

## GÖMÜCÜ AYAKLARIN ÇİZİ KESİT ALANI VE TOPRAK KABARMASINA ETKİSİ

Davut KARAYEL

Aziz ÖZMERZİ

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Antalya

### Özet

Bu araştırma gömücü ayakların (balta, çapa, tek diskli ve çift diskli) çizi kesit alanı, toprak kabarması ve örseleme katsayısına olan etkilerini belirlemek için yapılmıştır. Çizi kesit alanı, tohumun toprak içerisindeki sıçrama ve sürüklenmesi ile oluşacak yer değiştirmesi, toprak kabarması ve örseleme katsayısı ise toprak nem kaybına yaptığı etki nedeniyle ekim tekniği açısından önemli kriterlerdir.

Araştırma sonuçlarına göre gömücü ayaklar arasında en düşük çizi kesit alanı ve toprak kabarması balta gömücü ayak, en yüksek çizi kesit alanı, toprak kabarması ve örseleme katsayısı ise çapa gömücü ayak ile yapılan denemelerde elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ekim Makinası, Gömücü Ayak, Çizi Kesit Alanı, Toprak Kabarması

### Effect of Furrow Openers on Furrow Profile and Soil Disturbance

#### Abstract

This research was carried out to determine the furrow profiles and soil disturbance of furrow openers (shoe, hoe, single and double disc). Furrow profile is effective factor on rolling and bouncing of seeds in soil and soil disturbance is effective factor on soil moisture variation.

According to results of this research, while the minimum area of furrow profile and soil disturbance obtained using with shoe furrow opener, the maximum area of furrow profile and soil disturbance obtained using with hoe furrow opener.

**Keywords:** Seeder, furrow opener, furrow profile, soil disturbance

### 1. Giriş

Ekim işleminde tohumların toprak içerisindeki dağılımı yatay ve düşey dağılım ile ifade edilir. Bu dağılım bitkilerin yeknesak gelişimi ve verim yönünden önemli bir etmendir. Toprak işleme, gübreleme, bitki koruma gibi üretimi arttırıcı önlemlerin yanında düzgün bir yaşam alanı sağlamakta verimde artış sağlayabilmektedir (Heege, 1993). Ekimde, düzgün bir sıra üzeri tohum dağılımının sağlanmasında, ekici düzenler birinci derecede sorumludur. Ancak ekici düzenden çıkan tohumların toprağa yerleştirilmesinde oluşacak aksaklıkların ekim kalitesine ve başarısına büyük ölçüde etkili olduğu dikkate alınmalıdır. En modern ve kaliteli ekici düzene sahip bir hassas ekim makinası ile çalışmada bile, gömücü ayakların gereği gibi görev yapmaması nedeniyle ekimde başarısızlıkla karşılaşılabilir. Özmerzi (1988) balta, çapa, tek diskli ve çift diskli gömücü ayakların tohum dağılımına etkisini toprak sıkışıklığına bağlı olarak incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre

topraktaki sıkışma ile balta, çapa ve tek diskli gömücü ayakların derinlik dağılımı iyileşmektedir. Yine topraktaki sıkışma ile çapa ayağın ortalama ekim derinliği artarken diğer gömücü ayakların azalmaktadır. Iqbal ve ark. (1998) tek ve çift diskli gömücü ayakların toprağın fiziksel özelliklerine yaptığı etkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre çift diskli gömücü ayak ekim derinliği olan 0-50 mm'de toprak hacim ağırlığını azaltırken tek diskli gömücü ayak önemli bir etki yapmamıştır. Ekimden 28 gün sonra toprak nem içeriği ölçülmüş ve her iki gömücü ayağın toprak nemine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Önal'a (1995) göre, tohumların çizide sıçrama ve sürüklenme yapmasına çizi yüzeyinin durumu ve şekli de etkilidir. Çizi dar, zemin elastik olmadığı takdirde tohumların çizide sıçrama ve sürüklenmesi azalır. Bu nedenle, ekimde sıra üzeri tohum dağılımındaki düzgünlüğü bozmamak için gömücü ayakların açmış olduğu çizilerin mümkün olduğunca dar ve elastik olmayan

pürüzlü bir yüzeye sahip olması gerekir. Bu araştırmada kullanılan her gömücü ayağın toprakta oluşturduğu çizi profili incelenmiştir. Böylece her gömücü ayağın toprağı ne kadar kabarttığı ve toprakta oluşturdukları çizinin şekli ve kesit alanı belirlenmeye çalışılmıştır.

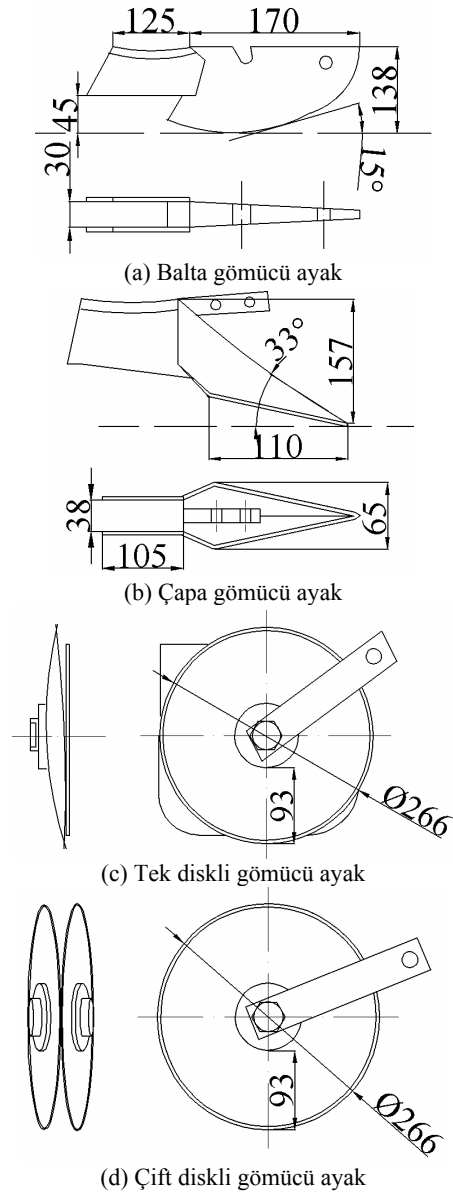
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu araştırma için balta, çapa, tek diskli ve çift diskli tip gömücü ayaklar seçilmiş ve gömücü ayaklar bir hava emişli hassas ekim makinası üzerine monte edilmiştir. Hava emişli hassas ekim makinası, asılır tip bir makinedir. Zincirdişli sistemi ile tekerlekten alınan hareket, altıgen mil ile ekici ünitelere iletilmektedir. Ekici ünite, besleme düzeni ve tohum deposundan, besleme düzeni ise iki ayrı hücre ve delikli düşey bir tohum plakasından oluşmaktadır. Tohum plakası üzerindeki deliklere negatif hava basıncının etkisi ile tutunan tohumlar, plakanın dönmesiyle birlikte yukarı kaldırılır ve sıyrıcı ile delik üzerine tutunan birden fazla tohumun tekrar tohum kutusuna düşmesi sağlanır. Tohum plakasının alt noktasında deliklerin negatif hava ile teması engellendiği için emiş kuvvetinden kurtulan tohum kendi ağırlığı ile çiziye düşmektedir. Negatif hava basıncını sağlayan fan, hareketini traktör kuyruk milinden almakta ve traktörün  $540 \text{ min}^{-1}$  kuyruk mili devrinde,  $850 \text{ mmSS}$  negatif hava basıncı sağlamaktadır.

Balta gömücü ayağın gövdesi dökümden yapılmış olup, arkasında tohumun düşeceği açıklığı oluşturan iki adet kanat bulunmaktadır. Bu kanatlar, gömücü ayak tarafından açılan çizinin tohumlar düşmeden önce kendiliğinden kapanmasını önlemektedir. Çapa gömücü ayak, 8 mm kalınlığında dökümden yapılmış uç demiri ve 4 mm kalınlığında iki adet kanattan oluşmaktadır. Tohumlar uç demirinin açtığı çiziye kanatlar tarafından oluşturulan açıklıktan düşmektedir. Kanatlar uç demiri tarafından açılan çizinin tohum çiziye düşene kadar kapanmasını önlemektedir. Tek diskli gömücü ayak, iç bükey bir disk ve

disk tarafından açılan çizinin kapanmasını önleyen bir sac levhadan oluşmaktadır. Disk rulmanla yataklanmış ve bir bağlantı kolu ile ekim makinası çatısına civata ile monte edilmiştir. Disk  $12^\circ$  yön açısı ile monte edilmiştir. Çift diskli gömücü ayak, rulman ile yataklanmış iki adet düz diskten oluşmaktadır. Diskler ekim makinası çatısına iki adet bağlantı kolu ile monte edilmiştir. Diskler yerden 53 mm yükseklikte birbiriyle önden temas etmektedir. Disklerin birbirine temas noktasında diskler arasındaki açı  $14^\circ$ , üst noktada diskler arasındaki açıklık 71 mm, alt noktada ise 25 mm'dir. (Şekil 1).



Şekil 1. Denemelerde Kullanılan Gömücü Ayaklar

Denemeler Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesine ait farklı toprak bünyesine sahip iki tarlada (Tarla I ve Tarla II) yürütülmüştür. Tarlalardan biri Ziraat Fakültesi Aksu Araştırma ve Uygulama Arazisinde (Tarla I) diğeri ise Kampus alanında bulunan araştırma ve uygulama arazisinde (Tarla II) yer almaktadır. Deneme yapılan tarlalara ilişkin bünye dağılımları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Tarla Denemesinin Yapıldığı Toprakların Bünye Dağılımları

Tarla	Seri Adı	Kum	Silt	Kil
Tarla I (Aksu)	Siltli-Kil	%2	%56	%42
Tarla II (Kampus)	Killi-Tım	%41	%26	%33

Aksu’daki denemelerde 40 m genişliğinde 450 m uzunluğunda, kampus alanındaki denemelerde ise 45 m genişliğinde 50 m uzunluğunda bir tarla kullanılmıştır. Her iki tarla, farklı toprak sıklığına göre yapılacak denemeler için üç parçaya ayrılmıştır.

## 2.2. Yöntem

Deneme tarlalarına tohum yatağı hazırlığı için 25 cm derinlikte pullukla sürümden sonra diskli tırmık ve farklı toprak sertliği elde edebilmek için bir, iki ve üç kat tapan uygulanmıştır. Denemelerde farklı toprak penetrasyon direnci elde etmek için bir kat tapan uygulanan parsel *Parsel I*, iki kat tapan uygulanan parsel *Parsel II* ve üç kat tapan uygulanan parsel ise *Parsel III* olarak adlandırılmıştır.

Deneme deseni Çizelge 2’deki gibi oluşturulmuş ve denemeler Tarla I ve Tarla II’de tekrarlanmıştır.

Çizelge 2. Deneme Deseni

PARSEL I			PARSEL II			PARSEL III		
20*	40	60	20	40	60	20	40	60
<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>	<i>Balta</i>
<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>	<i>Çapa</i>
<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>	<i>Tek Diskli</i>
<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>	<i>Çift Diskli</i>

\*: Ekim derinliği (mm)

Çizi profilini belirlemek için ekim makinası çizi kapaticılar ve baskı tekerleği çıkartılarak sadece gömücü ayak ile çalıştırılmıştır. Ekim derinliği ayarı, yan tekerlekler kullanılarak yapılmıştır.

Gömücü ayakların oluşturduğu çizi profilini belirlemek için Önal (1971) tarafından yapılan bir araştırmada, toprak profilografından yararlanılmıştır. Bu araştırmada ise ekim sonrası oluşturulan çiziden düşey kesit almak için 50×30 cm boyutlarında 3 mm kalınlığında sac levhadan yararlanılmıştır. Çizi profilini belirlemek için sac levha düşey olarak ilerleme yönüne dik doğrultuda yaklaşık 20 cm derinliğinde toprağa batırılmış ve önündeki toprak temizlenmiştir. Levha çiziden çıkarıldıktan sonra ilerleme yönüne paralel doğrultuda yerleştirilen dijital kamera ile gömücü ayak geçmeden önce ve geçtikten sonra toprak yüzeyinin aynı düşey düzlemdeki resimleri çekilmiştir. Dijital kamera ile çekilen resimler bir kişisel bilgisayara aktarılmış ve bilgisayardaki Global Lab Image (GLI) programı kullanılarak gömücü ayak tarafından oluşturulan çizi profili belirlenmiş ve gömücü ayak geçmeden önceki toprak profili ile gömücü ayak geçtikten sonraki çizi profili eğrileri arasındaki alanlar hesaplanmıştır. Bu alanlardan, toprak yüzeyi üzerindeki kabartılan toprağın kesit alanı toprak kabarması, toprak yüzeyi altında kalan çizi açıklığı ise çizi kesit alanı olarak isimlendirilmiştir.

Ayrıca çizi profili sayısal değerlere dönüştürülmüş ve MS Excel programı ile çizi profili grafikleri oluşturulmuştur. Global Lab Image programı ile ölçülen uzaklıklar piksel, alanlar ise piksel<sup>2</sup> olarak elde edildiği için her ölçüm öncesi birim uzunluk için piksel değeri belirlenerek kalibrasyon yapılmıştır.

Değişik gömücü ayak uygulamaları

sonucu elde edilen değişik profil eğrileriyle gömücü ayak geçmeden önceki toprak profili arasındaki alanların, gömücü ayağın olması gereken konstrüktif deformasyon alanına oranı örselenme katsayısını vermektedir (Önal, 1971).

Bu çalışmada toprak kabarmasının gömücü ayağın konstrüktif deformasyon alanına oranı örselenme katsayısı olarak elde edilmiştir. Örselenme katsayıları sadece Parsel I'de yapılan denemeler için hesaplanmıştır.

Denemeler, her gömücü ayak için üç farklı penetrasyon direnci (Parsel I, II ve III) ve üç farklı derinlikte (20, 40, 60 mm) üç tekerrürlü olarak tesadüf parsellerinde faktöryel deneme desenine göre yürütülmüştür.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Çizi Kesit Alanı

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre her iki tarla için de gömücü ayak × toprak penetrasyon direnci × derinlik interaksyonu hariç tüm değişkenler ve bunların interaksyonları istatistiksel olarak çizi kesit alanını etkilemiştir.

Gömücü ayaklar arasında en yüksek çizi kesit alanı çapa gömücü ayakta elde edilirken en düşük çizi kesit alanı ise Tarla I'de balta ve çift diskli gömücü ayaklarda, Tarla II'de ise balta gömücü ayakta elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Gömücü Ayakların Çizi Kesit Alanına Etkisi

Gömücü Ayak	Tarla I	Tarla II
	Çizi Kesit Alanı (mm <sup>2</sup> )	
Balta	1475c <sup>z</sup>	1440d
Çapa	2340a	3659a
Tek Diskli	1825b	1797c
Çift Diskli	1553c	2181b

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Toprak penetrasyon dirençleri incelendiğinde Tarla I'de en düşük çizi kesit alanı Parsel III'de elde edilirken, Parsel I ile II arasındaki farklılık istatistiksel olarak

önemsizdir. Tarla II'de ise toprak penetrasyon direncinin çizi kesit alanını istatistiksel olarak etkilemediği belirlenmiştir (Çizelge 4). Ekim derinliği incelendiğinde ise beklendiği gibi en yüksek çizi kesit alanı 60 mm, en düşük ise 20 mm çalışma derinliğinde elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Toprak Penetrasyon Direncinin Çizi Kesit Alanına Etkisi

Parsel No	Tarla I	Tarla II
	Çizi Kesit Alanı (mm <sup>2</sup> )	
I	1961a <sup>z</sup>	2348a
II	1877a	2172a
III	1556b	2282a

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 5. Ekim Derinliğinin Çizi Kesit Alanına Etkisi

Derinlik (mm)	Tarla I	Tarla II
	Çizi Kesit Alanı (mm <sup>2</sup> )	
20	1422c <sup>z</sup>	1402c
40	1741b	2338b
60	2232a	3067a

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Gömücü ayak × toprak penetrasyon direnci, gömücü ayak × derinlik interaksyonları açısından, gömücü ayakların denemeye alınan tüm toprak penetrasyon direnci ve çalışma derinliklerinde çizi kesit alanını istatistiksel olarak etkilediği saptanmıştır.

Gömücü ayak × toprak penetrasyon direnci interaksyonunda bütün parsellerde en yüksek çizi kesit alanı çapa gömücü ayak ile yapılan denemelerde, gömücü ayak × derinlik interaksyonunda ise bütün derinliklerde en yüksek çizi kesit alanı yine çapa gömücü ayak ile yapılan denemelerde elde edilmiştir (Çizelge 6 ve 7).

Toprak penetrasyon direnci × derinlik interaksyonu incelendiğinde ise Tarla I'de farklı toprak penetrasyon dirençleri tüm çalışma derinliklerinde çizi kesit alanlarını etkiler iken Tarla II'de farklı penetrasyon direnci sadece 60 mm çalışma derinliğinde çizi kesit alanını etkilemiştir (Çizelge 8).

Çizelge 6. Gömücü Ayak × Toprak Penetrasyon Direnci İnteraksiyonunun Çizi Kesit Alanına Etkisi

Gömücü Ayak	Tarla I			Tarla II		
	Toprak Penetrasyon Direnci			Toprak Penetrasyon Direnci		
	Parsel I	Parsel II	Parsel III	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Çizi kesit alanı (mm <sup>2</sup> )					
Balta	1810b <sup>z</sup>	1612c	1001b	1593c	1161c	1566b
Çapa	2809a	2349a	1863a	3485a	3583a	3908a
Tek Diskli	1581b	1929b	1966a	1995bc	1598c	1796b
Çift Diskli	1644b	1621c	1393b	2316b	2346b	1879b

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 7. Gömücü Ayak × Derinlik İnteraksiyonunun Çizi Kesit Alanına Etkisi

Gömücü Ayak	Tarla I			Tarla II		
	Derinlik (mm)			Derinlik (mm)		
	20	40	60	20	40	60
	Çizi kesit alanı (mm <sup>2</sup> )					
Balta	1125b <sup>z</sup>	1444c	1854c	912b	1453c	1956c
Çapa	1949a	2236a	2835a	2637a	3382a	4957a
Tek Diskli	1374b	1709b	2392b	915b	1918c	2559b
Çift Diskli	1238b	1575bc	1846c	1147b	2599b	2795b

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 8. Toprak Penetrasyon Direnci × Derinlik İnteraksiyonunun Çizi Kesit Alanına Etkisi

Toprak Penetrasyon Direnci	Tarla I			Tarla II		
	Derinlik (mm)			Derinlik (mm)		
	20	40	60	20	40	60
	Çizi kesit alanı (mm <sup>2</sup> )					
Parsel I	1823a <sup>z</sup>	2001a	2328a	1385a	2453a	3203a
Parsel II	1539a	1784a	2309a	1537a	2281a	2698b
Parsel III	902b	1437b	2058b	1282a	2279a	3300a

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Yukarıda etkileri istatistiksel olarak değerlendirilen değişkenlerin çizi kesit alanına olan etkilerini görsel olarak daha iyi aktarmak için çizilerin sınırları sayısal olarak belirlenmiş ve bunlar Parsel I için Şekil 2, 3, 4 ve 5'de olduğu gibi grafik haline getirilmiştir. Bu şekillerden de görüleceği gibi çapa gömücü ayak ile oluşturulan çizilerde çizi kesit alanının daha geniş olduğu açıkça görülmektedir. Özellikle balta gömücü ayakla oluşturulan çiziler daha dardır ve bir üçgen şeklindedir. Bunun yanında ekim derinliğinin artmasının bütün gömücü ayaklarda çizi kesit alanını artırdığı açıkça görülmektedir.

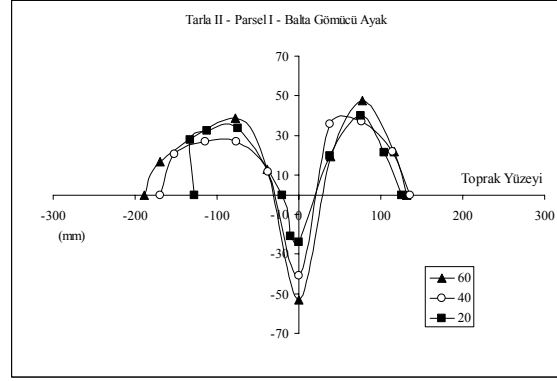
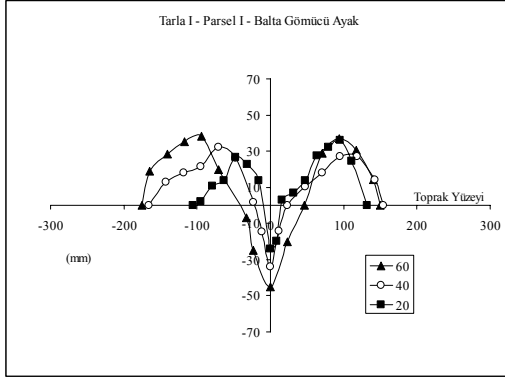
### 3.2. Toprak Kabarması

Varyans analizi sonuçlarına göre her

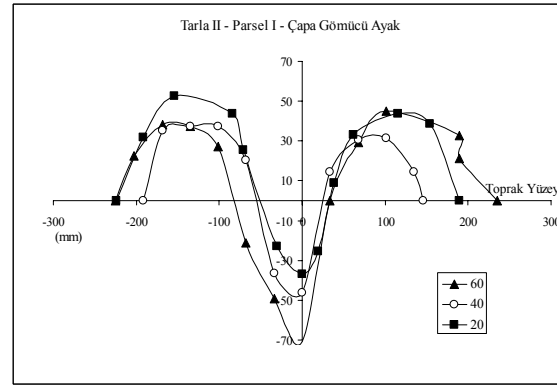
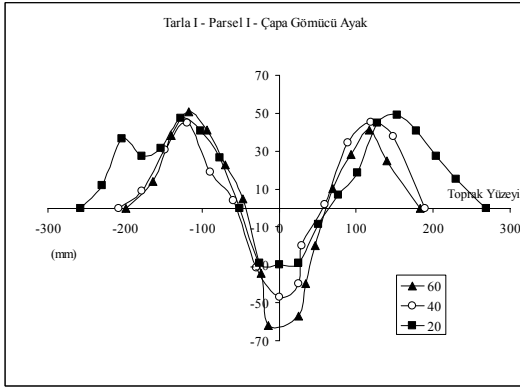
iki tarlada da gömücü ayak × toprak penetrasyon direnci × derinlik interaksyonu hariç tüm değişkenler ve bunların interaksyonları istatistiksel olarak toprak kabarmasını etkilemiştir.

Araştırmanın bu aşamasında genelde çizi kesit alanındaki değişime paralel sonuçlar elde edilmiştir. Gömücü ayaklar arasında en fazla toprak kabarması çapa gömücü ayakta elde edilirken, en düşük toprak kabarması Tarla I'de balta ve çift diskli gömücü ayakta, Tarla II'de ise balta gömücü ayakta elde edilmiştir (Çizelge 9).

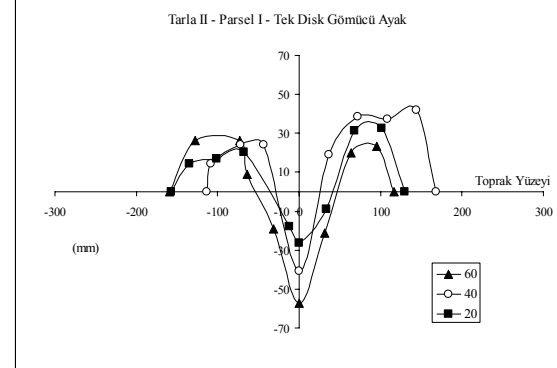
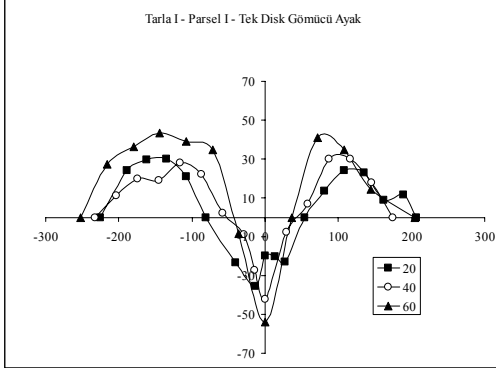
Toprak penetrasyon direnci incelendiğinde Tarla I'de en yüksek toprak kabarması Parsel I'de elde edilirken, Parsel II ile III arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığı saptanmıştır. Tarla II'de ise Parsel I'in III'e göre daha fazla toprak



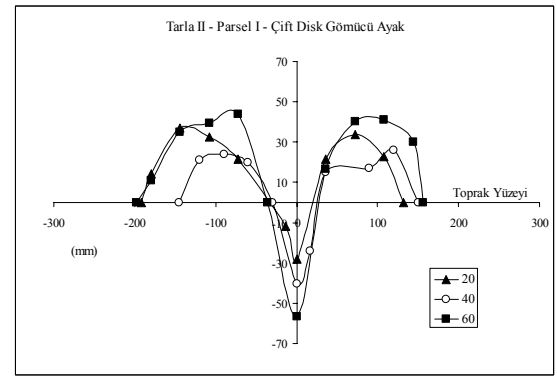
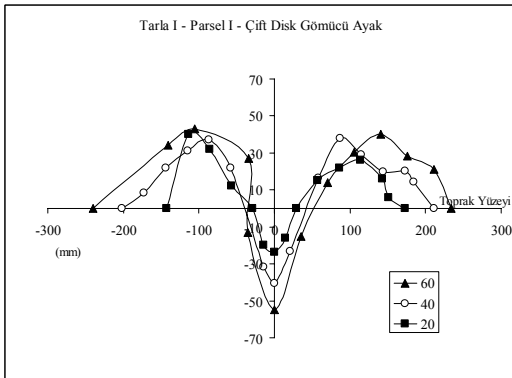
Şekil 2. Balta Gömücü Ayağın Oluşturduğu Çizi Profilleri



Şekil 3. Çapa Gömücü Ayağın Oluşturduğu Çizi Profilleri



Şekil 4. Tek Diskli Gömücü Ayağın Oluşturduğu Çizi Profilleri



Şekil 5. Çift Diskli Gömücü Ayağın Oluşturduğu Çizi Profilleri

kabarmasına neden olurken, Parsel I ile II ve Parsel II ile III arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir (Çizelge 10).

Derikler incelendiğinde ise çizi kesit alanında olduğu gibi en yüksek toprak kabarması 60 mm, en düşük ise 20 mm çalışma derinliğinde oluşmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 9. Gömücü Ayakların Toprak Kabarmasına Etkisi

Gömücü Ayak	Tarla I	Tarla II
	Toprak Kabarması (mm <sup>2</sup> )	
Balta	4704c <sup>z</sup>	4415d
Çapa	8749a	9078a
Tek Diskli	4825b	4930c
Çift Diskli	4653c	5841b

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 10. Toprak Penetrasyon Direncinin Toprak Kabarmasına Etkisi

Parsel No	Tarla I	Tarla II
	Toprak Kabarması (mm <sup>2</sup> )	
I	7057a <sup>z</sup>	6223a
II	6092b	6091ab
III	5995b	5884b

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 11. Ekim Derinliğinin Toprak Kabarmasına Etkisi

Derinlik (mm)	Tarla I	Tarla II
	Toprak Kabarması (mm <sup>2</sup> )	
20	4979c <sup>z</sup>	4820c
40	5942b	5666b
60	8222a	7712a

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 12. Gömücü Ayak × Toprak Penetrasyon Direnci İnteraksiyonunun Toprak Kabarmasına Etkisi

Gömücü Ayak	Tarla I			Tarla II		
	Toprak Penetrasyon Direnciği			Toprak Penetrasyon Direnci		
	Parsel I	Parsel II	Parsel III	Parsel I	Parsel II	Parsel III
	Toprak kabarması (mm <sup>2</sup> )					
Balta	5298c <sup>z</sup>	4830c	3985c	4820c	4391d	4035d
Çapa	7696a	9867a	8684a	8375a	9729a	9129a
Tek Diskli	5828b	6599b	5794b	4942bc	5003c	4845c
Çift Diskli	5544bc	6930b	5515b	5400b	5769c	6354b

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Gömücü ayak × toprak penetrasyon direnci, gömücü ayak × derinlik interaksiyonları açısından, gömücü ayakların denemeye alınan tüm toprak penetrasyon direnci ve çalışma derinliklerinde toprak kabarmasını istatistiksel olarak etkilediği saptanmıştır. İnteraksiyonlar arasında bütün parsellerde ve derinliklerde en yüksek toprak kabarması çapa gömücü ayak ile yapılan denemelerde, en düşük toprak kabarması ise genelde balta gömücü ayak ile yapılan denemelerde elde edilmiştir (Çizelge 12 ve 13).

Toprak penetrasyon direnci × derinlik interaksiyonunu incelendiğinde ise Tarla I'de farklı toprak penetrasyon dirençleri tüm çalışma derinliklerinde toprak kabarmasını etkilemiştir. Tarla II'de ise toprak penetrasyon direnci sadece 40 mm çalışma derinliği için toprak kabarmasını etkiler iken, 20 ve 60 mm çalışma derinliği için toprak kabarmasını istatistiksel olarak etkilememiştir (Çizelge 14).

Çizi kesit alanında olduğu gibi ele alınan değişkenlerin toprak kabarmasına olan etkisini görsel olarak daha iyi açıklayabilmek için Şekil 2, 3, 4 ve 5'de verilen grafikler hazırlanmıştır. Şekiller incelendiğinde çizi kesit alanı sonuçlarında olduğu gibi çapa gömücü ayağın, bütün toprak penetrasyon dirençleri ve çalışma derinliklerinde en fazla toprak kabarmasına neden olduğu görülmektedir. Bütün gömücü ayaklarda toprak kabarmasında, kabarma yüksekliği açısından önemli farklılık gözlemlenmemekle birlikte çapa gömücü ayakla oluşturulan çizilerde toprağın daha geniş bir alana yayıldığı görülmektedir. Ayrıca tüm gömücü ayaklar için çalışma derinliğindeki artış ile orantılı olarak toprak

Çizelge 13. Gömücü Ayak × Derinlik İnteraksiyonunun Toprak Kabarmasına Etkisi

Gömücü Ayak	Tarla I			Tarla II		
	Derinlik (mm)			Derinlik (mm)		
	20	40	60	20	40	60
	Toprak kabarması (mm <sup>2</sup> )					
Balta	3624c <sup>z</sup>	4221c	6268c	3299c	4307c	5641d
Çapa	7242a	8542a	10463a	7276a	8147a	11810a
Tek Diskli	4587b	5678b	7956b	3678c	4715c	6397c
Çift Diskli	4463b	5326b	8200b	5028b	5495b	7000b

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

Çizelge 14. Toprak Penetrasyon Direnci × Derinlik İnteraksiyonunun Toprak Kabarmasına Etkisi

Toprak Penetrasyon Direnci	Tarla I			Tarla II		
	Derinlik (mm)			Derinlik (mm)		
	20	40	60	20	40	60
	Toprak kabarması (mm <sup>2</sup> )					
Parsel I	5182a <sup>z</sup>	5888b	7204c	4720a	5124b	7807a
Parsel II	5127a	6801a	9242a	5006a	5908a	7755a
Parsel III	4628b	5137c	8219b	4734a	5966a	7773a

<sup>z</sup>: Her sütun altında aynı harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

kabarması da artmıştır.

#### 4. Sonuç

##### 3.3. Örseleme Katsayısı

Gömücü ayakların farklı ekim derinlikleri için hesaplanan örseleme katsayıları Çizelge 15’de verilmiştir.

Balta ve çapa gömücü ayakların örseleme katsayıları ekim derinliğinden istatistiksel olarak etkilenmez iken tek ve çift diskli gömücü ayaklarda 60 mm ekim derinliğinde genel olarak daha düşük örseleme katsayısı olduğu saptanmıştır. Gömücü ayaklar arasında en yüksek örseleme katsayısı çapa gömücü ayak kullanılan denemelerde elde edilmiştir.

Çizi kesit alanı, tohumun toprak içerisindeki sıçrama ve sürüklenmesi ile oluşacak yer değiştirmesi, toprak kabarması ve örseleme katsayısı ise toprak nem kaybına yaptığı etki nedeniyle ekim tekniği açısından önemli kriterlerdir. Ekim tekniği açısından gömücü ayak tarafından açılan çizinin mümkün olduğunca dar ve bir üçgen şeklinde olması istenir. Bu araştırma kapsamında yapılan denemelerde gömücü ayaklar arasında en düşük çizi kesit alanı ve toprak kabarması balta gömücü ayak, en yüksek çizi kesit alanı ve dolayısıyla en yüksek toprak kabarması ise çapa gömücü

Çizelge 15. Gömücü Ayakların Ekim Derinliğine Bağlı Olarak Hesaplanan Örseleme Katsayıları

Gömücü Ayak	Tarla I			Tarla II		
	Derinlik (mm)			Derinlik (mm)		
	20	40	60	20	40	60
	Örseleme katsayısı					
Balta	4.37C <sup>z</sup> a <sup>y</sup>	4.54Ba	4.03Ba	4.70Ba	4.90Ba	4.22Ba
Çapa	6.07Aa	5.83Aa	5.40Aa	5.98Aa	5.72Aa	5.35Aa
Tek Diskli	5.31Ba	4.82Bab	4.46Bb	4.88Ba	4.77Ba	4.40Bb
Çift Diskli	5.02Ba	4.97Ba	3.80Bb	5.20Ba	4.23Bb	3.60Cc

<sup>z</sup>: Her derinlik (sütun) altında aynı BÜYÜK harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.

<sup>y</sup>: Her gömücü ayak (sıra) içinde, aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar %5 önem düzeyindeki Duncan testine göre birbirinden farklı değildir.



ayak ile yapılan denemelerde elde edilmiştir. Balta gömücü ayak ile oluşturulan çiziler üçgen şeklinde iken, çapa gömücü ayaklar ile oluşturulan çizilerin tabanı, gömücü ayağın yapısal özelliği nedeniyle daha geniştir. Örseleme katsayıları açısından ise denemeye alınan gömücü ayaklar arasında en yüksek örseleme katsayısına sahip gömücü ayağın çapa ayak olduğu saptanmıştır.

#### Kaynaklar

- Heege, H.J., 1993. Seeding methods performance for cereals, rape, and beans. Transactions of the ASAE, 36(3): 653-661.
- Iqbal, M., Marley, S.J., Erbach, D.C. and Kaspar, T.C., 1998. An evaluation of seed furrow smearing. Transactions of the ASAE, 41(5): 1243-1248.
- Önal, İ., 1995. Ekim-Dikim-Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova, İzmir, 605 s.
- Önal, İ., 1971. Pamuk Ekiminde Mekanik Esaslar ve Ekim Organları Üzerinde Bir Araştırma. Doktora tezi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsü, Bornova, İzmir, 145 s.
- Özmerzi, A. 1988. Tahıl ekiminde gömücü ayakların tohum dağılımına toprak sıkıştırmasının etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(1): 53-66.