli oluk çapının 6–8 mm arasında olması gerektiği, aktif makara genişliğinin 15–25 mm ve oluklu makara hızının ise 20–40 min⁻¹ olması gerektiğini saptamıştır.

zsert (1992) yerli yapım tahıl ekim makinaları kullanarak bazı gübre dağıtım düzenlerinin sıra üzeri gübre dağılım düzgünlüklerini belirlemek amacıyla yaptığı bir çalışmada; ülkemizde kullanılan gübre dağıtım düzenleri arasında en iyi gübre dağılımını, etkin uzunluğu değiştirilebilir oluklu itici makaralı gübre dağıtım düzeninin verdiğini bildirmiştir. Fakat bu düzende görülen bazı olumsuzlukları gidermek için bir model çalışmasıyla, ülkemizde kullanılan gübrelere uygun olarak makaraların bazı yapısal özelliklerinin incelenmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Gübre depoları içerisinde kullanılan karıştırıcıların; gübre akış oranı, akış düzgünlüğü ve gübre zedelenmesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada iki farklı granüle gübre (triple süper fosfat ve kalsiyum amonyum nitrat) ve oluklu makaralı dağıtım düzeni kullanılarak denenmiştir. Parametre olarak karıştırıcı tipi, karıştırıcı açısı ve karıştırıcı dönme hızının ele alındığı çalışmada; karıştırıcı tipinin gübre akış oranı, akış düzgünlüğü ve triple süper fosfat deformasyonu üzerinde önemli bir etkisinin olduğu gözlenmiştir (Yıldırım vd 2002).

Bitki sıra aralığı dzgnlğini belirlemek amacıyla yapılan bir tarla denemesinde iki farklı bezelye tohumu kullanılarak, oluklu makaralı dağıtım düzeni ve hava etkili bir dağıtım düzeni karşılaştırılmıştır. Yapılan alışma sonucunda oluklu makaralı dağıtım düzeninin üniform olmayan bir dağılım sergilediği gözlenmiştir. Fakat genel olarak her iki ekici düzeninde sıralar arası tohum dağılım dzgnlğinde yakın özellikler gösterdiği saptanmıştır (Wilkins *et al.* 1991).

Tahıl ekim makinalarında titreşim, çizi üzerinde çok aşırı ya da çok düşük gübre normlarının gerçekleşmesine yol açmaktadır. Bununla ilgili Özsert vd (1994) granül triple superfosfat ve kristal amonyum sülfat gübrecelerini kullanarak oluklu makaralı ekici düzenler ile yaptığı çalışmada, sıra üzeri gübre dağılım düzgünlüğünün esasen dağıtım düzenlerine bağlı kalındığını ve bu durumun, her bir dağıtım düzeninin ayar kademesinde görülen titreşime bağlı önemli değişimleri kapattığını bildirmişlerdir. Burada titreşimin dağıtım düzenlerinin tümünde, çiziye bırakılan gübre miktarlarını çok önemli düzeyde değiştirerek varyasyon katsayısı değerlerini ters yönde etkilemesinin önemli olduğu vurgulanmıştır.

Titreşimin sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, üç değişik tohum dağıtım düzeni; düz oluklu itici makaralı, oblik oluklu makaralı, içten kertikli bilezikli tohum dağıtım düzenleri ile üç farklı titreşim şiddeti ele alınmıştır. Sıra üzeri dağılım düzgünlükleri ile norm değişimleri ortaya konularak dağıtım düzenleri karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda titreşimin, varyasyon katsayısı değerlerinin değişiminde önemli derecede etkili olduğunu ve bu etkinin norm ayarı ve dağıtım düzenlerine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca titreşimin, oluklu makaralı dağıtım düzenlerinde çiziye bırakılan tohum miktarını da çok önemli derecede değiştirdiğini bildirmişlerdir (Turgut vd 1992).

Yerli ekim makinalarında, bazı gübre dağıtım düzenlerinin kullanılmasıyla yapılan bir çalışmada; Türkiye’de üretilen bazı granüle gübrecelerin partikül büyüklüklerinin sıra üzeri dağılım düzgünlüğüne etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmada üç adet gübre dağıtım mekanizması (çıkış deliği ayarlanabilir ve karıştırıcıya sahip gübre dağıtım mekanizması, aktif alanı değiştirilebilir ve aktif alanı değiştirilemeyen gübre dağıtım mekanizmaları) kullanılmıştır. Ayrıca iki gübre çeşidi, dört farklı partikül büyüklüğü, ve iki ilerleme hızı dikkate alınarak yapılan çalışma sonucunda, gübre tipi ve partikül büyüklüğünün akış düzgünlüğünü etkilediği bildirilmiştir. Bu bağlamda sıra üzeri dağılım düzgünlüğüne küçük partiküllü gübrecelerin olumlu etki yaptığı, büyük partiküllü gübrecelerin ise negatif etki yaptığı sonucuna varmışlardır (Turgut vd 1994).

Ekim makinalarında katı mineral gübrelerin, gübre atma organlarından akışına çalışma koşullarının etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, iki farklı yapıya sahip oluklu makaralı dağıtım düzeni, helezon götürücülü dağıtım düzeni ve dıştan kertikli çarklı gübre dağıtım düzeni kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda oluklu makaralı dağıtım düzenleriyle çalışmada; eğimin, gübre normuna etkisinin az olduğunu ve bu çalışma koşullarında diğer dağıtım düzenlerinin daha çok etkilendiği bildirilmiştir. Nem oranı arttırılmış gübreler ile çalışmada oluklu makaralı düzenlerin olumsuz etkilendiği de gözlenmiştir (Önal vd 1986).

Bitkisel üretimde verim, tohum dağılımının optimum düzeyde gerçekleştirilmesine son derece bağlıdır. Tahıl üretiminde ise dağılım düzgünlüğü büyük ölçüde ekim makinaları dağıtım düzeni performansının bir sonucudur. Dağıtım düzenlerinin performansını etkileyen pek çok faktör vardır. Örneğin; oluklu itici makaralı dağıtım düzeni performansını etkileyen faktörlerin; makara çapı, oluk çapı ve sayısı, etkin makara uzunluğu, helis açısı, mil hızı, klape aralığı, klape sarma açısı ve makara dönme yönü olduğu belirtilmiştir (Bernacki *et al.* 1972).

Helisel oluklu tohum dağıtım düzenine sahip kombine tahıl ekim makinasında, ilerleme hızının tohum dağılım düzgünlüğüne etkisini belirlemek için yapılan bir çalışmada yapışkan bir bant düzeneği kullanılmıştır. Deneme de iki farklı ürün, iki ekim normu ve üç farklı ilerleme hızı kullanılarak en iyi sıra üzeri dağılım düzgünlüğü belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme sonucunda, ilerleme hızı ve ekim normunun sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüğüne etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır (Taşer ve Altuntaş 1994).

Oluklu makaralı ekici düzenlerde oluk çapı, oluk uzunluğu ve oluk helisel açısının tohum akış düzgünlüğü üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir. Oluklu makaraların bu yapısal özelliklerinin akış düzgünlüğü üzerindeki etkilerini saptamak için yapılan bir çalışmada; dokuz adet delrin malzemedan yapılmış oluklu makara, 5 km/h ilerleme hızında ve 10 kg/da, 15 kg/da, 20 kg/da ekim normunda kullanılmıştır. Yapılan varyans analizi ve LSD testleri sonucunda oluklu makaraların bu yapısal özelliklerinin tohum akış düzgünlüğü üzerinde önemli etkisinin olduğu saptanmıştır. Fakat küçük ekim

normlarında helisel açının önemsiz olduğu, oluk çapının artışıyla daha iyi bir dağılım düzgünlüğünün elde edildiği belirlenmiştir (Turgut vd 1998).

Özsert vd (1997) yaptıkları bir çalışmada, 56 mm çapında üç adet oluklu makara kullanılmıştır. Klape aralığı ve sarma açısının akış düzgünlüğüne etkisinin incelendiği çalışmada; genel olarak klape aralığının dar olması, akış düzgünlüğünü iyi yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Ayrıca geniş klape aralığında sarma açısının artışı sonucu, ekim normunun sağlanabilmesi için daha yüksek mil hızları gerektiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle sarma açısının etkisiyle dar klape aralığında mil hızı küçük oluklu makarada (OÇ= 8 mm) tüm klapelere hemen hemen aynı olduğunu, 10 mm çaplı oluklara sahip makarada özellikle 5 mm etkin makara uzunluğunda arttığını, 12 mm çaplı oluklara sahip makarada ise azaldığını bildirmişlerdir. Sonuçta, oluklu itici makaralı tohum dağıtım düzeninde düzgün bir tohum akışı için makara klape aralığının dar (3 mm) ve klape sarma açısının da 47° olması gerektiğini saptamışlardır.

Turgut vd (1995) oluklu itici makaralı dağıtım düzenlerinde DAP gübresiyle yaptıkları bir çalışmada makara oluk çapı helis açısının diamonyum fosfat gübresi dağılımını çok önemli düzeyde etkilediği; etkin makara uzunluğunun önemli ve kararlı bir etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir.

Ekim makinalarının sıra üzeri tohum dağılım düzgünlüklerinin belirlenmesinde üç yöntem söz konusudur. Bu yöntemler tarla koşullarında belirleme, laboratuvar koşullarında belirleme ve elektronik ölçüm yöntemiyle belirlemedir. Elektronik ölçüm yöntemiyle ilgili Karayel (2007) yaptığı çalışmada sıra üzeri tohum dağılımını belirlemek için, oluklu makaralı dağıtım düzeneği kullanarak optik sensörlü ve yüksek hızlı dijital kameralı ölçme sistemlerini karşılaştırmıştır. Laboratuvar koşullarında yapılan deneme de buğday ve soya tohumları kullanılmıştır. Oluklu makaralı ekici düzenin farklı devir sayılarında ölçülen sıra üzeri uzaklıklar istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Deney sonucunda, kameralı ölçme sisteminde daha düşük ölçüm hatasının olduğunu bildirmiştir. Ayrıca 10, 20 ve 30 min⁻¹ makara devirlerinde optik sensörler ile ölçülen sıra üzeri uzaklıklarla, kamera ile ölçülen sıra üzeri uzaklıklar

arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemsiz olduğu, 40 min⁻¹ makara devrinde oluşan farklılığın ise %1 önem düzeyinde olduğunu belirtmiştir.

Oluklu makaralı ekici düzenlerde tohumların oluklara düşmesi sırasında tohumların zedelenmesine sebep olan üç önemli faktör söz konusudur. Bunlardan birincisi, oluklu makaralardaki oluk sayısı, ikincisi oluk büyüklükleri, üçüncüsü ise oluk şekilleridir (Ryu and Kim 1998). Tahıl ekim makinalarında kullanılan oluklu makaralarda oluk şeklinin tohum akış düzgünlüğüne etkisi ile ilgili Yıldırım vd (2004) yaptıkları çalışmada daneli ürün olarak buğday ve arpa kullanmışlardır. Akış düzgünlüklerinin belirlenmesinde kullanılan varyasyon katsayısı değerlerine uyguladıkları istatistiksel analizler sonucunda, değişik oluk profillerinin akış düzgünlüğüne etkisinin çok önemli olduğunu belirlemişlerdir. Sonuçta yatık profilli, trapez ve yarım daire profilli oluklar içerisinde en iyi oluk şeklinin trapez profilli oluklu makara olduğu saptanmıştır. Ayrıca etkin makara uzunluğu arttıkça tohum akışının daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada, tahılların ekiminde yaygın olarak kullanılan oluklu makaralı ekici düzenlerin yapısal ve işletme özellikleri incelenmiştir. Bunun için, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Laboratuvarında hazır bulunan sabit bir tahıl ekim makinasının üzerinde, farklı oluk şekli ve oluk derinliğine sahip oluklu makaraların, farklı ilerleme hızları ve ekim normlarında, değişik tohumlarla gerçekleştirdikleri akış düzgünlükleri incelenmiştir.

3.1.1. Araştırmada Kullanılan Tohumlar

Araştırmada tohum olarak buğday, çavdar ve arpa kullanılmıştır (Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3). Bu ürünlere ait tohumlar denemeye alınmadan önce eleklerle elenerek içerisinde bulunan taş, sap ve saman gibi yabancı maddeler ayıklanmıştır. Bu ayıklama işleminden sonra, tohumlar temiz bir yüzeye serilmiş ve kırık tohum taneleri el ile toplanmıştır. Araştırmada kullanılan tohumlarla ilgili; bin dane ağırlığı, yığılma açısı, hacim ağırlığı, tohum tane boyutları değerleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan tohumların fiziksel özellikleri

Tohum	1000 Dane Ağırlığı (g)	Yığılma Açısı (°)	Hacim Ağırlığı (kg/m ³)	Tane Boyutları (mm)			Küresellik (%)
				Uzunluk (U)	Genişlik (G)	Kalınlık (K)	
Buğday	35,89	23.96	903	6,64	2,87	2,51	55
Çavdar	26,19	22.46	800	7,54	2,47	2,22	46
Arpa	49,08	28.81	710	9,88	3,33	2,44	44



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan buğday tohumu



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan çavdar tohumu



Şekil 3.3. Araştırmada kullanılan arpa tohumu

Tohumların bin dane ağırlıklarını belirlemek için, her bir tohum çeşidinde üç ayrı bin tane tohum sayılmış ve hassas terazi ile ağırlıkları ölçülerek ortalaması hesaplanmıştır. Bu şekilde her bir tohum çeşidinin 1000 tane ağırlığı üçer tekerrürlü olarak hesaplanmıştır.

Tohumların yığılma açılarının belirlenmesi için, tohum yatay bir zemin üzerinde sabit bir yükseklikte bir huniden yavaşça dökülmüş, dökülen tohumlar yatay zeminde bir koni oluşturmuştur. Tohumların oluşturduğu koninin taban açısı olarak adlandırılan yığılma açıları, koninin taban çapı ve yüksekliği ölçülerek hesaplanmıştır (Saxena and Varma 1973; Önal 1995). Yığılma açıları her bir tohum çeşidi için beşer tekerrürlü olarak hesaplanmıştır.

Tohumların diğer bir fiziksel özelliği olan hacim ağırlığının belirlenmesi için, her bir tohum çeşidine üçer tane ölçülü kap kullanılmıştır. Tohumlar kap içerisine doldurulmuş ve iyice yerleşmesi için belli bir süre bekletilmiştir. Daha sonra kap üzerindeki fazla

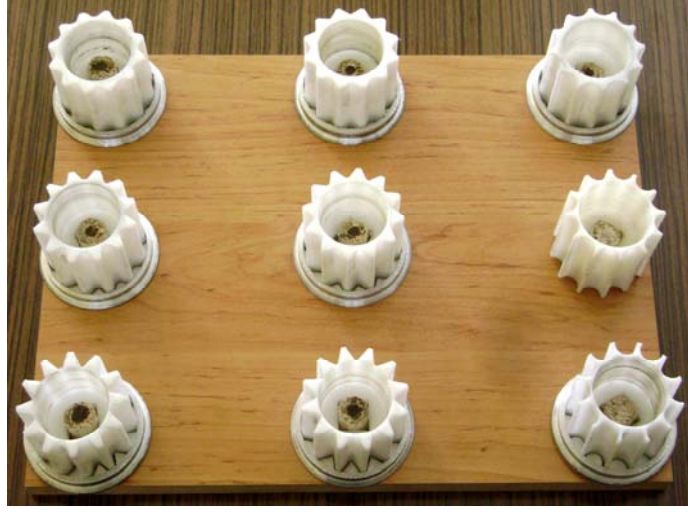
tohum düzgün bir masterla sıyrılarak hassas terazide tartılmıştır. Tartılan bu ağırlıktan kabın darası çıkarılarak net tohum ağırlığı bulunmuştur. Tohum ağırlığı, ölçülen kap hacmine bölünerek tohum hacim ağırlığı belirlenmiştir (Speelman 1979; De 1989; ASAE Standards 1998).

Tohumların küresellik değerlerini hesaplamak için, yatay bir zeminde serbest halde duran tohum tanelerinin uzunluk (U), genişlik (G) ve kalınlık (K) değerleri 0.01 hassasiyette dijital kumpas ile ölçülmüştür (Karayel vd. 2005). Bu ölçümde her tohum çeşidi için, en az 30 adet tohum üç tekerrürlü olmak şartıyla, toplamda 90 adet tohum boyutu ölçülmüştür. Ölçülen değerlerin ortalaması alınarak tohumların küreselliği;

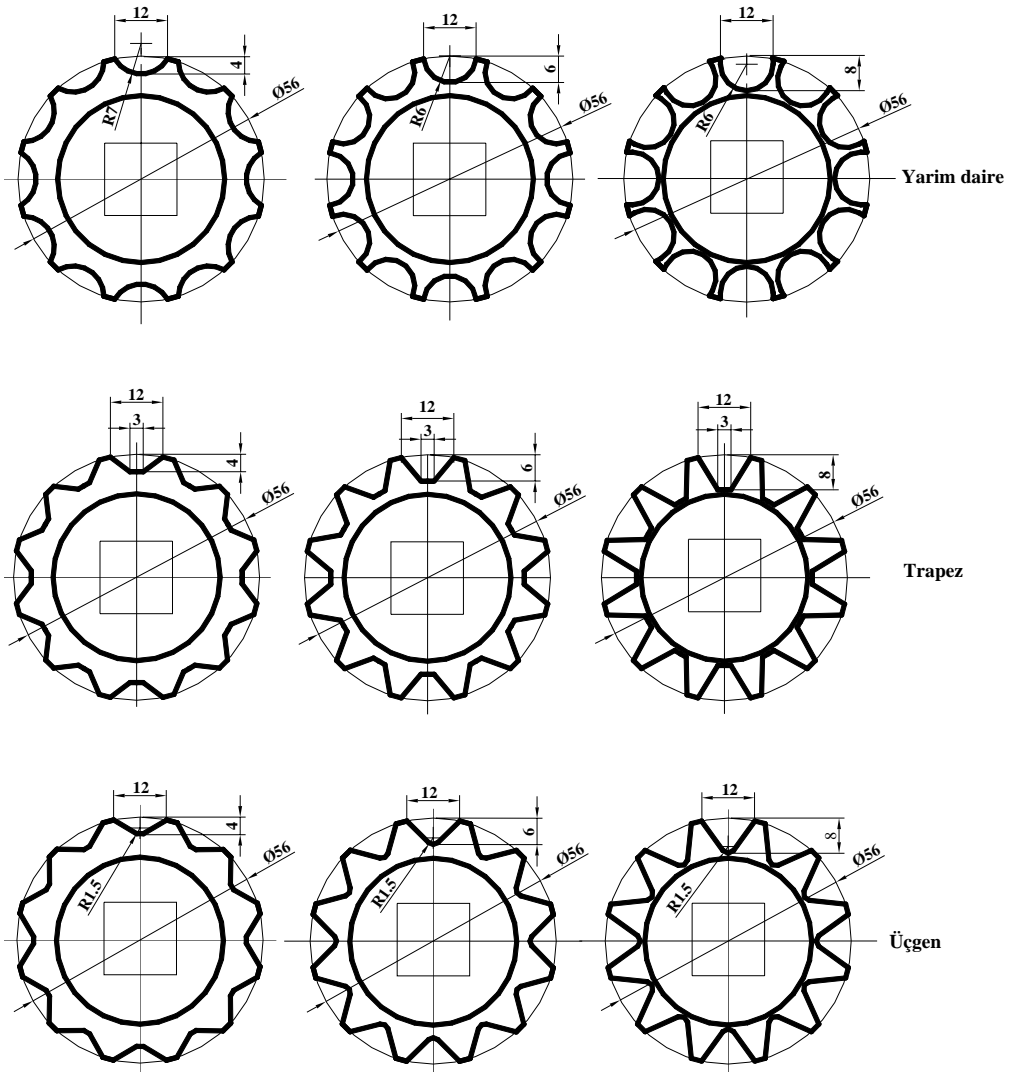
$$\frac{(U.G.K)^{1/3}}{U}.100 \text{ formülü ile hesaplanmıştır.}$$

3.1.2. Araştırmada Kullanılan Makaralar

Araştırmada farklı oluk profil şekline ve derinliğine sahip oluklu makaralı ekici düzenler kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan oluklu makaralar “delrin” malzemeden ve her bir makaranın kendisine uygun rozetleri (rondela) ise alüminyum malzemeden Tarım Makinaları Bölümü Atölyesinde imal edilmiştir. Makaralar, yarım daire, trapez ve üçgen olmak üzere üç farklı oluk profil şekli ve her bir oluk profil şeklinde ise üç farklı oluk derinliği (4, 6, 8 mm) olmak üzere toplam 9 adet oluklu makara imal edilmiştir. Bu araştırmada kullanılan oluklu makaralar Şekil 3.4’te, makaralara ait teknik ölçüler ise Şekil 3.5’te, gösterilmiştir. Oluk şekline bağlı olarak makaralar arasında karşılaştırmalı sonuçlar elde edebilmek için, aynı oluk derinliğine sahip makaralarda, oluk sayıları, oluk çıkıntıları, oluk açıklıkları ve oluk kesit alanları eşit olarak tasarlanmıştır (Yıldırım ve Turgut 2007).



Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan makaralar



Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan oluklu makaraların teknik ölçüleri

3.2. Yöntem

Bu çalışma, tam şansa bağlı deneme deseninde faktöriyel düzenlemeye göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemeler, üç farklı oluk profil şekli (yarım daire, trapez ve üçgen), üç farklı oluk derinliği (4, 6 ve 8 mm), üç farklı ilerleme hızı (1, 1.5 ve 2 m/s) ve üç farklı ekim normunda (10, 15 ve 20 kg/da) sabit konumdaki bir ekim makinası üzerinde yürütülmüştür.

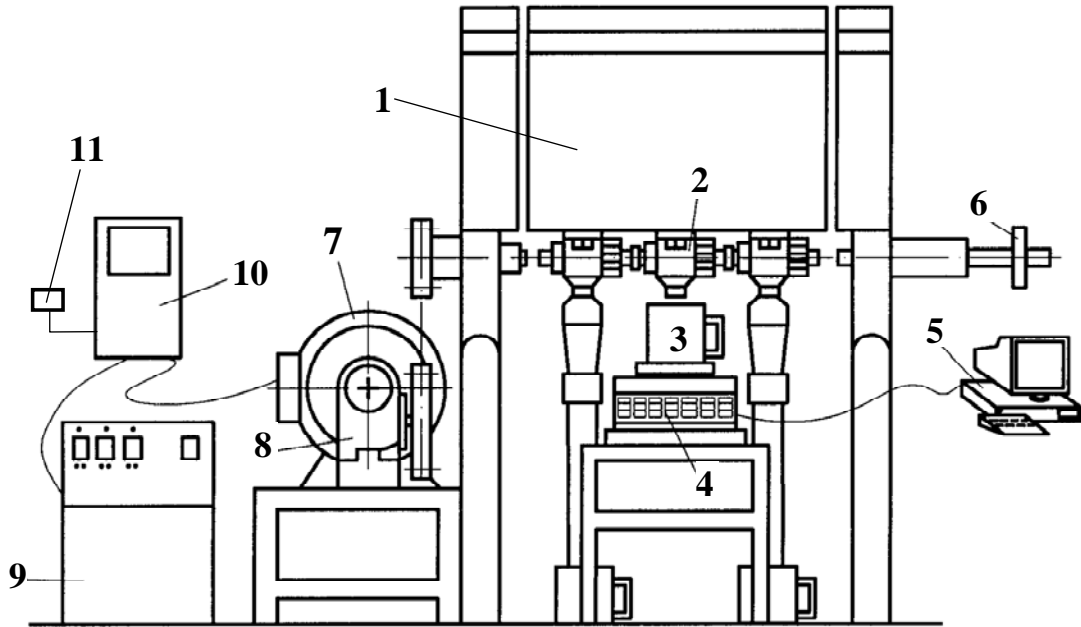
Ekim makinalarında kullanılan transmisyon oranı 0.2–0.6 arasında değişmektedir (Özmerzi vd 2004). Bu çalışmada ise transmisyon oranı 0.38 alınarak, 1, 1.5 ve 2 m/s ilerleme hızlarına karşılık gelen ekici mil hızları belirlenmiştir. Denemeler 1, 1.5 ve 2 m/s ilerleme hızlarını karşılayan, sırasıyla 11, 16 ve 21 min⁻¹ ekici mil hızlarında yürütülmüştür. Ayrıca yukarıda da belirtildiği gibi denemelerde üç farklı ilerleme hızı dikkate alınmıştır. Fakat çalışma atölyede, sabit bir makina üzerinde yapıldığı için, bu ilerleme hızlarına denk gelen mil hızları kullanılmıştır. Bu mil hızlarının belirlenmesinde ise yukarıda verilen transmisyon oranından yararlanılmıştır. Bu yüzden denemelerin yapılmasına geçmeden önce hız kontrol ünitesinden, mil hızlarına karşılık gelen gösterge değerleri belirlenmiş (240=11 min⁻¹, 350=16 min⁻¹, 460=21 min⁻¹) ve denemeler boyunca bu değerler dikkate alınmıştır.

3.2.1. Deneme ve Kayıt Düzeni

Araştırma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Atölyesinde hazırlanan ve Şekil 3.6' da görülen deneme ve kayıt düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Şekildeki düzenekte görülen ve denemelerin yürütüldüğü makina, sabit konumda bir ekim makinasıdır. Ekici mile dönme hareketi verilebilmesi ve farklı ekici mil hızları elde edilebilmesi için, hız değiştirme ünitesine bağlı olan, 4 kW gücünde bir elektrik motoru kullanılmıştır (Bufton et al. 1974). Elektrik motorundan elde edilen dönme hareketi ise dişli çark sistemiyle ekici düzenlerin bulunduğu mile iletilmiştir. Deneme

kayıt düzeneği; elektronik trifaze voltaj regülatörü, hız kontrol ünitesi ve hız göstergesi, hassas terazi ve kişisel bilgisayardan oluşmuştur (Özsert vd 1988; Turgut vd 1996).

Ölçümlerde, tohum dağıtma düzeninden sürekli akış halinde olan materyal hassas terazi ile yığışımli olarak tartılmış ve bu tartım değerleri RS 232 C interface devresi ile aynı anda bilgisayara iletilmiştir (Özsert vd 1988).



Şekil 3.6. Deneme ve kayıt düzeneği

(1: Tohum deposu, 2: Ekici düzen, 3: Toplama kabı, 4: Hassas terazi, 5: Kişisel bilgisayar, 6: Etkin makara uzunluğu ayar vidası, 7: Elektrik motoru, 8: Redüksiyon, 9: Voltaj regülatörü, 10: Hız değiştirme ünitesi, 11: Hız göstergesi)

3.2.1.a. Servo Elektronik Trifaze Voltaj Regülatörü

Şehir şebekesindeki gerilim dalgalanmaları sonucu meydana gelebilecek elektrik motoru hız değişimlerini sabit konumda tutmak amacıyla şehir şebekesi ile hız kontrol ünitesi arasında ELSAN servo elektronik trifaze voltaj regülatörü kullanılmıştır (Şekil 3.7). Bu regülatör ile gerilim dalgalanmaları sabit tutularak hız kontrolü sağlanmıştır. Regülatör ile ilgili teknik özellikler Çizelge 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.7. Servo elektronik trifaze voltaj regülatörü

Çizelge 3.2. Servo elektronik trifaze voltaj regülatörünün teknik özellikleri

Giriş Gerilimi	Çıkış Gerilimi	Çıkış Gerilim Dalgalanması
276 – 450 V AC	380 V AC	±% 1 ile %5 arasında ayarlanabilir

3.2.1.b. Elektronik Hız Kontrol Ünitesi ve Hız Göstergesi

Denemeler sırasında elektrik motoru hızını değiştirebilmek için bir hız kontrol ünitesi kullanılmıştır. Hız kontrol ünitesiyle motor devri minimum ile maksimum değer arasında kademesiz olarak ayarlanabilir, hız kontrolü yapılabilir ve ayarlanan hızda

motor devrinin sabit tutulması sağlanabilmektedir. Ayrıca hız değerleri hız göstergesinden dijital olarak izlenebilmektedir. Hız kontrol ünitesine ilişkin teknik özellikler Çizelge 3.3’de, hız kontrol ünitesi ise Şekil 3.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Elektronik hız kontrol ünitesi teknik özellikleri

Güç	4 kW
Giriş Fazı	3
Giriş Gerilimi	50 – 60 Hz, 380 V \pm %15
Çıkış Akımı	11.5 A
Çalışma Sıcaklığı	0 °C – +40 °C
Kalkma – Yavaşlama Zamanı	1.5 – 16.5 s ayarlanabilir



Şekil 3.8. Elektronik hız kontrol ünitesi ve hız göstergesi

3.2.1.c. Hassas Terazi

Araştırmada dağıtım dűzeninden akan tohumların yığışımlı tartılması için Fisher Scientific XD – 800 model hassas terazi kullanılmıştır. Terazi, RS 232 C interface devresiyle farklı aktarma hızlarında (110–9600 baud=bit/s) otomatik tartım yapabilmektedir. Denemelerde kullanılan hassas terazi ile ilgili teknik ۆzellikler izelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Hassas terazi ile ilgili teknik ۆzellikler

Kapasite	800 g
Hassasiyet	0.01 g
Algılama Süresi	2 – 5 saniye
Elektrik Gereksinimi	115/230 V AC 50/60 Hz
Filtre	Hızlı / Normal / Yavaş
Veri Gönderme	Tek / Otomatik / Yavaş
İletişim Hızı	110, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 Baud (bit/s)
Eşlik	Eşlik Yok / Eşlik Var (ift / Tek)
Veri İletim Aralığı	Aralıksız – 1/1 s – 1/10 – 1/60 s
RS 232 C İnterface	9 Pin D Soket, 8 Veri Biti, 2 Durak Biti, ASCII Karakter

3.2.1.d. Kişisel Bilgisayar

Denemelerde tartım değerlerini depolamak için kişisel bir bilgisayardan yararlanılmıştır. Tartım değerlerini bilgisayara aktarmak için hassas terazi, bilgisayara RS 232 C interface devresi ile bağlanmıştır. Yapılan her tekerrűr için bilgisayarda bir dosya açılarak, gerekli veriler bu dosyaya kaydedilmiştir.

3.2.2. Denemelerin Yürütülmesi ve Kayıtların Alınması

Materyal bölümünde özellikleri verilen oluklu makaralardan gerçekleşen tohum akış düzgünlüklerini belirlemek için, tohum dağıtım düzeni altına yerleştirilen ve özellikleri yukarıda belirtilen hassas terazi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan makaralar yapısal olarak, üç farklı oluk şekli (yarım daire, trapez, üçgen) ve üç farklı oluk derinliğinde (4, 6, 8 mm) imal edilmiştir. İşletme faktörleri olarak her bir oluklu makara için, üç ilerleme hızı (1, 1.5, 2 m/s), üç ekim normu (10, 15, 20 kg/da) seçilmiştir. Buğday, çavdar ve arpa tohumunun kullanıldığı bu araştırmada, oluk profil şekli, oluk derinliği, ilerleme hızı ve ekim normunun bütün kombinasyonları üç tekerrürlü olarak denenmiştir. Her bir tekerrürde oluklu makaradan sürekli akış halinde olan tohum, makaranın altına yerleştirilen 0.01 g hassasiyette bir hassas terazi ile 0.1 saniye (2400 baud=bit/s) ölçüm aralığıyla yığışımlı olarak sürekli tartılmıştır. Her bir tekerrüre ait tartım değerleri ise RS 232 C interface devresi yardımıyla eş zamanlı olarak bilgisayara aktarılmıştır (Özsert vd 1988). Bu şekilde elde edilen yığışımlı tartım değerleri, her bir tekerrür için bilgisayarda açılan bir dosyaya kaydedilmiştir.

Denemeler süresince, oluklu makaraların yerleştirildiği tohum hücresinin taban klape aralığı 4 mm ve klape sarma açısı 47^0 olacak şekilde sabit tutulmuştur (Yıldırım ve Turgut 2007). Ayrıca depodaki tohum yüksekliği, depo yüksekliğinin en az % 50'si olacak şekilde sabit kalması sağlanmıştır.

3.2.3. Tohum Akış Düzgünlüğünün Belirlenmesi

Denemelerden elde edilen veriler bilgisayarda depolandıktan sonra, istatistiksel analiz yapmak için, her bir tekerrüre ait dosyadan 200 değer alınmıştır. Her bir tekerrür için alınan bu yığışımlı tartım değeri arasındaki farklar EXCEL programı yardımıyla hesaplanmış, yığışımlı verilerden ölçüm aralıklarında elde edilen değerler belirlenmiştir (Anonim 1997). Ölçüm aralıklarındaki değerlerin ortalaması alınarak her bir tekerrür için ortalama tohum miktarı g/s olarak belirlenmiştir. Ayrıca, akış düzgünlüğünün

ifadesi olarak kullanılan varyasyon katsayısı (CV) değerleri, % olarak her bir tekerrür için aşağıdaki eşikliklerle hesaplanmıştır (Anonim 1983; Yıldız ve Bircan 2003).

$$\text{Debi} = \bar{X} = \Sigma X_i / N$$

$$\text{Standart sapma} = S = [\Sigma (X_i - \bar{X})^2 / N - 1]^{1/2}$$

$$\text{Varyasyon katsayısı} = \text{CV} = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100$$

X_i : Her ölçüm aralığında (1/10 s) belirlenen tohum miktarı (g)

N : Her bir tekerrürdeki toplam değer sayısı

S : Her bir tekerrürde elde edilecek tartım değerlerinin standart sapma değeri (g/s)

\bar{X} : Her bir tekerrürde elde edilecek ortalama tohum miktarı (g/s)

Akış düzgünlüğünün ifadesinde kullanılan varyasyon katsayısı değeri ne kadar küçük olursa tohum akış düzgünlüğünün de o kadar iyi olduğu anlamına gelmektedir. Düzgün bir tohum akışı ise, tohumların sıra üzeri ekim düzgünlüğünü iyileştirmekte ve ekim makinasının iş kalitesini artırmaktadır (Yıldırım vd 2004). Bunun sonucu olarak da, tarla yüzeyinde tohumlar arası optimum yaşam alanı sağlanarak birim alandaki ürün veriminin artması sağlanabilmektedir.

Ekici düzenden akan farklı tohumların akış düzgünlüğü üzerine, ilerleme hızı, oluk şekli, oluk derinliğinin farklı ekim normlarında etkilerini belirlemek amacıyla, her bir tekerrürde belirlenen varyasyon katsayısı (CV) değerlerine MINITAB paket programı yardımıyla tam faktöriyel deneme desenine göre varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve sonuçlar çizelgeler halinde verilmiştir (Anonim 2000b). Ayrıca oluklu makaralardan akan tohumların ortalama CV değerlerine MSTAT-C paket programı yardımıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır (Anonim 1989). Analizler sonucunda, farklı tohumlar için akış düzgünlüğü bakımından en iyi sonuçları veren oluk şekli, oluk derinliği ve ilerleme hızı, farklı ekim normlarında belirlenerek çizelgeler halinde verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada tohum dağıtım düzenlerinde kullanılan oluklu makaralar kullanılarak buğday, çavdar ve arpa tohumlarının akış düzgünlükleri incelenmiştir. Oluklu makaralar üç farklı oluk şekli (yarım daire, trapez ve üçgen) ve üç farklı oluk derinliğinde (4 mm, 6 mm ve 8 mm) imal edilmiştir. Denemeler her tohum çeşidi için 10, 15 ve 20 kg/da ekim normu ve 1, 1.5 ve 2 m/s ilerleme hızlarında (11, 16, 21 min⁻¹ eşdeğer ekici mil hızlarında) yürütülmüştür. Denemeler sonucunda elde edilen varyasyon katsayısı değerlerine her bir tohum için ekim normlarına göre ayrı ayrı varyans analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar grafik ve çizelgeler halinde sunulularak tartışılmıştır.

4.1. Buğdaya Ait Sonuçlar

Buğday tohumlarının akış düzgünlüğüne oluklu makara yapısal özellikleri ve işletme parametrelerinin etkilerini belirlemek amacıyla, elde edilen varyasyon katsayısı (CV) değerlerine varyans analizi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1'deki değerlere göre, bütün ekim normlarında, tohum akış düzgünlüğü, hız, oluk şekli, oluk derinliği ve bu parametrelerin birbirleriyle olan ikili ve üçlü interaksyonlarına bağlı olarak çok önemli düzeyde ($P < 0.01$) değişmiştir. Sadece 20 kg/da ekim normunda, Hız x Oluk Şekli interaksyonunun akış düzgünlüğü üzerindeki etkisi önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Buğdaydan elde edilen CV değerleri için varyans analizi sonuçları

Ekim Normu (kg/da)	Varyasyon Kaynakları	S.D. ⁺	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
10	Hız (H)	2	304.359	152.179	357.12**
	Oluk Şekli (OS)	2	40.820	20.410	47.90**
	Oluk Derinliği (OD)	2	16.777	8.389	19.69**
	H x OS	4	7.059	1.765	4.14**
	H x OD	4	30.975	7.744	18.17**
	OS x OD	4	105.128	26.282	61.68**
	H x OS x OD	8	18.141	2.268	5.32**
	Hata	54	23.011	0.426	
	Genel	80	546.269		
15	Hız (H)	2	135.878	67.939	149.85**
	Oluk Şekli (OS)	2	38.870	19.435	42.87**
	Oluk Derinliği (OD)	2	9.788	4.894	10.79**
	H x OS	4	17.939	4.485	9.89**
	H x OD	4	6.999	1.750	3.86**
	OS x OD	4	39.494	9.874	21.78**
	H x OS x OD	8	28.090	3.511	7.74**
	Hata	54	24.483	0.453	
	Genel	80	301.541		
20	Hız (H)	2	41.2331	20.6165	44.89**
	Oluk Şekli (OS)	2	31.2952	15.6476	34.07**
	Oluk Derinliği (OD)	2	31.9450	15.9725	34.77**
	H x OS	4	3.7249	0.9312	2.03 ^{ns}
	H x OD	4	14.8271	3.7068	8.07**
	OS x OD	4	29.3203	7.3301	15.96**
	H x OS x OD	8	27.5039	3.4380	7.49**
	Hata	54	24.8029	0.4593	
	Genel	80	204.6523		

⁺: Serbestlik Derecesi

** : P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

ns: P>0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemsiz

Buğdayda akış düzgünlüğüne etki eden faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.2), hızın artması ile bütün ekim normlarında, daha önce yapılan çalışmalara paralel olarak CV değerlerinin azalmasını, dolayısıyla tohum akışının iyileşmesini sağlamıştır (Turgut vd 1995; Özsert vd 1997; Yıldırım vd 2004). Sabit bir ekim makinası deposunda gerçekleştirilen bu çalışmada, her bir ilerleme hızı için transmisyon oranına (0.38) bağlı olarak bir ekici mil hızı

belirlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada ilerleme hızı arttıkça ekici mil hızı da artmaktadır. Ekici mil hızının artması ise oluklu makaraların birim zamanda ilettikleri tohum miktarını artırmaktadır. Birim zamanda iletilen tohum miktarının artması ise akışı daha karalı hale getirmekte ve elde edilen CV değerleri düşmektedir. Her bir ekim normunda bütün hızlarda elde edilen ortalama CV değerlerinin tamamı birbirlerinden farklı olarak gerçekleşmiştir. Bunun yanı sıra ekim normunun artması, akışı daha kararlı hale getirmiş ve en iyi akış düzgünlüğü 20 kg/da ekim normunda ve 2 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Buğday tohumunda hız için duncan çoklu karşılaştırma testi (DÇKT) sonuçları

Hız	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s	12.45 a	8.82 a	7.22 a
1.5 m/s	9.46 b	6.77 b	6.47 b
2 m/s	7.76 c	5.70 c	5.48 c
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	0.4743	0.4891	0.4925

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Araştırmada kullanılan oluk profil şekilleri arasındaki farkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.3), yarım daire profil şekilli oluklu makara bütün ekim normlarında genel olarak daha iyi bir akış düzgünlüğü sağlamıştır. Yonca ve susam tohumları ile yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Yıldırım ve Turgut 2007).

Çizelge 4.3. Buğday tohumunda oluk şekli için DÇKT sonuçları

Oluk Şekli	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
Yarım Daire	8.97 c	6.51 b	5.52 b
Trapez	10.01 b	6.71 b	6.68 a
Üçgen	10.69 a	8.07 a	6.95 a
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	0.4743	0.4891	0.4925

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Bununla birlikte, 15 kg/da ekim normunda yarım daire oluk şekilli ile trapez oluk şekilli makaralar ile 20 kg/da ekim normunda trapez ile üçgen şekilli oluklu makaralar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmektedir. Ayrıca hız ile ilgili olarak Çizelge 4.2’de verilen sonuçlarda olduğu gibi burada da ekim normunun artması akışın daha kararlı hale gelmesini sağlamıştır. Diğer parametreler değişmediği sürece ekim normunu artırmak için etkin makara uzunluğunun artırılması gerekmektedir. Etkin makara uzunluğunun artırılması ise makaraların tohum debisini artırarak daha kararlı bir tohum akışı sağlamaktadır.

Buğday tohumunda oluk derinliğine ilişkin yapılan Dundan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Buğday tohumunda oluk derinliği için DÇKT sonuçları

Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
4 mm	10.41 a	7.50 a	6.89 a
6 mm	9.95 a	7.13 ab	6.77 a
8 mm	9.30 b	6.66 b	5.50 b
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	0.4743	0.4891	0.4925

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Bu sonuçlara göre 4 mm ile 6 mm oluk derinliklerinde elde edilen ortalama CV değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Ancak 6 mm oluk derinliğindeki ortalama CV değerleri, 4 mm oluk derinliğindeki değerlere göre biraz daha düşük değerlerde gerçekleşmiştir. Bu araştırmanın yürütüldüğü 10 kg/da, 15 kg/da ve 20 kg/da ekim normlarının tamamında 8 mm oluk derinliğinin kullanılması tohum akış düzgünlüğünü 4 mm ve 6 mm oluk derinliklerine göre daha uygun duruma getirmiştir. Oluk derinliğine bağlı olarak, en düzensiz tohum akışı %10.41’lik CV değeri ile 4 mm oluk derinliğinde ve 10 kg/da ekim normunda elde edilirken, en düzenli tohum akışı %5.50’lik CV değeri ile 8 mm oluk derinliğinde ve 20 kg/da ekim normunda belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, bütün oluk derinliklerinde ekim normunun artmasıyla ortalama CV değerleri azalarak akış düzgünlüğü iyileşmiştir. En düşük ekim

normundan (10 kg/da) en yüksek ekim normuna (20 kg/da) doğru 4 mm, 6 mm ve 8 mm oluk derinliklerinde ortalama CV değerleri sırasıyla %34, %32 ve %41 oranında azalmıştır. Ortalama CV değerinde en yüksek orandaki azalma 8 mm oluk derinliğinde meydana gelmiştir. Ekim normunun artmasına bağlı olarak ortalama CV değerlerinin azalması tohum akışının daha düzenli hale gelmesi, etkin makara uzunluklarının artırılmasıyla tohum debisinin artması sonucu akışın daha kararlı olmasıyla açıklanabilir.

Varyans analizi sonuçlarına göre tohum akışını etkileyen ikili ve üçlü interaksiyonların, seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Buğday tohumunda hız x oluk şekli interaksiyonunun DÇKT sonuçları

Hız x Oluk Şekli	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s x Yarım daire	11.42 b	7.52 b	6.43
1 m/s x Trapez	12.70 a	9.20 a	7.76
1 m/s x Üçgen	13.21 a	9.73 a	7.47
1.5 m/s x Yarım daire	8.97 c	6.84 bc	5.79
1.5 m/s x Trapez	9.60 c	6.00 cd	6.55
1.5 m/s x Üçgen	9.82 c	7.49 b	7.05
2 m/s x Yarım daire	6.50 e	5.17 de	4.34
2 m/s x Trapez	7.72 d	4.93 e	5.74
2 m/s x Üçgen	9.04 c	6.98 b	6.35
LSD _{0.01; 0.01; ns}	0.8215	0.8471	

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

ns : P>0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemsizdir.

Çizelge 4.5’e göre, Hız x Oluk Şekli interaksiyonunda en küçük ortalama CV değeri, 10 kg/da ve 20 kg/da ekim normlarında, 2 m/s ilerleme hızında ve yarım daire oluk profil şekilli makarada, 15 kg/da ekim normunda ise 2 m/s ilerleme hızı ve trapez şekilli oluklu makarada belirlenmiştir. Ayrıca Yıldırım ve Turgut (2007) tarafından yonca tohumları ile yapılan bir çalışmada, Hız x Oluk Şekli interaksiyonunun akış düzgünlüğü üzerindeki etkisi çok önemli bulunmuştur. Bu çalışmada ise 20 kg/da ekim normunda

Hız x Oluk Şekli interaksyonunun akış düzgünlüğü üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6'da verilen Hız x Oluk Derinliği interaksyonunu için yapılan Duncan Testi sonuçlarına bakılırsa, üç ekim normunda da en düşük ortalama CV değeri (en iyi akış düzgünlüğü) 2 m/s ilerleme hızı ve 8 mm oluk derinliği interaksyonu sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Buğday tohumunda hız x oluk derinliği interaksyonunun DÇKT sonuçları

Hız x Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s x 4 mm	13.14 a	9.35 a	8.35 a
1 m/s x 6 mm	12.21 b	8.35 b	7.11 b
1 m/s x 8 mm	12.00 b	8.75 ab	6.19 bcd
1.5 m/s x 4 mm	10.14 c	7.11 c	6.87 b
1.5 m/s x 6 mm	8.68 ef	6.86 cd	6.63 bc
1.5 m/s x 8 mm	9.56 cd	6.35 cd	5.90 cd
2 m/s x 4 mm	7.95 f	6.05 d	5.44 d
2 m/s x 6 mm	8.97 de	6.18 d	6.57 bc
2 m/s x 8 mm	6.35 g	4.86 e	4.42 e
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	0.8215	0.8471	0.8530

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Ayrıca en iyi akışın, her hızın, 8 mm oluk derinliği ile interaksyonu sonucu elde edilmesine karşın, en kötü akışın ise, yine her hızın, 4 mm oluk derinliği ile interaksyonu sonucu elde edildiği görülmektedir. Yani ikili etkileşimde de oluk derinliğinin artması akışı düzeltmiştir. Çizelgeye bakılırsa, ekim normunun artmasıyla akış düzgünlüğünün iyileştiği de görülmektedir.

Oluk Şekli x Oluk Derinliği interaksyonunun buğday akış düzgünlüğüne etkisini belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testinden (Çizelge 4.7) elde edilen sonuçlara göre; her üç ekim normunda da Oluk Şekli x Oluk Derinliği interaksyonunun akış düzgünlüğü üzerindeki etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Buğday tohumunda oluk şekli x oluk derinliği interaksyonunun DÇKT sonuçları

Oluk Şekli x Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
Yarım daire x 4 mm	8.82 ef	6.28 cd	5.40 c
Yarım daire x 6 mm	8.75 ef	6.65 c	5.60 c
Yarım daire x 8 mm	9.32 de	6.60 c	5.56 c
Trapez x 4 mm	11.74 b	8.22 ab	7.98 a
Trapez x 6 mm	8.43 f	5.69 d	6.60 b
Trapez x 8 mm	9.85 cd	6.22 cd	5.47 c
Üçgen x 4 mm	10.66 c	8.01 b	7.28 ab
Üçgen x 6 mm	12.68 a	9.05 a	8.11 a
Üçgen x 8 mm	8.73 ef	7.14 c	5.48 c
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	0.8215	0.8471	0.8530

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Burada, en küçük ortalama CV değeri (en iyi akış düzgünlüğü); 10 kg/da ve 15 kg/da ekim normlarında trapez oluk profil şekilli makara ile 6 mm oluk derinliği interaksyonu sonucu, sırasıyla % 8.43 ve % 5.69 değerleriyle elde edilmiştir. Yarım daire oluk profil şekilli makara ile 4 mm oluk derinliği interaksyonu sonucu elde edilen % 5.40 CV değeri ise 20 kg/da ekim normunda en iyi akış düzgünlüğünü vermiştir. Görüldüğü gibi Oluk Şekli x Oluk Derinliği interaksyonunun da ekim normunun artması ile daha düşük CV değerleri elde edilmiştir.

Tohum akış düzgünlüğüne etki eden diğer bir etkileşim ise Hız x Oluk Şekli x Oluk Derinliği interaksyonudur. Çizelge 4.8’de verilen bu üçlü interaksyona göre, 10 kg/da ve 20 kg/da ekim normlarında en küçük ortalama CV değerinin (en iyi akış düzgünlüğünün), 2 m/s hız, yarım daire oluk şekli ve 8 mm oluk derinliği interaksyonunda elde edilirken, 15 kg/da ekim normunda ise 2 m/s ilerleme hızında, trapez oluk şeklinde ve 6 mm oluk derinliği interaksyonu sonucu elde edildiği görülmektedir.

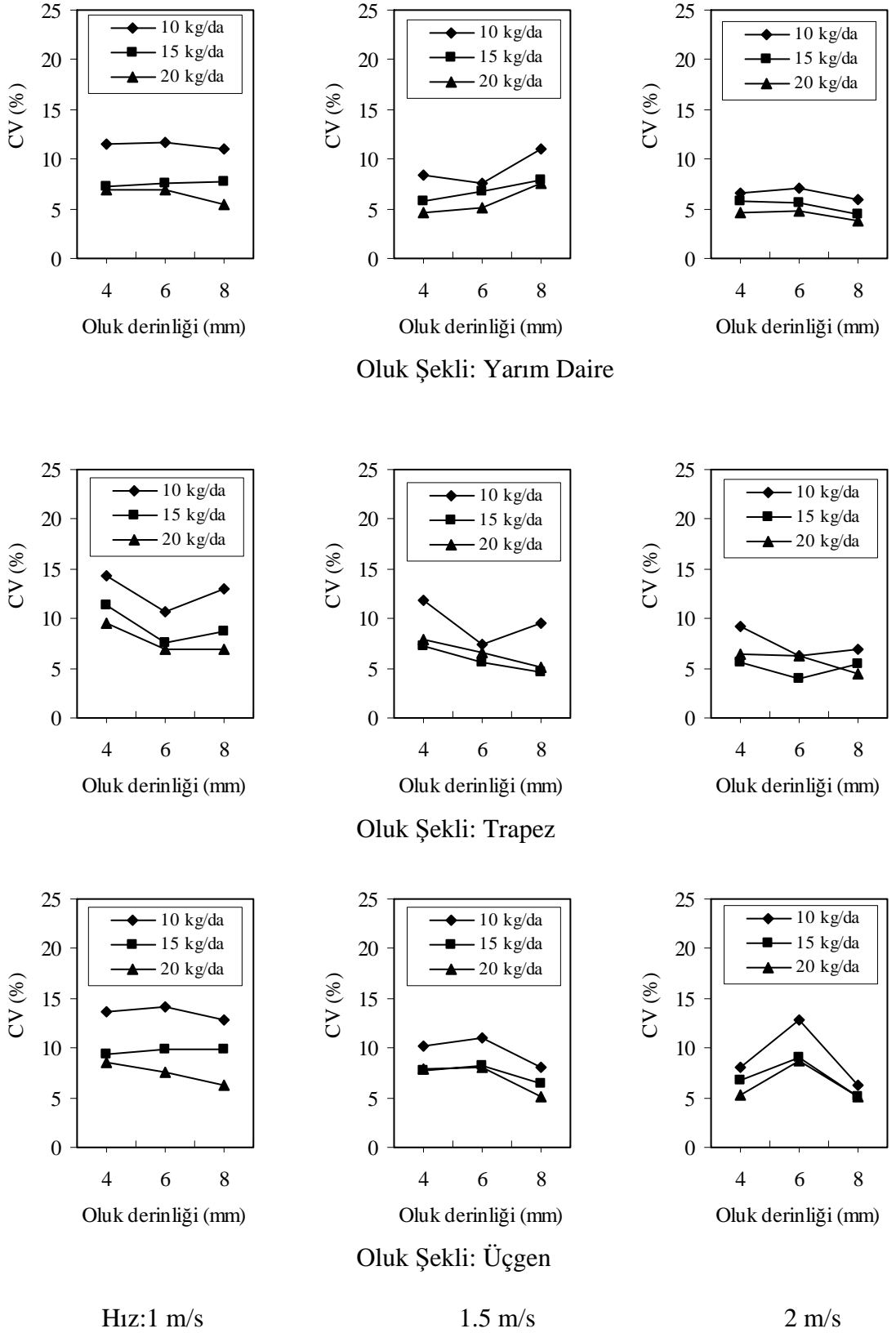
Çizelge 4.8. Buğday tohumunda hız x oluk şekli x oluk derinliği interaksiyonunun DÇKT sonuçları

Hız x Oluk Şekli x Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s x Yarım daire x 4 mm	11.44 cd	7.24 efgh	6.97 cdef
1 m/s x Yarım daire x 6 mm	11.73 bcd	7.57 defg	6.89 def
1 m/s x Yarım daire x 8 mm	11.10 de	7.74 defg	5.44 fghij
1 m/s x Trapez x 4 mm	14.30 a	11.38 a	9.52 a
1 m/s x Trapez x 6 mm	10.74 de	7.59 defg	6.87 cdef
1 m/s x Trapez x 8 mm	13.06 ab	8.64 bcde	6.87 cdef
1 m/s x Üçgen x 4 mm	13.67 a	9.44 bc	8.57 abc
1 m/s x Üçgen x 6 mm	14.16 a	9.88 b	7.58 bcde
1 m/s x Üçgen x 8 mm	11.82 bcd	9.88 ab	6.26 efghi
1.5 m/s x Yarım daire x 4 mm	8.40 gh	5.79 hijk	4.68 hijk
1.5 m/s x Yarım daire x 6 mm	7.50 hij	6.78 fghi	5.18 ghijk
1.5 m/s x Yarım daire x 8 mm	11.01 de	7.94 cdefg	7.52 bcde
1.5 m/s x Trapez x 4 mm	11.79 bcd	7.73 defg	7.96 abcde
1.5 m/s x Trapez x 6 mm	7.46 hijk	5.59 ijk	6.64 defg
1.5 m/s x Trapez x 8 mm	9.54 efg	4.68 kl	5.05 ghijk
1.5 m/s x Üçgen x 4 mm	10.21 def	7.81 cdefg	7.97 abcde
1.5 m/s x Üçgen x 6 mm	11.10 de	8.22 cdef	8.07 abcd
1.5 m/s x Üçgen x 8 mm	8.14 ghi	6.44 ghij	5.12 ghijk
2 m/s x Yarım daire x 4 mm	6.62 ijk	5.80 hijk	4.56 ijk
2 m/s x Yarım daire x 6 mm	7.02 hijk	5.58 hijk	4.74 hijk
2 m/s x Yarım daire x 8 mm	5.86 k	4.13 kl	3.72 k
2 m/s x Trapez x 4 mm	9.14 fg	5.55 ijk	6.44 defg
2 m/s x Trapez x 6 mm	7.08 hijk	3.88 l	6.29 efgh
2 m/s x Trapez x 8 mm	6.94 hijk	5.36 ijkl	4.47 jk
2 m/s x Üçgen x 4 mm	8.10 ghi	6.80 fghi	5.30 fghijk
2 m/s x Üçgen x 6 mm	12.80 abc	9.06 bcd	8.69 ab
2 m/s x Üçgen x 8 mm	6.23 jk	5.10 jkl	5.06 ghijk
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	1.423	1.467	1.477

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

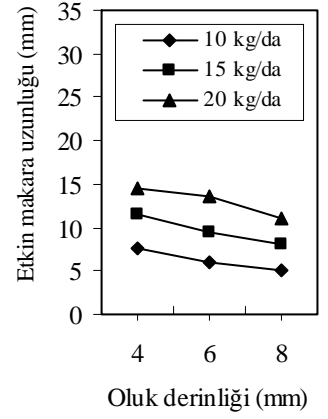
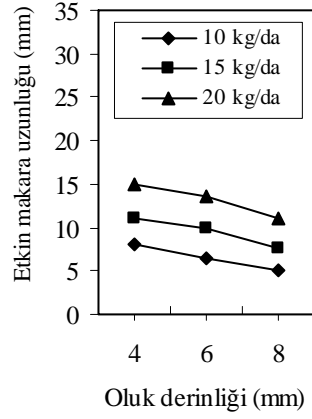
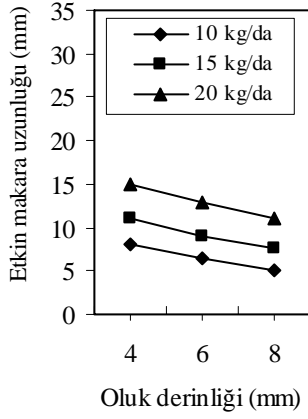
Oluk profil şekli, oluk derinliği, hız ve ekim normu parametrelerinin etkisi altında buğday tohumunun akış düzgünlüğündeki değişimlerini daha iyi görebilmek için, elde edilen ortalama CV değerleri Şekil 4.1’de grafiklerle gösterilmiştir. Oluk şekli olarak en iyi tohum akış düzgünlüğü yarım daire oluk şeklinde elde edilmiştir. Ayrıca oluk derinliğinin artması bazı durumlarda, CV değerleri arasında çok fark olmasa da genel olarak akışı iyileştirmiştir. Ayrıca hızın artması da akışı daha kararlı hale getirmiştir.

Akış düzgünlüğünün bozulması özellikle düşük mil hızı ve düşük ekim normundan dolayı oluşan kesikli akıştan kaynaklanmıştır (Özsert 1992). Bu grafiklerde, normun artması durumunda ortalama CV değerlerinin düştüğü belirgin bir şekilde görülmektedir.

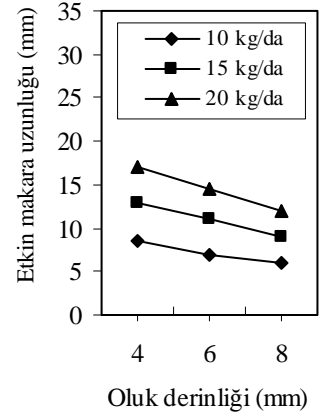
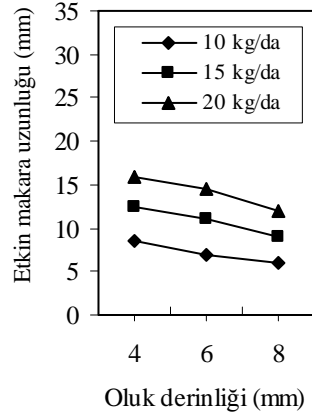
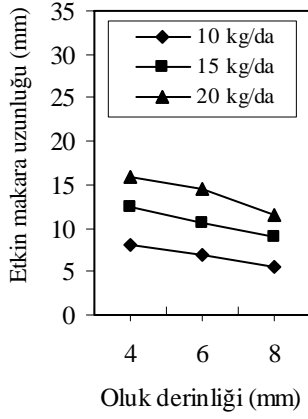


Şekil 4.1. Denemelerde buğdaydan elde edilen ortalama CV değerleri

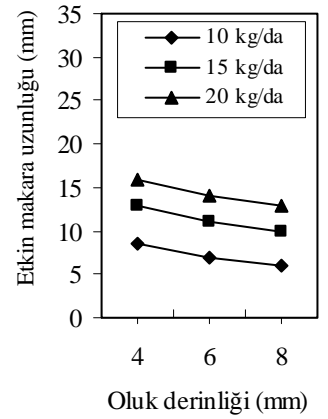
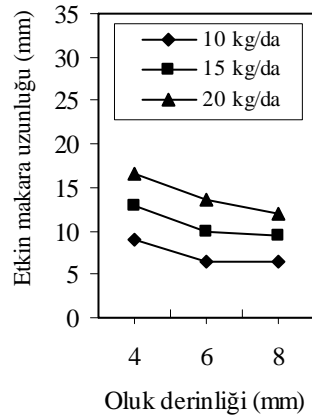
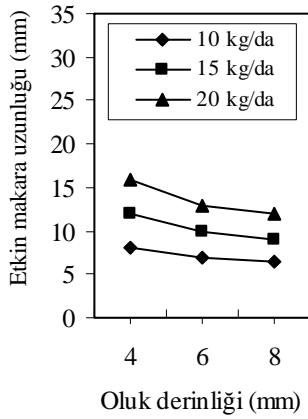
Denemelerde farklı oluk şekli ve derinliğinde farklı ilerleme hızlarında (dolayısıyla farklı ekici mil hızları) istenen ekim normlarını sağlamak için makaraların etkin uzunlukları değiştirilmiştir. Böylece elde edilen etkin makara uzunlukları Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Şekil 4.2’de görüldüğü gibi, oluk derinliği arttıkça etkin makara uzunluklarının azaldığı görülmektedir. Etkin makara uzunlukları farklı oluk profil şekillerinde, aynı oluk derinliklerinde ve aynı mil hızlarında birbirlerine yakın değerlerde gerçekleşmiştir. Ayrıca aynı oluk profil şekli, aynı oluk derinliğinde ve aynı mil hızlarında ekim normu arttıkça etkin makara uzunluğunun azaldığı görülmektedir. Buğday denemelerinde elde edilen en büyük etkin makara uzunluğu 17 mm olup, trapez ve üçgen profilli makaralarda ve 4 mm oluk derinliklerinde elde edilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, üçgen profilli makarada, her hızda ve her oluk derinliğinde istenen ekim normunu bulmak için, daha büyük makara uzunlukları gerekmiştir.



Oluk Şekli: Yarım Daire



Oluk Şekli: Trapez



Oluk Şekli: Üçgen

Hız: 1 m/s

1.5 m/s

2 m/s

Şekil 4.2. Denemelerde buğday için belirlenen ortalama etkin makara uzunlukları

4.2. Çavdara Ait Sonuçlar

Çavdar tohumu ile incelenen parametrelerin etkisi altında elde edilen varyasyon katsayısı (CV) değerlerine uygulanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Çavdardan elde edilen CV değerleri için varyans analizi sonuçları

Ekim Normu (kg/da)	Varyasyon Kaynakları	S.D. ⁺	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
10	Hız (H)	2	410.394	205.197	374.36**
	Oluk Şekli (OS)	2	84.927	42.464	77.47**
	Oluk Derinliği (OD)	2	48.688	24.344	44.41**
	H x OS	4	35.308	8.827	16.10**
	H x OD	4	27.872	6.968	12.71**
	OS x OD	4	196.574	49.144	89.66**
	H x OS x OD	8	46.412	5.801	10.58**
	Hata	54	29.599	0.548	
	Genel	80	879.775		
15	Hız (H)	2	132.199	66.099	166.88**
	Oluk Şekli (OS)	2	42.706	21.353	53.91**
	Oluk Derinliği (OD)	2	42.138	21.069	53.19**
	H x OS	4	2.482	0.620	1.57 ^{ns}
	H x OD	4	19.923	4.981	12.57**
	OS x OD	4	50.038	12.510	31.58**
	H x OS x OD	8	5.393	0.674	1.70 ^{ns}
	Hata	54	21.389	0.396	
	Genel	80	316.268		
20	Hız (H)	2	94.8205	47.4102	109.13**
	Oluk Şekli (OS)	2	13.8995	6.9498	16.00**
	Oluk Derinliği (OD)	2	32.4594	16.2297	37.36**
	H x OS	4	14.8244	3.7061	8.53**
	H x OD	4	1.1842	0.2961	0.68 ^{ns}
	OS x OD	4	70.2012	17.5503	40.40**
	H x OS x OD	8	13.3394	1.6674	3.84**
	Hata	54	23.4586	0.4344	
	Genel	80	264.1872		

⁺: Serbestlik Derecesi

** : P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

ns : P>0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemsiz

Çizelge 4.9’da verilen varyans analizi sonuçlarına göre; 10 kg/da, 15 kg/da ve 20 kg/da ekim normlarında çavdar tohumunun akış düzgünlüğü hız, oluk şekli ve oluk derinliğine bağlı olarak çok önemli düzeyde ($P<0.01$) değişmiştir. Ekim normu 10 kg/da ikili interaksiyonların ve üçlü interaksiyonunun çavdarın akış düzgünlüğüne çok önemli düzeyde ($P<0.01$) etki ettiği belirlenmiştir. 15 kg/da ekim normunda Hız x Oluk Şekli ikili interaksiyonu ile Hız x Oluk Şekli x Oluk Derinliği üçlü interaksiyonunun, 20 kg/da ekim normunda ise sadece Hız x Oluk Derinliği ikili interaksiyonunun çavdarın akış düzgünlüğü üzerine etkili olmadığı ($P>0.05$) Çizelge 4.9’da görülmektedir.

Çavdarın akış düzgünlüğüne etkili parametrelerin seviyeleri arasındaki farklılıkları belirlemek için ortalama CV değerlerine yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.10, 4.11 ve 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Çavdar tohumunda hız için duncan çoklu karşılaştırma testi (DÇKT) sonuçları

Hız	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s	13.49 a	9.38 a	7.83 a
1.5 m/s	10.16 b	6.98 b	6.01 b
2 m/s	8.02 c	6.45 c	5.25 c
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	0.5379	0.4575	0.4789

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Çizelge 4.10’da hız için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, en iyi akış düzgünlüğü 2 m/s ilerleme hızında ve 20 kg/da ekim normunda elde edilmiştir. Yine çizelgeden açıkça görüldüğü gibi, hız arttıkça ortalama CV değerlerinde azalma olmaktadır. Bu durum hız arttıkça, akış düzgünlüğünün daha kararlı hale geldiğini göstermektedir. Çünkü makinanın ilerleme hızı (veya ekici mil hızı) arttıkça, daha sürekli bir tohum akışı gerçekleşmektedir. Ayrıca Çizelge 4.10’daki sonuçlara göre, her üç hızda da elde edilen ortalama CV değerleri, tüm ekim normlarında birbirinden farklıdır. Buğdayda olduğu gibi çavdarda da ekim normu arttıkça akış düzgünlüğü iyileşmektedir. Çizelgeye bakılırsa, en düşük ekim normundan (10 kg/da) en yüksek

ekim normuna (20 kg/da) doğru 1 m/s, 1.5 m/s ve 2 m/s ilerleme hızlarında ortalama CV değerleri sırasıyla %42, %41 ve %35 oranında azalmıştır.

Çizelge 4.11. Çavdar tohumunda oluk şekli için DÇKT sonuçları

Oluk Şekli	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
Yarım Daire	12.00 a	8.26 a	6.41 a
Trapez	9.85 b	6.59 b	5.83 b
Üçgen	9.81 b	7.96 a	6.85 a
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	0.5379	0.4573	0.4789

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Oluk şeklinin tohum akış düzgünlüğüne etkisini belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre ortalama CV değerleri, hız faktöründe elde edilen değerler kadar farklı bulunmamıştır. Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi, 10 kg/da ekim normunda trapez ve üçgen profilli makaralar, 15 ve 20 kg/da ekim normlarında ise, yarım daire ve üçgen profilli makaralar arasında istatistiksel olarak fark yoktur. Burada en iyi akış, 10 kg/da ekim normunda üçgen ve trapez profilli makaralarda, 15 kg/da ve 20 kg/da’da ise trapez profilli makarada elde edilmiştir. Görüldüğü gibi buğdayda en iyi akışı yarım daire profil şekilli oluklu makara vermesine karşın, çavdarda ekim normuna göre farklılıklar ortaya çıkmıştır. Ancak 20 kg/da ekim normunda ortalama CV değerlerinde de görüleceği gibi, en iyi akış düzgünlüğü buğday tohumunun bütün ekim normlarındaki gibi yarım daire profil şekilli oluklu makaradan elde edilmiştir. Bu durum çavdar ve buğday tohumlarının fiziksel özellikleri ile beraber, düşük ekim normlarında gerçekleşen düzensiz tohum akışının bir sonucu olarak açıklanabilir.

Çavdar tohumu için oluk derinliği ile ilgili DÇKT sonuçlarına göre (Çizelge 4.12); 10 kg/da ekim normunda 4 mm ve 6 mm oluk derinliğinde elde edilen ortalama CV değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gerçekleşmemiştir. Bu ekim normunda 8 mm oluk derinliğinde elde edilen ortalama CV değeri, diğer oluk

derinliklerine göre çok önemli seviyede farklı olmuş ve en düşük CV değeri bu oluk derinliğinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.12. Çavdar tohumunda oluk derinliği için DÇKT sonuçları

Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
4 mm	10.98 a	7.66 b	6.38 b
6 mm	11.21 a	8.46 a	7.13 a
8 mm	9.47 b	6.69 c	5.58 c
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	0.5379	0.4573	0.4789

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Çavdar tohumu ile 15 kg/da ve 20 kg/da ekim normlarında 4 mm, 6 mm ve 8 mm oluk derinliklerinde elde edilen ortalama CV değerlerinin tamamı birbirlerinden çok önemli düzeyde farklı olarak belirlenmiştir. Bu bakımdan en düşük CV değerleri bütün ekim normlarında 8 mm oluk derinliğinde gerçekleşmiştir. İstatistiksel olarak analiz edilmemesine rağmen, ekim normu arttıkça ortalama CV değerlerinin azaldığı, dolayısıyla tohum akışının daha düzgün hale geldiği söylenebilir. Ekim normundaki bu artışa bağlı olarak, ortalama CV değerlerinde; en düşük ekim normundan (10 kg/da) en yüksek ekim normuna (20 kg/da) doğru 4 mm, 6 mm ve 8 mm oluk derinliklerinde sırasıyla %42, %36 ve %41 oranında azalma gerçekleşmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, tohum akış düzgünlüğünde çok önemli düzeyde karşılıklı etkileşim içinde bulunan faktörlerin interaksiyon seviyeleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.13'de Hız x Oluk Şekli interaksiyonunun, çavdar tohumu akış düzgünlüğü üzerindeki etkisine bakılırsa, en iyi akış düzgünlüğünün 20 kg/da ekim normunda, 2 m/s ilerleme hızı ile trapez profilli oluklu makara interaksiyonu sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 4.13. Çavdar tohumunda hız x oluk şekli interaksyonunun DÇKT sonuçları

Hız x Oluk Şekli	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s x Yarım Daire	15.07 a	9.93	7.43 b
1 m/s x Trapez	12.47 b	8.19	6.96 bc
1 m/s x Üçgen	12.92 b	10.04	9.10 a
1.5 m/s x Yarım Daire	12.65 b	7.81	6.01 de
1.5 m/s x Trapez	9.00 c	5.91	5.73 de
1.5 m/s x Üçgen	8.84 c	7.20	6.31 cd
2 m/s x Yarım Daire	8.29 cd	7.03	5.80 de
2 m/s x Trapez	8.08 cd	5.67	4.81 f
2 m/s x Üçgen	7.68 d	6.65	5.13 ef
LSD _{0.01} ; ns; 0.01	0.9317		0.8296

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

ns : P>0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemsizdir.

Çizelge 4.13'de varyasyon katsayısı değerlerinin bazılarında istatistiksel olarak fark olmadığı, diğerlerinde ise farkın az olduğu görülmektedir. Ayrıca 15 kg/da ekim normunda Hız x Oluk Şekli interaksyonu 0.05 düzeyinde önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.14'deki Hız x Oluk Derinliği interaksyonunda en iyi akış düzgünlüğü 15 kg/da ekim normunda, 2 m/s ilerleme hızı ile 8 mm oluk derinliği interaksyonunun sonucu elde edilmiştir. Ekim normu 10 kg/da iken, ortalama CV değerleri arasında önemli bir farkın olmadığı, benzer akışlar veren interaksyonların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Fakat 10 kg/da ekim normunda 1 m/s ilerleme hızının, 4 ve 6 mm oluk derinlikleri ile interaksyonu arasında istatistiksel olarak fark olmasa da, en büyük ortalama CV değeri 1 m/s ilerleme hızı ve 4 mm oluk derinliği interaksyonunda elde edilmiştir. Her ekim normunda mil hızı arttıkça CV değerlerinin düşmesi, hız artışının akışı iyileştirdiğini göstermektedir. Hız x Oluk Derinliği interaksyonunun 20 kg/da ekim normunda, tohum akışı üzerindeki etkisi 0.05 düzeyinde önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Çavdar tohumunda hız x oluk derinliği interaksiyonunun DÇKT sonuçları

Hız x Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s x 4 mm	14.15 a	8.72 b	7.84
1 m/s x 6 mm	13.81 a	10.18 a	8.43
1 m/s x 8 mm	12.50 b	9.25 b	7.21
1.5 m/s x 4 mm	10.67 c	7.71 c	6.15
1.5 m/s x 6 mm	11.71 b	7.47 c	6.75
1.5 m/s x 8 mm	8.10 d	5.75 de	5.15
2 m/s x 4 mm	8.13 d	6.55 d	5.15
2 m/s x 6 mm	8.12 d	7.72 c	6.21
2 m/s x 8 mm	7.80 d	5.08 e	4.38
LSD _{0.01; 0.01; ns}	0.9317	0.7920	

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

ns : P>0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemsizdir.

Çizelge 4.15'e göre 10 kg/da ekim normunda en iyi akış düzgünlüğü trapez profilli oluk şekli ile 6 mm oluk derinliği interaksiyonundan elde edilirken, 15 kg/da ve 20 kg/da ekim normlarında yarım daire profil şekli ile 8 mm oluk derinliği interaksiyonundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.15. Çavdar tohumunda oluk şekli x oluk derinliği interaksiyonunun DÇKT sonuçları

Oluk Şekli x Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
Yarım Daire x 4 mm	11.81 b	7.90 bc	5.58 c
Yarım Daire x 6 mm	15.51 a	10.61 a	8.97 a
Yarım Daire x 8 mm	8.69 ef	6.26 e	4.68 d
Trapez x 4 mm	10.44 cd	6.75 de	6.21 c
Trapez x 6 mm	8.52 f	6.55 de	5.36 cd
Trapez x 8 mm	10.59 c	6.48 e	5.93 c
Üçgen x 4 mm	10.70 c	8.33 b	7.35 b
Üçgen x 6 mm	9.61 de	8.22 b	7.06 b
Üçgen x 8 mm	9.12 ef	7.34 cd	6.13 c
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	0.9317	0.7920	0.8296

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Çizelge 4.16. Çavdar tohumunda hız x oluk şekli x oluk derinliği interaksiyonunun DÇKT sonuçları

Hız x Oluk Şekli x Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s x Yarım Daire x 4 mm	15.20 b	9.24	6.27 efghı
1 m/s x Yarım Daire x 6 mm	19.08 a	12.05	10.24 a
1 m/s x Yarım Daire x 8 mm	10.94 efg	8.50	5.77 fghıj
1 m/s x Trapez x 4 mm	13.71 bc	7.45	6.83 cdefg
1 m/s x Trapez x 6 mm	10.22 fgh	8.33	6.29 efghı
1 m/s x Trapez x 8 mm	13.48 bc	8.78	7.77 bcde
1 m/s x Üçgen x 4 mm	13.54 bc	9.47	10.42 a
1 m/s x Üçgen x 6 mm	12.14 cde	10.17	8.77 b
1 m/s x Üçgen x 8 mm	13.08 cd	10.48	8.10 bc
1.5 m/s x Yarım Daire x 4 mm	11.63 def	7.96	5.41 ghıj
1.5 m/s x Yarım Daire x 6 mm	17.94 a	9.52	8.05 bcd
1.5 m/s x Yarım Daire x 8 mm	8.37 ijklmn	5.96	4.56 jk
1.5 m/s x Trapez x 4 mm	10.41 efgh	7.06	6.48 defgh
1.5 m/s x Trapez x 6 mm	8.36 ijklmn	5.43	5.02 hijk
1.5 m/s x Trapez x 8 mm	8.22 jklmn	5.25	5.69 fghı
1.5 m/s x Üçgen x 4 mm	9.96 fghıj	8.11	6.55 cdefgh
1.5 m/s x Üçgen x 6 mm	8.83 hijkl	7.45	7.19 bcdef
1.5 m/s x Üçgen x 8 mm	7.71 klmn	6.04	5.19 ghıjk
2 m/s x Yarım Daire x 4 mm	8.61 hijkl	6.51	5.06 hijk
2 m/s x Yarım Daire x 6 mm	9.50 ghıjk	10.25	8.62 b
2 m/s x Yarım Daire x 8 mm	6.75 mn	4.33	3.71 k
2 m/s x Trapez x 4 mm	7.20 lmn	5.73	5.33 ghıjk
2 m/s x Trapez x 6 mm	7.00 lmn	5.88	4.78 ijk
2 m/s x Trapez x 8 mm	10.06 fghı	5.41	4.34 jk
2 m/s x Üçgen x 4 mm	8.58 hijklm	7.41	5.07 hijk
2 m/s x Üçgen x 6 mm	7.85 klmn	7.04	5.23 ghıjk
2 m/s x Üçgen x 8 mm	6.59 n	5.50	5.10 hijk
LSD _{0.01} ; ns: 0.01	1.614		1.437

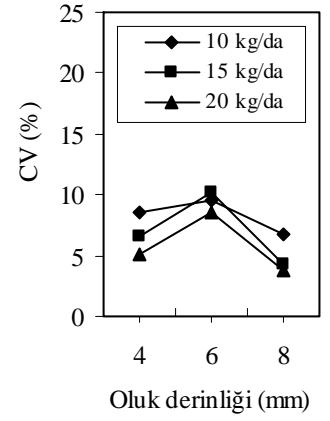
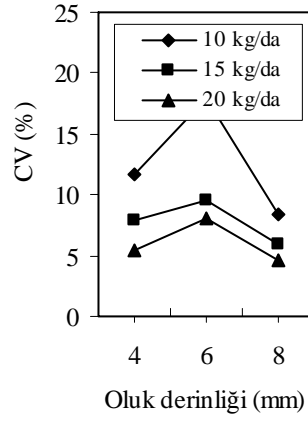
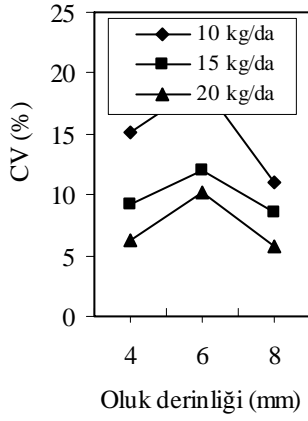
[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

ns : P>0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemsizdir

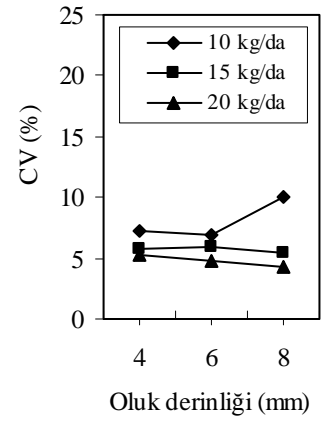
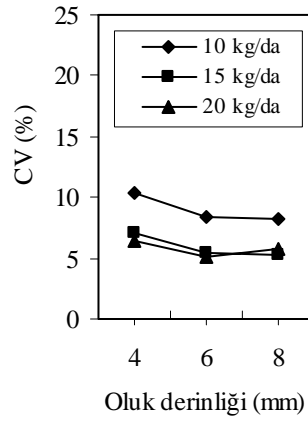
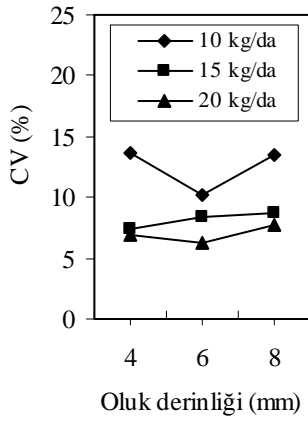
Çizelge 4.16'da verilen Hız x Oluk Şekli x Oluk Derinliği üçlü interaksiyonundan elde edilen ortalama CV değerlerinde de görüldüğü gibi, üç ekim normunda da en iyi akış düzgünlüğü 2 m/s ilerleme hızı, yarım daire oluk şekli ve 8 mm oluk derinliği interaksiyonu sonucu elde edilmiştir. En küçük varyasyon katsayısı değeri ise % 3.71 olup 20 kg/da ekim normunda elde edilmiştir.

Çavdar tohumunun akış düzgünlüğüne etki eden hız, oluk şekli ve oluk derinliğinin etkilerini daha açık bir şekilde görebilmek amacıyla, belirlenen ortalama CV değerlerinin ekim normlarına göre değişimleri grafikler halinde Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

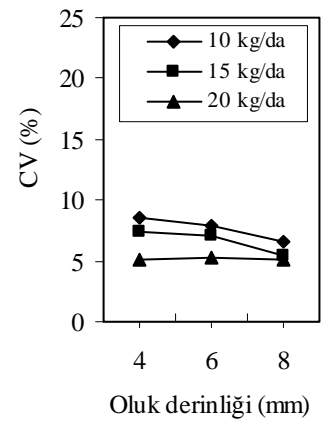
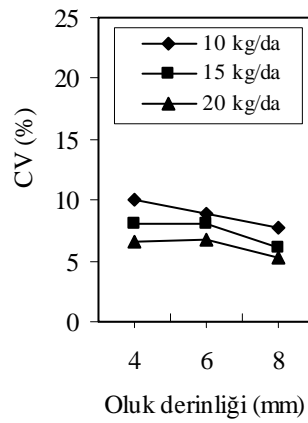
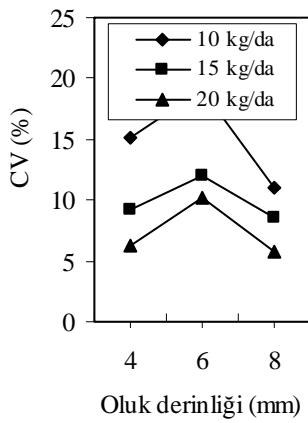
Şekil 4.3'e göre, yarım daire oluk profil şekline ait grafiklerde, 6 mm oluk derinliğinde özellikle 1 m/s ve 1.5 m/s ilerleme hızlarında, ortalama CV değerlerinde keskin bir artış söz konusudur. Ayrıca üçgen profil şekline ait grafiklerde de 1 m/s ilerleme hızı, 10 kg/da ekim normu, 6 mm oluk derinliğinde, ortalama CV değerlerinde diğerlerine oranla, yine keskin bir artış söz konusudur. Trapez oluk şekilli makarada, 1 m/s ilerleme hızında, 10 kg/da ekim normu ve 6 mm oluk derinliğinde ise ortalama CV değerinde keskin bir azalma görülmektedir. Bu durum ekim normu ve ilerleme hızının düşük olmasıyla, tohumun kesikli bir akışla gerçekleşmesiyle açıklanabilir.



Oluk Şekli: Yarım Daire



Oluk Şekli: Trapez



Oluk Şekli: Üçgen

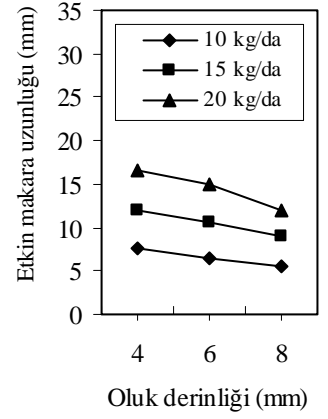
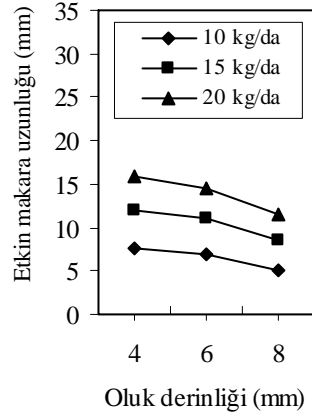
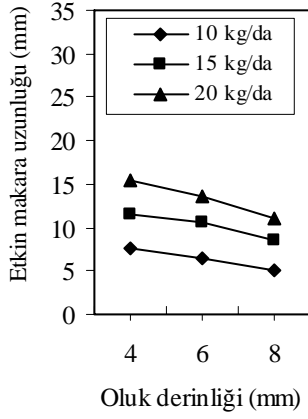
Hız: 1 m/s

1.5 m/s

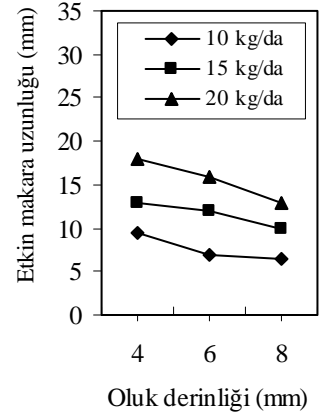
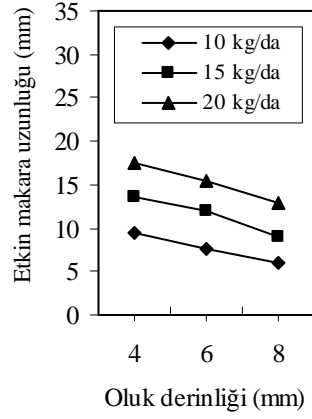
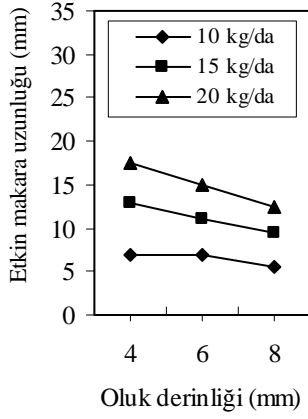
2 m/s

Şekil 4.3. Denemelerde çavdardan elde edilen ortalama CV değerleri

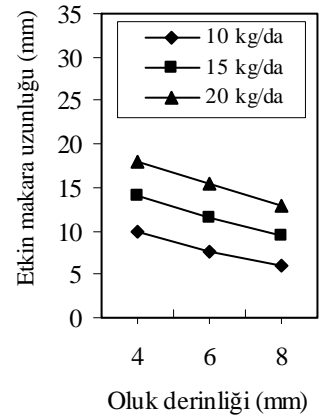
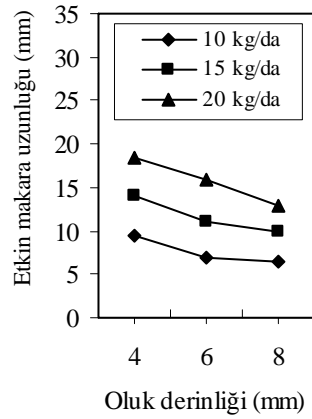
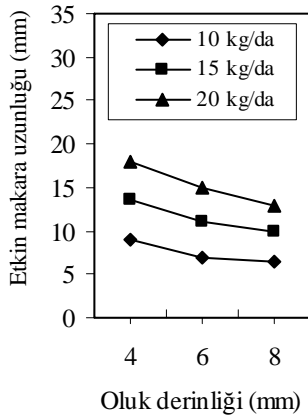
Çavdar tohumu için hız, oluk şekli ve oluk derinliğine bağlı olarak 10 kg/da, 15 kg/da ve 20 kg/da ekim normlarını elde edebilmek için belirlenen etkin makara uzunlukları Şekil 4.4'de verilmiştir. Bu şekillerde de görüldüğü gibi, ekim normunun artması etkin makara uzunluğunu azaltmıştır. Aynı şekilde, aynı ekim normunda oluk derinliğinin artması da, yine etkin makara uzunluğunu azaltmıştır. Ayrıca en büyük etkin makara uzunluğu 19 mm olup üçgen profilli makarada ve 4 mm oluk derinliğinde bulunmuştur. Dolayısıyla, üçgen profilli makarada istenilen ekim normunun sağlanabilmesi için daha büyük makara uzunlukları gerekmiştir. En küçük etkin makara uzunlukları ise yarım daire profilli makarada elde edilmiştir.



Oluk Şekli: Yarım Daire



Oluk Şekli: Trapez



Oluk Şekli: Üçgen

Hız: 1 m/s

1.5 m/s

2 m/s

Şekil 4.4. Denemelerde çavdardan elde edilen ortalama etkin makara uzunlukları

4.3. Arpaya Ait Sonuçlar

Arpa tohumu ile elde edilen varyasyon katsayılarına (CV) uygulanan varyans analizi sonuçları izelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Arpadan elde edilen CV değerleri için varyans analizi sonuçları

Ekim Normu (kg/da)	Varyasyon Kaynakları	S.D. ⁺	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F
10	Hız (H)	2	559.914	279.957	341.26**
	Oluk şekli (OS)	2	11.858	5.929	7.23**
	Oluk Derinliği (OD)	2	4.357	2.178	2.66 ^{ns}
	H x OS	4	34.787	8.697	10.60**
	H x OD	4	60.071	15.018	18.31**
	OS x OD	4	12.635	3.159	3.85**
	H x OS x OD	8	100.647	12.581	15.34**
	Hata	54	44.299	0.820	
Genel	80	828.567			
15	Hız (H)	2	300.932	150.466	212.98**
	Oluk şekli (OS)	2	16.245	8.122	11.50**
	Oluk Derinliği (OD)	2	9.794	4.897	6.93**
	H x OS	4	10.666	2.666	3.77**
	H x OD	4	6.864	1.716	2.43**
	OS x OD	4	7.569	1.892	2.68*
	H x OS x OD	8	18.060	2.258	3.20**
	Hata	54	38.149	0.706	
Genel	80	408.278			
20	Hız (H)	2	152.1250	76.0625	153.12**
	Oluk şekli (OS)	2	0.8879	0.4440	0.89 ^{ns}
	Oluk Derinliği (OD)	2	4.6362	2.3181	4.67*
	H x OS	4	3.4792	0.8698	1.75 ^{ns}
	H x OD	4	1.3624	0.3406	0.69 ^{ns}
	OS x OD	4	6.0432	1.5108	3.04*
	H x OS x OD	8	7.2749	0.9094	1.83 ^{ns}
	Hata	54	26.8249	0.4968	
Genel	80	202.6338			

⁺: Serbestlik Derecesi

** : P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

* : P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

ns : P>0.05 düzeyinde istatistiksel olarak nemsiz

Çizelge 4.17’de verilen CV değerlerine ait varyans analizi sonuçlarına göre, 10 kg/da ekim normunda hızın ve oluk şeklinin tohum akış düzgünlüğüne çok önemli düzeyde ($P>0.01$) etki etmesine karşılık, oluk derinliğinin bu bakımdan belirli bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Aynı ekim normunda ikili interaksyonların ve üçlü interaksyonun tohum akış düzgünlüğü üzerindeki etkisi çok önemli seviyede ($P<0.01$) gerçekleşmiştir. Yine aynı çizelgede 15 kg/da ekim normunda ise, Oluk Şekli x Oluk Derinliği interaksyonunun arpa tohumunun akış düzgünlüğünü önemli ($P<0.05$) derecede, diğer faktörlerin ve bu faktörlere ait bütün interaksyonların çok önemli düzeyde ($P<0.01$) etkilediği belirlenmiştir. Arpa tohumu için 20 kg/da ekim normunda ise, hız faktörünün arpa tohumunun akış düzgünlüğüne çok önemli düzeyde ($P<0.01$) etkisi olduğu ortaya konmuştur. Ancak, diğer ekim normlarından farklı olarak oluk şeklinin arpa tohumunun akış düzgünlüğü üzerine belirli bir etkisi belirlenememiştir. Bununla birlikte, Hız x Oluk Şekli ve Hız x Oluk Derinliği ikili interaksyonları ile Hız x Oluk Şekli x Oluk Derinliği üçlü interaksyonunun, arpanın akış düzgünlüğüne etkisinin de önemsiz ($P>0.05$) olduğu görülmektedir. Bunların dışında oluk derinliğinin ve Oluk Şekli x Oluk Derinliği ikili interaksyonunun etkisi ise önemli düzeyde ($P>0.05$) gerçekleşmiştir.

Arpa tohumunun akış düzgünlüğüne etkili olan faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak için, ortalama CV değerlerine Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır (Çizelge 4.18, 4.19 ve 4.20).

Çizelge 4.18. Hız değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (DÇKT) sonuçları

Hız	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s	16.85 a	12.29 a	9.78 a
1.5 m/s	13.37 b	9.28 b	7.95 b
2 m/s	10.41 c	7.63 c	6.43 c
LSD _{0.01; 0.01; 0.01}	0.6580	0.6106	0.5122

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.18), bütün ekim normlarında makina ilerleme hızı (dolayısıyla ekici mil hızı) arttıkça CV değerleri azalmış, dolayısıyla tohum akış düzgünlüğü iyileşmiştir. En iyi akış düzgünlüğü bütün ekim normlarında 2 m/s makina ilerleme hızında elde edilmiştir. Bu sonuç, buğday ve arpa tohumlarıyla da aynı şekilde gerçekleşmiştir. İlerleme hızının, dolayısıyla ekici mil hızının artmasıyla ekici makaraların birim zamanda taşıdıkları tohum miktarı arttığından daha kararlı bir akış oluşmakta ve bunun sonucunda akış düzgünlüğü iyileşmektedir. En iyi akış, 20 kg/da ekim normu ve 2 m/s ilerleme hızında elde edilmiştir. Taşer ve Altuntaş (1994) yaptıkları bir çalışmada, arpada sıra arası tohum dağılımı düzgünlüğü için en uygun ilerleme hızının 1.5 m/s olduğu saptamışlardır. İki çalışma arasında arpa için en uygun ilerleme hızındaki bu fark, kullanılan arpa çeşidinin fiziksel özelliklerinin tohum akışına yaptığı etkiyle açıklanabilir.

Çizelge 4.18'e göre, ekim normunun artmasıyla ortalama CV değerleri azalarak tohum akış düzgünlüğü iyileşmiştir. Herhangi bir ilerleme hızında, dolayısıyla herhangi bir ekici mil hızında ekim normunu artırmak için etkin makara uzunluğu artırılmaktadır. Etkin makara uzunluğunun artırılması ise oluklu makaraların birim zamanda ilettikleri tohum miktarını artırmakta ve bu sayede daha kararlı bir akış elde edilebilmektedir. Bununla ilgili her hızda, üç ekim normundaki ortalama CV değerleri arasındaki farka bakılırsa; en küçük ekim normundan en büyük ekim normuna doğru gidildikçe, 1 m/s ilerleme hızında, CV değerleri arasında %42, 1.5 m/s ilerleme hızında %41 ve 2 m/s ilerleme hızında ise %38 oranında bir azalmayı görmek mümkündür.

Tohum akış düzgünlüğü bakımından, oluk profil şekilleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla yapılan ve sonuçları Çizelge 4.19'da verilen Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, en iyi akış düzgünlüğü yarım daire profil şekilli oluklu makaradan elde edilmiştir.

Fakat 10 kg/da ekim normunda yarım daire ile trapez oluk şekline sahip makaraların CV değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Yarım daire ile trapez oluk

şekilli oluklu makaralar bu ekim normunda en iyi akış düzgünlüğünü vermiştir. Bununla ilgili daha önce yapılan bir çalışmada da arpa tohumunda en iyi akış düzgünlüğü yarım daire ve trapez profilli makaralarda bulunmuştur (Yıldırım vd 2004). Oluk şekli ile ilgili en düzensiz tohum akışı % 14.08 'lik CV değeri ile üçgen profilli oluklu makaradan elde edilmiştir. Önceki çizelgelerde de olduğu gibi, burada da ekim normunun artması akış düzgünlüğünü iyileştirmiştir.

Çizelge 4.19. Arpa tohumunda oluk şekli için DÇKT sonuçları

Oluk Şekli	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
Yarım Daire	13.33 b	9.19 b	8.10
Trapez	13.22 b	10.29 a	8.15
Üçgen	14.08 a	9.71 ab	7.91
LSD _{0.01; 0.01; ns}	0.6580	0.6106	

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

ns: P>0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemsiz

Araştırmada kullanılan oluk derinliklerinden elde edilen ortalama CV değerleri arasındaki farkı ortaya koymak için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Arpa tohumunda oluk derinliği için DÇKT sonuçları

Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
4 mm	13.74 a	9.49 b	8.16 a
6 mm	13.22 b	10.22 a	8.28 a
8 mm	13.67 ab	9.48 b	7.71 b
LSD _{0.05; 0.01; 0.05}	0.4941	0.6106	0.3846

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

Özellikle düşük ekim normlarında, oluk derinliğinin tohum akış düzgünlüğü üzerine homojen bir etkisinin olmadığını görüyoruz. Bu olumsuz durumu arpa tohumunun fiziksel özelliklerinden dolayı tohum akışında meydana getirdiği düzensiz akışla açıklayabiliriz. Arpa denemeleri yapılırken; tohumların özellikle kavuzlu olması ve

çalışma esnasında bu kavuzların parçalanarak klape ile ekici hücre arasına birikmesi, akış düzgünlüğünü etkilediği düşünülmektedir. Çünkü kavuzlu tohumlar hem olukları iyi dolduramamakta hem de klape aralığına dolan kavuzlar tohum akışının kesikli olmasına sebep olmaktadır.

Çizelge 4.20'ye göre genel olarak, en iyi oluk derinliğinin 8 mm olduğu söylemek mümkündür. Bununla birlikte, CV değerleri arasında; 15 kg/da ekim normunda 4 ile 8 mm oluk derinliğinde, 20 kg/da ekim normunda ise 4 ile 6 mm oluk derinliğinde istatistiksel olarak fark yoktur. Ayrıca, ortalama değerlere bakıldığında, en düşük CV değerleri 10 kg/da ekim normunda 6 mm oluk derinliğinde, diğer ekim normlarında ise 8 mm oluk derinliğinde elde edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre tohum akışını etkileyen faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testleri sonuçları Çizelge 4.21, 4.22, 4.23 ve 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Arpa tohumunda hız x oluk şekli interaksiyonunun DÇKT sonuçları

Hız x Oluk Şekli	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s x Yarım Daire	16.93 a	11.68 b	9.62
1 m/s x Trapez	15.75 b	13.40 a	9.75
1 m/s x Üçgen	17.86 a	11.78 b	9.96
1.5 m/s x Yarım Daire	12.32 d	8.52 de	8.14
1.5 m/s x Trapez	13.25 d	9.47 cd	7.90
1.5 m/s x Üçgen	14.53 c	9.84 c	7.81
2 m/s x Yarım Daire	10.75 e	7.38 f	6.53
2 m/s x Trapez	10.65 e	8.01 ef	6.79
2 m/s x Üçgen	9.85 e	7.51 ef	5.95
LSD _{0.01; 0.01; ns}	1.140	1.058	

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli değildir.

ns: P>0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemsiz

Hız x Oluk Şekli interaksyonunun arpa tohumunun akış düzgünlüğüne etkisinin olduğu 10 kg/da ve 15 kg/da ekim normlarında 2 m/s ilerleme hızında ve yarım daire oluk profil şeklinde en olumlu sonuçların olduğu görülmektedir. Ayrıca hız ve norm artışının da etkileşimlerde tohum akışını daha kararlı duruma getirdiğini söylemek mümkündür.

Hız x Oluk Derinliği arasındaki interaksyonda (Çizelge 4.22) en iyi tohum akış düzgünlüğü 10 kg/da ekim normunda 2 m/s ilerleme hızında ve üçgen oluk profil şeklinden elde edilirken, 15 kg/da ekim normunda ise yine aynı hızda ve yarım daire oluk profil şeklinden elde edilmiştir. Ayrıca daha önceki çizelgelerde verilen sonuçlarda olduğu gibi burada da ekim normunun artması akış düzgünlüğünü iyileştirmiştir.

Çizelge 4.22. Arpa tohumunda hız x oluk derinliği interaksyonunun DÇKT sonuçları

Hız x Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s x 4 mm	17.67 a	11.74 b	9.71
1 m/s x 6 mm	15.27 b	12.65 a	10.15
1 m/s x 8 mm	17.60 a	12.47 ab	9.47
1.5 m/s x 4 mm	12.60 c	8.86 d	8.00
1.5 m/s x 6 mm	14.68 b	9.97 c	8.19
1.5 m/s x 8 mm	12.83 c	8.99 d	7.66
2 m/s x 4 mm	10.96 d	7.87 e	6.77
2 m/s x 6 mm	9.71 e	8.04 e	6.48
2 m/s x 8 mm	10.57 de	6.99 f	6.03
LSD _{0.01; 0.05; ns}	1.140	0.7941	

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık seviyesinde istatistiksel olarak önemli değildir.

ns: P>0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemsiz

Arpa tohumunun akış düzgünlüğüne ilişkin Oluk Şekli x Oluk Derinliği interaksyonunda ortaya çıkan sonuçlara göre (Çizelge 4.23), her bir ekim normunda ortalama CV değerleri arasında önemli farklar olmamasına rağmen, yarım daire profilli makara ile 4 mm, 6 mm veya 8 mm oluk derinliği interaksyonlarında daha iyi sonuçların elde edildiği söylenebilir.

Çizelge 4.23. Arpa tohumunda oluk şekli x oluk derinliği interaksyonunun DÇKT sonuçları

Oluk Şekli x Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
Yarım Daire x 4 mm	13.87 ab	8.39 e	7.80 c
Yarım Daire x 6 mm	12.87 b	9.77 bcd	8.79 a
Yarım Daire x 8 mm	13.27 b	9.42 cd	7.71 c
Trapez x 4 mm	13.42 b	10.41 ab	8.62 ab
Trapez x 6 mm	13.39 b	10.69 a	8.00 bc
Trapez x 8 mm	12.84 b	9.77 bcd	7.82 c
Üçgen x 4 mm	13.94 ab	9.66 bcd	8.05 bc
Üçgen x 6 mm	13.40 b	10.20 abc	8.04 bc
Üçgen x 8 mm	14.90 a	9.26 d	7.63 c
LSD _{0.01; 0.05; 0.05}	1.140	0.7941	0.6662

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık seviyesinde istatistiksel olarak önemli değildir.

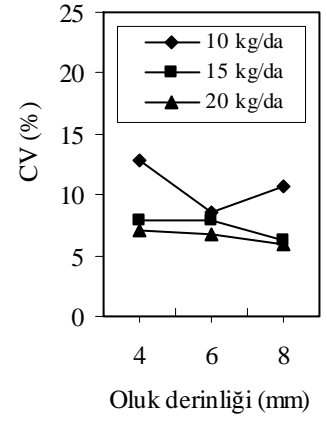
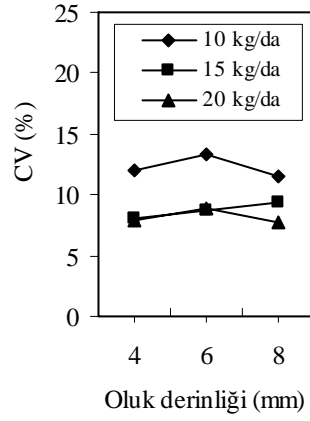
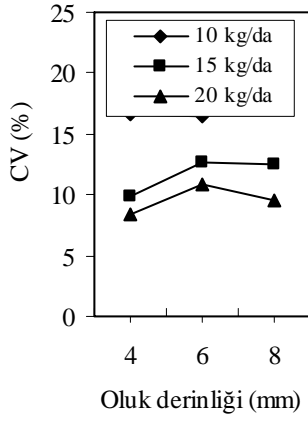
Hız x Oluk Şekli x Oluk Derinliği üçlü interaksyonunun arpa tohumunun akış düzgünlüğü üzerindeki etkisini görmek için CV değerlerine uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.24'de verilmiştir. Bütün ekim normlarında en iyi akış düzgünlükleri 2 m/s'lik hız değerinde elde edilmiştir. Bununla birlikte 10 kg/da ekim normunda üçgen profil şekli ve 4 mm oluk derinliği, 15 kg/da ekim normunda yarım daire oluk şekli ve 8 mm oluk derinliği, 20 kg/da ekim normunda ise üçgen profil şekli ve 8 mm oluk derinliği kullanıldığında minimum ortalama CV değerleri elde edilmiştir. Ekim normunun artmasıyla CV değerindeki belirgin azalışlar bu etkileşimde de açık bir şekilde görülmektedir.

Çizelge 4.24. Arpa tohumunda hız x oluk şekli x oluk derinliği etkileşiminin DÇKT sonuçları

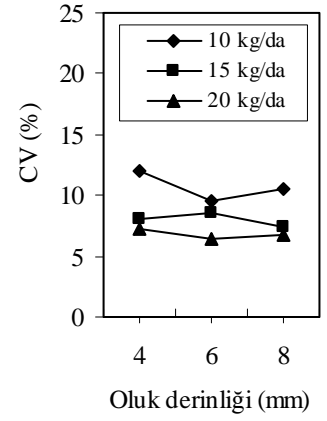
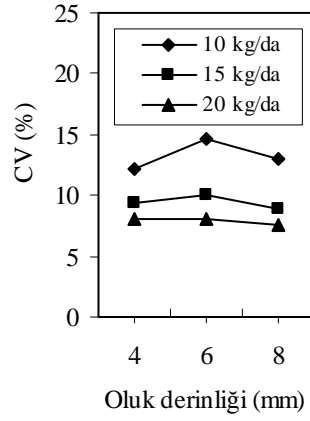
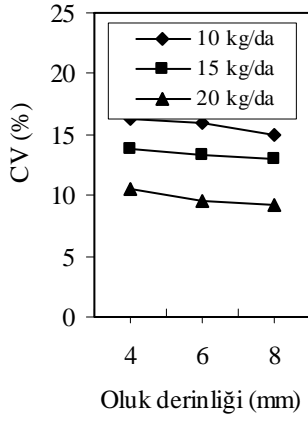
Hız x Oluk Şekli x Oluk Derinliği	Ekim Normu [✓]		
	10 kg/da	15 kg/da	20 kg/da
1 m/s x Yarım Daire x 4 mm	16.67 bc	9.83 efgh	8.42 defg
1 m/s x Yarım Daire x 6 mm	16.60 bc	12.71 abc	10.87 a
1 m/s x Yarım Daire x 8 mm	17.53 b	12.51 abc	9.58 bcd
1 m/s x Trapez x 4 mm	16.22 bc	13.86 a	10.49 ab
1 m/s x Trapez x 6 mm	16.00 bcd	13.37 ab	9.50 bcd
1 m/s x Trapez x 8 mm	15.03 cde	12.96 abc	9.28 bcde
1 m/s x Üçgen x 4 mm	20.12 a	11.53 bcde	10.21 ab
1 m/s x Üçgen x 6 mm	13.21 efgh	11.88 abcd	10.09 abc
1 m/s x Üçgen x 8 mm	20.26 a	11.94 abcd	9.57 abcd
1.5 m/s x Yarım Daire x 4 mm	12.07 fghij	7.38 ıjk	7.91 fgh
1.5 m/s x Yarım Daire x 6 mm	13.40 efg	8.75 ghij	8.81 cdef
1.5 m/s x Yarım Daire x 8 mm	11.50 ghijk	9.43 fghi	7.71 fghi
1.5 m/s x Trapez x 4 mm	12.09 fghij	9.36 fghij	8.11 efg
1.5 m/s x Trapez x 6 mm	14.65 cde	10.11 defg	8.06 efg
1.5 m/s x Trapez x 8 mm	13.01 efghi	8.94 ghij	7.52 fghij
1.5 m/s x Üçgen x 4 mm	13.63 efg	9.85 efgh	7.96 fgh
1.5 m/s x Üçgen x 6 mm	15.98 bcd	11.06 cdef	7.72 fghi
1.5 m/s x Üçgen x 8 mm	13.98 def	8.60 ghij	7.74 fghi
2 m/s x Yarım Daire x 4 mm	12.87 efghi	7.97 hijk	7.07 ghijkl
2 m/s x Yarım Daire x 6 mm	8.61 lm	7.85 hijk	6.68 hijklm
2 m/s x Yarım Daire x 8 mm	10.77 ıjk	6.33 k	5.84 lm
2 m/s x Trapez x 4 mm	11.95 fghij	8.02 ghijk	7.27 ghijk
2 m/s x Trapez x 6 mm	9.52 klm	8.59 ghij	6.45 ijklm
2 m/s x Trapez x 8 mm	10.47 jkl	7.40 ıjk	6.67 hijklm
2 m/s x Üçgen x 4 mm	8.07 m	7.61 ıjk	5.98 klm
2 m/s x Üçgen x 6 mm	11.00 hijk	7.69 ıjk	6.31 jklm
2 m/s x Üçgen x 8 mm	10.48 jkl	7.23 jk	5.58 m
LSD _{0.01; 0.01; 0.05}	1.974	1.832	1.154

[✓]: Her bir ekim normunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar belirtilen olasılık seviyesinde istatistiksel olarak önemli değildir.

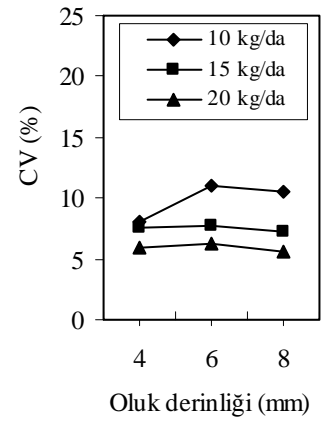
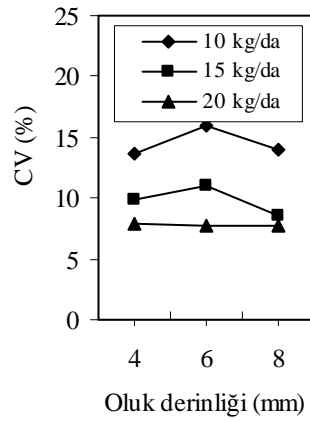
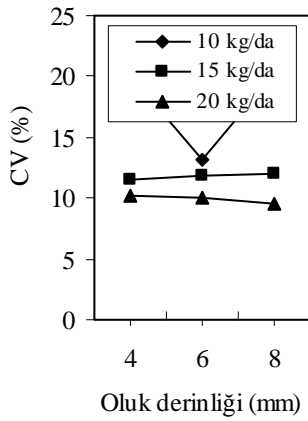
Arpa tohumunun akış düzgünlüğüne etki eden hız, oluk şekli ve oluk derinliğinin etkilerini daha açık bir şekilde görebilmek amacıyla, belirlenen ortalama CV değerlerinin ekim normlarına göre değişimleri grafikler halinde Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Oluk Şekli: Yarım Daire



Oluk Şekli: Trapez



Oluk Şekli: Üçgen

Hız: 1 m/s

1.5 m/s

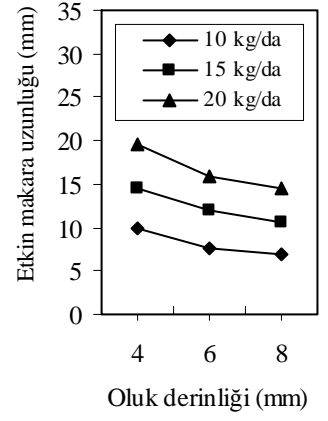
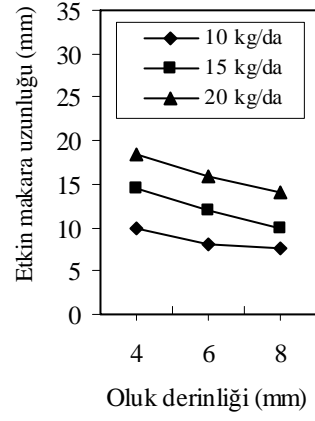
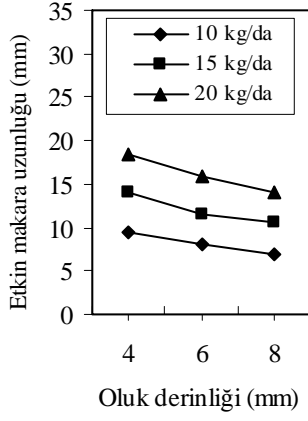
2 m/s

Şekil 4.5. Denemelerde arpadan elde edilen ortalama CV değerleri

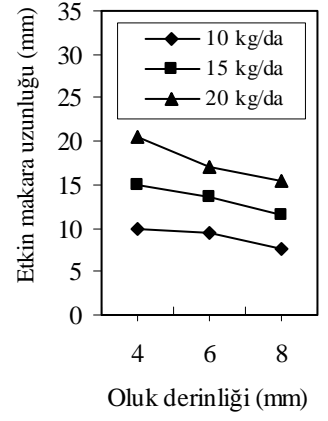
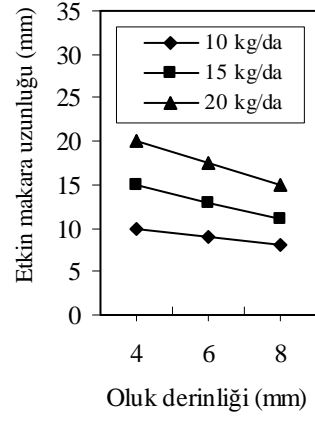
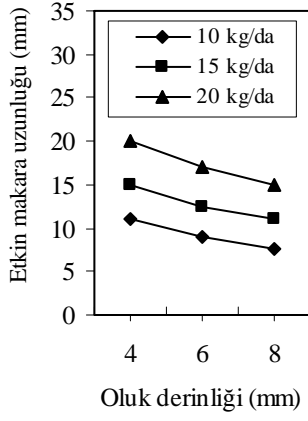
Şekil 4.5’de ortalama CV değerleri ile ilgili verilen grafiğe bakılırsa; genel olarak ekim normunun artması ortalama CV değerlerini düşürdüğünü (tohum akışını iyileştirdiğini) görmek mümkündür. Grafiklerde, denemeler sırasında yapısal ve işletme faktörlerine bağlı olarak gerçekleşen iyi akış düzgünlüğü görüldüğü gibi, yine gerçekleşen düzensiz tohum akışlarının etkilerini de görmek mümkündür. Örneğin; yarım daire oluk profil şekline sahip oluklu makaranın, 2 m/s ilerleme hızı ile ilgili grafiğe bakılırsa; 10 kg/da ekim normunda oluk derinliğinin artmasıyla, CV değerlerinde önce bir azalma ve akabinde tekrar bir artma olduğunu görürüz. Aynı oluk şeklinde ve 1.5 m/s ilerleme hızında ise oluk derinliğinin artmasıyla iki ekim normundaki CV değerleri birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Üçgen oluk şekli ve 1 m/s ilerleme hızında da özellikle 10 kg/da ekim normunda oluk derinliğinin artışıyla yine keskin bir iniş ve çıkış söz konusudur. Arpa ile ilgili yukarıda belirtilen olumsuzlukların sebebi, arpa tohumlarının fiziksel özelliklerinin (özellikle boyutlarının) diğer tohumlara oranla ekstrem bir yapı göstermesidir. Bundan dolayı da tohum akışında düzensizlik kaçınılmaz olmuştur. Ayrıca grafiklerde oluşan ekstrem yapının, özellikle düşük ekim normunda gerçekleşmesi (10 kg/da), düşük normda gerçekleşen kesikli akışın bir sonucudur.

Arpa tohumu için hız, oluk şekli ve oluk derinliğine bağlı olarak 10 kg/da, 15 kg/da ve 20 kg/da ekim normlarını elde edebilmek için belirlenen etkin makara uzunlukları Şekil 4.6’da verilmiştir.

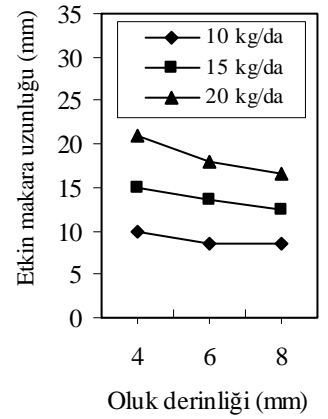
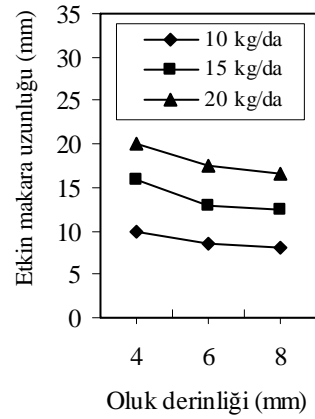
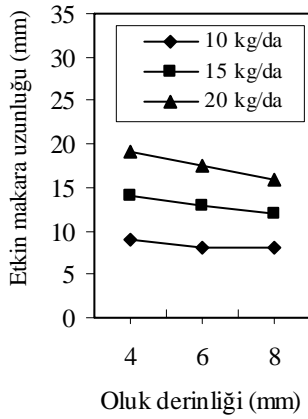
Şekil 4.6’ya göre, en büyük etkin makara uzunluğunu 21 mm olup üçgen profilli makara, 2 m/s ilerleme hızında ve 4 mm oluk derinliğinde bulunmuştur. Arpa denemelerinde elde edilen etkin makara uzunluklarını, buğday ve çavdar denemelerinde elde edilen etkin makara uzunlukları ile karşılaştırdığımızda; etkin makara uzunlukları küçükten büyüğe sırasıyla buğday, çavdar ve arpa şeklinde olmuştur. Bu durumu üç tohumun boyutları arasındaki farkla açıklamak mümkündür. Aynı oluk derinliğinde ekim normu arttıkça, etkin makara uzunluğu artmaktadır.



Oluk Şekli: Yarım Daire



Oluk Şekli: Trapez



Oluk Şekli: Üçgen

Hız: 1 m/s

1.5 m/s

2 m/s

Şekil 4.6. Denemelerde arpadan elde edilen ortalama etkin makara uzunlukları

Ayrıca en küçük etkin makara uzunlukları yarım daire profilli makarada, en büyük makara uzunlukları ise üçgen profilli makaralarda elde edilmiştir. Bunların yanı sıra aynı oluk şekillerinde, aynı hızda, oluk derinlikleri arttıkça makara etkin uzunlukları azalmaktadır.

5. DEĞERLENDİRME ve ÖNERİLER

Tahıl ekim makinalarında kullanılan ekici düzenler, ekim işleminde birinci dereceden öneme sahip makina organlarıdır. Bu nedenle bu makinalar üzerinde geçen yıllarda da tohum akış düzgünlüğünü iyileştirmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalara göre tarla yüzeyinde sıra üzerindeki tohumlar arasındaki düzgünlük, tarlada ekim sırasında etkili olabilecek doğal faktörlerin yanında, ekici düzenlerin yapısal özelliklerinden de etkileneceğini göstermektedir. Ekici düzenlerle ilgili yapısal faktörler, klape aralığı, klape sarma açısı, oluklu makara çapı, oluk sayısı, etkin makara uzunluğu, helis açısı ve oluk şekilleri olarak sayılabilir.

Oluklu makaraların oluk şekilleri ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda, yarım daire oluk profil şekilli makaraların kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada ise, yarım daire oluk profil şekilli makaraların yanı sıra trapez ve üçgen oluk profil şekillerinin de kullanılmasının uygun olacağı saptanmıştır. Ayrıca akış düzgünlüğüne diğer bir etkide oluk derinliklerinden kaynaklanmaktadır. Üretici firmalar, genellikle 10, 12, 14 mm oluk derinliklerine sahip oluklu makaralar imal etmektedirler. Bu çalışmada ise, oluk şekilleri ile birlikte 4, 6 ve 8 mm oluk derinliklerine sahip oluklu makaraların akış düzgünlüğüne uygunluğu araştırılmıştır. Denemelerde kullanılan oluklu makaralarda, 4, 6 ve 8 mm oluk derinliklerinin, buğday, çavdar ve arpa tohumlarının fiziksel özelliklerine bağlı olarak, tohum akış düzgünlüğü üzerinde farklı etkiler göstermiştir. Ancak denemelerde kullanılan buğday, çavdar ve arpa tohumları için en iyi akış düzgünlüğü 8 mm oluk derinliğinde elde edilmiştir. Bu nedenle buğday, çavdar ve arpa tohumlarının ekiminde 8 mm oluk derinliğinin kullanılması uygun olacaktır. Bu araştırma için dikkate alınan faktörler ve elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Tahıl ekim makinalarında yaygın olarak kullanılan oluklu makaralı dağıtım düzenlerinin tohum akış düzgünlükleri değişik parametrelerin etkisi altında laboratuvar şartlarında incelenmiştir. Araştırmada farklı ilerleme hızları (dolayısıyla farklı ekici mil hızları) ve

farklı tohum ekim normlarında oluklu makaralı ekici düzenlerde en uygun oluk profil şekli ve oluk derinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Laboratuvar şartlarında sabit bir depo üzerinde yürütülen çalışmada farklı ilerleme hızları (1 m/s, 1.5 m/s ve 2 m/s) için transmisyon oranına bağlı olarak eşdeğer farklı ekici mil hızları (11 min⁻¹, 16 min⁻¹ ve 21 min⁻¹) kullanılmıştır. Buğday, çavdar ve arpa tohumu ile yürütülen denemelerde her bir tohum çeşidi için 10 kg/da, 15 kg/da ve 20 kg/da ekim normları kullanılmıştır. Araştırma yarım daire, trapez ve üçgen oluk profil şekli ile 4 mm, 6 mm ve 8 mm oluk derinliğine sahip toplam dokuz adet oluklu makara ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulguların ışığı altında belirlenen genel değerlendirme ve öneriler aşağıda verilmiştir.

Buğday için yapılan denemelerde, hız, oluk şekli ve oluk derinliği ana parametrelerinin tohum akış düzgünlüğüne çok önemli derecede etki ettiği belirlenmiştir. Hız, oluk şekli ve oluk derinliğinin artışı ortalama %CV değerlerini düşürdüğü, dolayısıyla tohum akışındaki düzgünlüğü iyileştirdiği belirlenmiştir. Buğday tohumu için, en uygun makara oluk şeklinin yarım daire olduğu, fakat trapez şekilli oluklu makaranın kullanılmasının da önemli bir sakınca meydana getirmeyeceği görülmüştür. Ayrıca oluklu makaralarla çalışmada en uygun ilerleme hızınının 2 m/s (21 min⁻¹ ekici mil hızı) ve en uygun oluk derinliğinin de 8 mm olduğu belirlenmiştir. Buğday tohumlarının akış düzgünlüğü ile ilgili elde edilen bu sonuçlar grafiklerle de gösterilmiştir.

Çavdar tohum için elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, tohum akış düzgünlüğü üzerinde hız, oluk şekli ve oluk derinliği etkisinin çok önemli olduğu saptanmıştır. Çavdar tohumları için en uygun oluk profil şekli trapez olup, bu oluklu makaranın, oluklarının 8 mm derinlikte açılmasının tohum akışını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca çalışılması gereken ilerleme hızınının ise 2 m/s olması gerektiği saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar grafiklerle desteklenmiştir.

Arpa tohumları için yapılan deneme sonuçlarına genel olarak bakılırsa, hız faktörünün üç ekim normunda da akış düzgünlüğüne etkisinin çok önemli olduğu saptanmıştır. Ana faktörlerden oluk şeklinin ise 10 ve 15 kg/da ekim normlarında çok önemli bir etkiye

sahip olduğu, fakat 20 kg/da'da önemsiz olduğu belirlenmiştir. Diğer bir faktör olan oluk derinliği, 10 kg/da'da önemsiz, 20 kg/da'da önemli, 15 kg/da'da ise çok önemli olduğu belirlenmiştir. Arpa tohumlarının sonuçlarında çıkan bu durum, arpanın tane boyut yapısına ve arpa tohumlarının kabuklu olmasına bağlanmıştır. Bunların yanı sıra, arpa sonuçlarının verdiği bu düzensizliğe rağmen, arpa tohumlarının akışı için en uygun oluk şeklinin yarım daire olduğu ve bu olukların 8 mm oluk derinliğinde olması akışı düzeltereği saptanmıştır.

Sonuç olarak, her üç ürün için de kullanılması gereken en uygun makina ilerleme hızının 2 m/s (ekici mil hızı 21 min⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Oluk profili olarak, buğday ve arpa tohumları için yarım daire ve çavdar için ise hem yarım daire hem de trapez oluk profilinin kullanılması uygun olacağı, bu olukların ise özellikle 8 mm derinlikte açılması üç ürün içinde iyi sonuçlar vereceği gözlenmiştir. Ayrıca gözlemlenen diğer bir husus ise, ekim normunun azalması durumunda akışın bozulduğu ve kararlı bir tohum akışı için ise ekim normunun istenilen oranda artırılması gerektiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Allen, R.R., Hollingsworth, J.D., Thomas, J.D., 1983. Sunflower Planting and Emergence with Coated Seed. Transactions of the ASAE, 26(3), 665 – 669.
- Anonim, 1983. Test Procedure for Dry Fertilizer Spraders. ASAE S341.1.
- Anonim, 1989. MSTAT – C. Dynamics Corporation, Highway Contract, Canyon Lake, Texas, USA.
- Anonim, 1997. Microsoft Office 97. Microsoft Corporation, USA.
- Anonim, 2000a. Türkiye İstatistik Yıllığı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. Yayın No: 2457. Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası. Ankara.
- Anonim, 2000b. Minitab Statistical Software Release 13.32. Minitab Inc., USA.
- Anonim, 2001. Devlet Planlama Teşkilatı. Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara, <http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/plan8.pdf> (15.08.2008).
- Anonim, 2003. Türkiye İstatistik Yıllığı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2005. Production of Cereals and Share in World. FAO Statistical Yearbook. <http://www.faostat.fao.org/faostat/collections> (23.01.2008).
- Anonim, 2006. Türkiye İstatistik Yıllığı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 3063, Ankara.
- ASAE Standards, 45th Ed. 1998. S281.3. Capacity Designation for Fertilizer and Pesticide Hoppers and Containers. St. Joseph Mich. ASAE.
- Barut, Z. B., Öztekin, S., Bozdoğan, A. M., Barut, A., Özcan, M. T., Güzel, E., İnce, A., Yıldız, Y., 2006. Tarım Makinaları 2. Nobel Kitabevi, İstanbul.
- Bansal, R. K., El Gharras, O., Hamilton, J. H., 1989. A Roller-type Positive-feed Mechanism for Seed Metering. J. Agric. Engng. Res., 43, 23-31.
- Bell, B., 1996. Farm Machinery. Published by Farming Press Miller Freeman UK Ltd, United Kingdom.
- Bernacki, H., Haman, J., Kanofjski, Cz., 1972. Agricultural Machines: I. Theory and Construction. U.S. Dept. Of Commerce, N.T.I.S. , Springfield, Virginia.
- Buften, L. P., Richardson, P., O'Dogherty, M. J., 1974. Seed Displacement After Impact on a Soil Surface. J. Agric. Engng. Res., 19, 327 – 338.
- De, D., 1989, Flow Behaviour of Chemical Fertilizer as Affected By Their Properties. J. Agric. Engng. Res., 42, 235 – 249.
- Ess, D. R., Hawkins, S. E., Young, J. C., Christmas, E. P., 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.
- Eşiyok, B. A., 1999. Tarım Alet ve Makina İmalat Sanayindeki Gelişmeler ve Tarım Sektörüne Bazı Nicel Göstergeler Açısından Bir Bakış. Türkiye Kalkınma Bankası A. Ş. Mayıs 1999 Sektörel Araştırmalar, Ankara.

- Gökçebay, B., 1986. Tarım Makinaları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 979, 395 s, Ankara.
- Gulvin, H. E., Stone, A. A., 1977. Machines For Power Farming. Department of Agricultural Engineering State University of New York Long Island Agricultural and Technical Institute Farmingdale, New York, USA.
- Güler, İ. E., 2005a. Analysis of the Effects of Flute Diameter, Fluted Roll Length and Speed on Sesame Seed Flow Using Minitab. Journal of Applied Sciences, 5(3), 488 – 491.
- Güler, İ. E., 2005b. Effects of Flute Diameter, Fluted Roll Length, and Speed on Alfalfa Seed Flow. Applied Engineering in Agriculture, 21(1), 5 – 7.
- Halderson, J. L., 1983. Planter Selection Accuracy for Edible Beans. Transactions of the ASAE, 26(2), 367 – 371.
- Heege, H. J., 1993. Seeding Methods Performance for Cereals, Rape and Beans. Transactions of the ASAE, 36(3), 653–661.
- Hunt, D., 1979. Farm Power and Machinery Management. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Karayel, D., Wiesehoff, M., Özmerzi, A., Müller, J., 2005. Laboratory Measurement of Seed Drill Seed Spacing and Velocity of Fall of Seeds Using High-Speed Camera System. Computers and Electronics in Agriculture, 50(2), 89 – 96.
- Karayel, D., 2007. Ekim Makinası Denemelerinde Kullanılan Optik Sensorlu ve Kameralı Ölçme Sistemlerinin Karşılaştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Kahramanmaraş.
- Kepner, R., A., Barger, E., L., 1980. Principles of Farm Machinery. AVI Prb., 571 p, USA.
- Kocher, M. F., Lan, Y., Chen, C., Smith, J. A., 1998. Opto – Electronic Sensor System for Rapid Evaluation of Planter Seed Spacing Uniformity. Transactions of the ASAE, 41(1), 237 – 245.
- Konak, M., 1996. Farklı Tahıl Ekim Makinalarında Titreşimin Ekim Normu ve Sıralar Arası Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(12), 37 – 44.
- Konak, M., 1999. Bazı Ekici Düzenlerle Fasulye ve Nohut Ekiminde Farklı Ekim Normlarının Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(20), 74 – 81.
- Kün, E., 1988. Serin İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1032, Ankara.
- Mutaf, E., 1984. Tarım Alet ve Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 218, 463 s, İzmir.
- Oğuz, C., Arısoy, H., 2005. Tarımsal Araştırma Enstitüleri Tarafından Yeni Geliştirilen Buğday Çeşitlerinin Tarım İşletmelerinde Kullanım Düzeyi ve Geleneksel Çeşitler ile Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü. Yayın No: 130, Ankara.
- Önal, İ., Akdeniz, R. C., Değirmencioğlu, A., 1986. Şeritvari Gübrelemede Kullanılan Gübre Atma Organlarının İş Kalitesine Çalışma Koşullarının ve Gübrenin Durumunun Etkileri. Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Adana.
- Önal, İ., Zender, F. N., Aykas, E., 1991. Nohut ve Mercimek Ekimine Uygun Ekici Düzenler. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Konya.

- Önal, İ., 1995. Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 490, 606 s, İzmir.
- Özmerzi, A., Yıldız, O., Kürklü, A., Ertekin, C., Külcü, R., 2004. Tarım Makinaları İçin Mühendislik El Kitabı. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 614 s, İstanbul.
- Özsert, İ., 1984. Türkiye’de Üretilen Bazı Tahıl Ekim Makinalarının Tohum ve Gübre Dağıtım Düzenleri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Erzurum.
- Özsert, İ., Ülger, P., 1985. Tahıl Ekim Makinaları Dağıtım Düzenleri Üzerinde Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Adana.
- Özsert, İ., 1988. Değişik Yönleriyle Ekim ve Ekim Makinaları. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Erzurum.
- Özsert, İ., 1992. Bazı Gübre Dağıtım Düzenlerinde Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlükleri. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Samsun.
- Özsert, İ., Kara, M., Bayhan, A.K., Öztürk, İ. 1994. Bazı Gübre Dağıtım Düzenlerinde Titreşimin Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Antalya.
- Özsert, İ., Kara, M., Güler, İ.E., Turgut, N., 1997. Klape Aralığı ve Sarma Açısının Oluklu İtici Makara Performansına Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Tokat.
- Riley, T. W., Shahidi, S. K., Reeves, T. G., Cass, A., 1997. Effect of Design Parameters of Narrow Direct Drilling Points on Their Performance in Soil Bins. *Agricult. Eng. Aust.*, 26(2), 5 – 14.
- Ryu, I. H., Kim, K. U., 1998. Design of Roller Type Metering Device for Precision Planting. *Transactions of the ASAE*, 41(4), 923–930.
- Saxena, R. C., and Varma, S., 1973. Effect of Moisture on the Flow Characteristics of Granular Fertilizer. *Technology*, 10(1–2), 42 – 45.
- Singh, H., Kushwaha, H. L., Mishra, D., 2007. Development of Seed Drill for Sowing on Furrow Slants to Increase the Productivity and Sustainability of Arid Crops. *Biosystems Engineering*, 98(2), 176 – 184.
- Speelman, L., 1975. The Seed Distribution in Band Sowing of Cereals. *Journal Agric. Engng. Res.*, 20, 25 – 37.
- Speelman, L., 1979. Features of a Reciprocating Spout Broadcaster in the Proces of Granular Fertilizer Application. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen*.
- Srivastava, A. K., Goering, C. E., Rohrbach, R. P., 1996. *Engineering Principles of Agricultural Machines*. ASAE Textbook, Michigan, USA.
- Stout, B. A., Cheze, B., 1999. *CIGR Handbook of Agricultural Engineering*. Volume III. ASAE papers, 632 p, USA.
- Şehirali, S., Gençtan, T., Uçkesen, B., Birsin, M. A., Zencirci, N., 2000. Türkiye Tahıl ve Ekmeklik Tahıl Üretiminin Bugünkü ve Gelecekteki Boyutları. Türkiye Ziraat Mühendisliği 5. Teknik Kongresi, Ankara.
- Taşer, Ö. F., Altuntaş, E., 1994. Kombine Hububat Ekim Makinasının Sıra Üzeri Tohum Dağılım Düzgünlüğünde ve Tohumların Çizi Ekseninden Kaçıklığına İlerle Hızının Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Antalya.

- Taşer, Ö. F., 1997a. Hububat Ekiminde Kullanılan Ekici Çarkların Mercimek Ekimine Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Tokat.
- Taşer, Ö. F., 1997b. Sıra Üzeri Tohum Dağılımının Fotosel Tohum Algılama Yöntemi İle ve Bilgisayar Destekli Saptanabilmesi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Tokat.
- Turgut, N., Özsert, İ., Bayhan, A. K., 1991. Bazı Tahıl Ekim Makinaları Tohum Dağıtım Düzenleri Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlükleri Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Konya.
- Turgut, N., Ülger, P., Özsert, İ., 1992. Bazı Tohum Dağıtım Düzenlerinde Titreşimin Sıra Üzeri Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Samsun.
- Turgut, N., Kara, M., Özsert, İ., 1994. Effect of Particle Size of Fertilizers on the Longitudinal Distribution Patern of Some Delivery Mechanisms. International of Agrophysics, 8, 147 – 154.
- Turgut, N., Özsert, İ., Kara, K., Yıldırım, Y., 1995. Oluklu İtici Makaralı Gübre Dağıtım Düzenlerinde Uygun Makara Boyutlarının Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Bursa.
- Turgut, N., Kara, M., Özsert, İ., Güler, İ. E., 1996. Performance of Fluted Feed Rolls in Seed Drills. 6. Uluslar Arası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, Ankara.
- Turgut, N., Özsert, İ., Kara, M., 1998. The Effects of Some Constructive Properties of Fluted Rolls in Seed Grills on the Flow Evenness. Agricultural Engineering, 4, 3–4.
- Ülger, P., Güzel, E., Eker, B., Pınar, Y., Kayışoğlu, B., Akdemir, B., Bayhan, Y., Sağlam, C., 2002. Tarım Makinaları İlkeleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 29, Tekirdağ.
- Wilkins, D. E., Kraft, J. M., Klepper, B. L., 1991. Influence of Plant Spacing on Pea Yield. Transactions of the ASAE, 34(5), 1957 – 1961.
- Wilson, J. M., 1980. The Effect of Release Errors and the Release Point on the Design of Precision Seed Drills. J.Agric. Engng. Res., 25, 407–419.
- Yıldırım, Y., Turgut, N., Kara, M., 2002. Effect of Agitator Properties on the Flow Evenness and Degradation of Fertilizers Through a Fluted Metering Roller in Seed Drills. CIGR XVth World Congress, Chicago, USA.
- Yıldırım, Y., Turgut, N., Kara, M., 2004. Tahıl Ekim Makinalarında Kullanılan Oluklu Makaralarda Oluk Şeklinin Tohum Akış Düzgünlüğüne Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Aydın.
- Yıldırım, Y., Turgut, N., 2007. Yonca ve Susamın Farklı Oluk Şekilli Ekici Makaralardan Akış Özelliklerinin Araştırılması. Tarım Makinaları Bilim Dergisi, 3 (1), 51 – 58.
- Yıldız, N., Bircan, H., 2003. Araştırma ve Deneme Metodları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 305, 303 s, Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

Kars'ın Kağızman ilçesinde 17.04.1981 yılında doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kağızman'da, lise öğrenimini ise Ankara'da tamamladı. 2000 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde lisans eğitimine başladı ve 2004 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2007 yılı Mart ayında aynı anabilim dalında araştırma görevlisi olarak atandı. Halen Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.