



Toprak Kanalında Ekici Ayakların Oluşturduğu Çizi Profilinin Belirlenmesi için Ultrasonik Ölçüm Sistemi Geliştirilmesi

Mustafa Gökalp BOYDAŞ*

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Erzurum
* e-posta: mboydas@atauni.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 29.04.2016

Kabul tarihi (Accepted): 30.10.2016

Online Baskı tarihi (Printed Online): 03.12.2016

Yazılı baskı tarihi (Printed): 30.12.2016

Öz: Ekici ayakların toprakta oluşturdukları profil şekli tohumun çizi içerisindeki sıçramasına, sürüklenmesine, yer değiştirmesine ve toprak nemine etki eder. Bu çalışma ile üç farklı ekici ayağın toprak kanalında meydana getirdiği toprak kabarması ve çizi kesit alanı farklı ölçüm yöntemleri kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ultrasonik bir ölçüm sistemi geliştirilmiş ve bu sistemin uygunluğu yaygın kullanılan iki yöntemle karşılaştırılmıştır. Bu yöntemlerden biri üzerine kâğıt yapıştırılmış bir sac levhanın çizi profiline dikey daldırılması, diğer yöntem ise bir profilmetre dir. Araştırma sonucunda ultrasonik ölçüm sistemi, profilmetre ve sac levha kullanılarak elde edilen toprak kabarması ve çizi kesiti alanlarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Ultrasonik ölçüm sistemi ve profilmetre kullanılarak ölçülen toprak kabarması alanlarının sac levha kullanılarak elde edilen alanlardan daha düşük çıktığı, çizi kesit alanının ise daha fazla çıktığı bulunmuştur. Sac levha/ultrasonik sensör ve sac levha/profilmetre alan oranları incelenmiştir. Toprak kabarması için sac levha/ultrasonik sensör alan oranının 1.10 den 1.16' ya, sac levha/profilmetre alan oranının ise 1.46 dan 1.71' e sıralanmıştır. Çizi kesit alanı için sac levha/ultrasonik sensör alan oranının 0.76 dan 0.82' ye, sac levha/profilmetre alan oranının ise 0.29 dan 0.37' ye sıralanmıştır. Çizi kesit alanlarını belirlemede ultrasonik ölçüm düzeneğimin profilmetreye göre daha iyi olduğu ve kısa sürede veriye ulaşma yönünden etkin kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ultrasonik sensör, ekim makinası, ekici ayak, çizi profili

Development of Ultrasonic Measuring System for Evaluating Furrow Profile Created by furrow openers under Soil Bin Conditions

Abstract: Furrow profile created furrow openers effect splashing, drifting, removal of the seeds in furrow, and soil moisture. In this study, furrow profile area formed of three different furrow opener in soil bin was determined by used different measuring method. For this purpose, an ultrasonic measuring system was developed, the suitability of this system was compared with two commonly used methods. The one of method is a sheet metal glued on paper sunk vertically to furrow profile, the another method is a profilometer. In results of research, soil swelling and furrow section areas determined using ultrasonic sensor, profilometer and sheet metal method are statistically different from each other. Soil swelling areas determined using ultrasonic sensor and profilometer are lower than those of the sheet metal method, and furrow section areas determined using ultrasonic sensor and profilometer are more than those of the sheet metal method. Sheet metal/ultrasonic sensors and sheet metal/profilometer area ratios have been viewed. Sheet metal/ultrasonic sensor area ratios for soil swelling ranged from 1.1 to 1.16, sheet metal/profilometer area ratios ranged from 1.46 to 1.71. Sheet metal/ultrasonic sensor area ratios for furrow section ranged from 0.76 to 0.82, sheet metal/profilometer area ratios ranged from 0.29 to 0.37. It is observed that the ultrasonic measuring system is more sensitive than profilometer measuring system, and the ultrasonic measuring system may promise for determination of furrow profile and furrow section area.

Keywords: Ultrasonic sensor, seed drill, furrow opener, furrow profile

1. Giriş

Ekim, yeni bir bitki üretmek için tohumun toprağa belirli derinlikte bırakılıp üzerinin kapatılma işlemidir. Yüksek çıkış ve buna bağlı olarak yüksek verimin elde edilmesi ekimin başarısıyla doğrudan ilişkilidir. Ekimin başarısı, bitkinin ihtiyaç duyduğu yaşam alanı ve üniform bir ekim derinliği ile sağlanır. Günümüzde yüksek bir ekim başarısını sağlamak için ekim makinaları kullanılmaktadır. Ekim makinaları durumlara göre değişik tiplerde üretilebilmektedir. Fakat temel unsurlar bütün ekim makinalarında aynıdır. Ekim makinalarının ana kısımlarını tohum sandığı, tohum dağıtma düzeni, transmisyon sistemi, tohum boruları, ekici (gömücü) ayaklar, çizi kapama düzeni, derinlik ayar düzeni, çatı ve tekerlekler oluşturmaktadır. Bu belirtilen kısımlardan tohum dağıtma düzeni ve gömücü ayaklar üzerinde özellikle durulmaktadır. Tohum dağıtma düzeni sıra üzeri tohum dağılımında önemli derecede etkilidir. Ekici ayaklar ise tohumun yerleşeceği çiziye açarak üniform bir derinlik sağlamakla görevlidirler. Ayrıca ekici ayakların açtıkları çizi profili ve yapısı çiziye düşen tohumların sıçramasına, sürüklenmesine ve yuvarlanmasına etki ettiğinden bitki yaşam alanına da etki ettiği görülmektedir. Ekici ayaklar üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında; ekim derinliği üniformitesi (Chen ve ark. 2004; Karayel ve Özmerzi 2007), anız kesme etkinliği (Doan ve ark. 2005a), bitki çıkışı üzerine etkileri (Doan ve ark. 2005b), verim üzerine etkileri (İçöz ve Eker 1998), tohum dağılım düzgünlüğüne etkileri (Karayel ve Özmerzi 2005), toprak nemindeki değişime etkileri (Karayel ve Özmerzi 2006) ve toprağı çizi yanına yığma etkisi (Hasimu ve Chen 2014) incelenmiştir. Bu yapılan çalışmalar, ekici ayakların yapısal özelliklerinin önemli derecede bitki çıkışını ve verimi etkilediğini göstermiştir. Ekici ayakların geometrik özelliklerindeki değişikliklerin toprakta açmış oldukları çizi profilinin şeklini etkilediği göze çarpmaktadır. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda ilk olarak çizi profilinin belirlenmesi gerekmektedir. Çizi profilini belirlemek için yaygın olarak çubuklu profilmetreler kullanılmaktadır (Hirschi ve ark. 1987). Bu profilmetreler bir hat üzerine dizilmiş

belirli çaplara sahip çubuklardan oluşmaktadır. Bu çubuklar belirli bir yükseklikten toprağa değinceye kadar aşağı bırakılmakta ve bırakıldığı yüzey ile çubuğun uç noktası ölçülerek çizi profili çıkarılmaktadır. Bu yöntemin başlıca dezavantajı çubukların toprağa temas etmesidir. Çünkü toprağa temas eden çubuk, profili bozabilmekte ve toprak içine dalma durumunda hatalı ölçüm verebilmektedir. Ayrıca çubuk kalınlığının ve sıklığının seçilmesi de ayrıca problem oluşturmaktadır (Şaşec ve ark. 2007; Hegazy 2013). Bunun yanı sıra toprağa temas etmeyen yöntemlerde geliştirilmiştir. Bunlardan biri fotogrametri ve görüntü işleme yöntemidir (Topakçı ve ark. 2010). Bu yöntemlerde açılan çizinin ışık yardımı ile fotoğrafları çekilir. Bunların fotoğraf üzerindeki görüntüleri ölçülerek veya yazılım programları ile istenen bilgiler elde edilir. Fotogrametrik verilerin yorumlanması karmaşık ve pahalı bir yöntemdir. Diğer temassız yöntemler, lazerle yüzey tarama ve optik sensör kullanımıdır (Romkens ve ark. 1988; Flanagan ve ark. 1995; Şeker ve ark. 2011). Bu yöntemde oldukça pahalı ve zaman alıcı bir yöntemdir. Dokunmadan ölçüm yapılabilen diğer bir yöntem ise ultrasonik ölçüm yöntemidir (Robichaud ve Molnau 1990; Şaşec ve ark. 2007). Bu yöntemde ses hızının havada 340 m s^{-1} olduğu bilindiğinden, gönderilen bir ses dalgasının yüzeye çarpıp geri dönme süresi hesaplanarak cihaz ile yer arasındaki mesafe bulunur. Bu yöntemin en büyük avantajı ölçüm noktası ile sensörün temas etmemesi ve ölçüm yönteminin ucuz ve verilerin işlenmesinin kısa zaman almasıdır. Ancak bu yöntemin kullanıldığı toprak yüzey tarama üzerine yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle yapılan bu çalışma ile ekici ayakların oluşturduğu çizi profilini belirlemek için hızlı ve düşük maliyetli bir ultrasonik ölçüm düzeneğinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Toprak Kanalı

Denemeler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde imal edilmiş olan toprak kanalında yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Toprak kanalı.

Figure 1. The soil bin.

2.2. Ultrasonik Ölçüm Düzenegi

Ultrasonik ölçüm düzenegi; 1. Ultrasonik sensörü belirli aralıklarla ileri hareket ettiren vidalı mil düzenegi, 2. Vidalı mili istenilen devirde ve yönde döndüren adım motor ve sürücüsü, 3. Ultrasonik sensör ve veri akış sistemi olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Ultrasonik ölçüm düzenegi ve veri akış sistemi.

Figure 2. Ultrasonic measuring and data flow system.

2.2.1. Vidalı mil düzenegi

Vidalı mil 12 mm çapında ve 75 cm uzunluğunda olup her iki ucu tornada işlenerek iki adet yataklı rulmanla ölçüm düzenegine monte edilmiştir (Şekil 3). Sistemi sabitlemek için vidalı milin hemen üzerine iki ucuna dış açılmış 10 mm çapında bir mil monte edilmiştir.

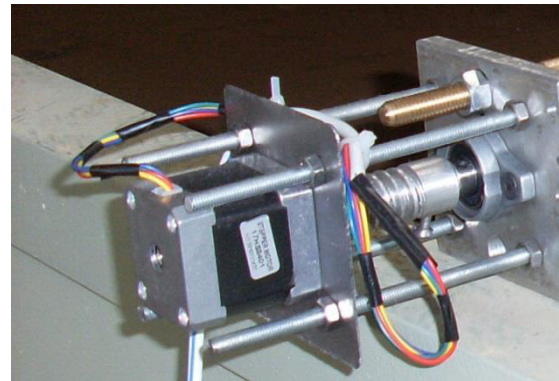


Şekil 3. Ultrasonik sensörün bağlandığı vidalı mil düzenegi.

Figure 3. The screw shaft connected to the ultrasonic sensor.

2.2.2. Adım motor

Adım motor, elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren elektro-mekanik bir cihazdır. Elektrik enerjisi verildiğinde rotor ve buna bağlı shaft, sabit açısal birimlerde (adım-adım) dönmeye başlar. Adım motorlar adından da anlaşılacağı gibi adım adım hareket eden yani sargılarından birinin enerjilenmesi ile sadece 1 adım hareket eden motorlardır. Adım motorlar, çok yüksek hızlı anahtarlama özelliğine sahip bir sürücüye bağlıdır (Adım motor sürücüsü). Bu sürücü, bir enkoder, PC veya PLC'den giriş darbeleri (pals) alır. Alınan her giriş darbesinde, motor bir adım ilerler. Bu adımın kaç derece olacağı motorun tasarımına bağlıdır. Denemede kullanılan Adım motor ve sürücüsü Şekil 4' de, teknik özellikleri Çizelge 1' de verilmiştir.



Şekil 4. Adım motor.

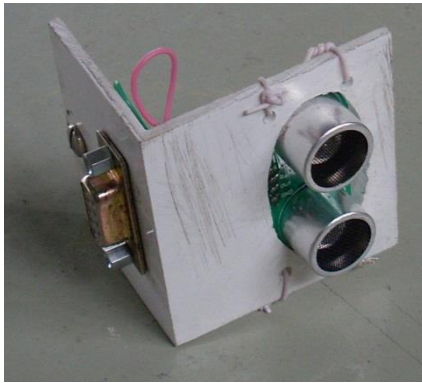
Figure 4. Step motor.

Çizelge 1. Adım motorun özellikleri.**Table 1.** *Technical properties of step motor.*

Adım açısı (°)	1.8
Motor uzunluğu (mm)	48
Motor ağırlığı (g)	350
Tutma torku (Ncm)	52
Enerjisiz tutma momenti (Ncm)	2.6
Çalışma gerilimi (V)	12
Çekilen akım (A)	1.7

2.2.3. Ultrasonik sensör ve veri akışı

Ses üstü anlamına gelen ultrasonik kelimesi bize insan kulağının duyabileceğinden daha yüksek frekanslardaki ses dalgalarını ifade eder. Diğer bir deyişle insan kulağının duyma sınırı olan 300 Hz – 14 kHz aralığındaki frekanslardan daha yüksek frekansları ifade etmektedir. Yüksek frekanstaki ses dalgalarının en önemli özelliği bozulmadan ve doğrusal olarak hızlı ve uzak mesafelere gidebilmesidir. Yüksek frekanslı ses dalgalarının yüksek miktarda enerji taşıması ve çarptıkları yüzeyden yansımaları en önemli özellikleridir. Ultrasonik sensör ile mesafe ölçümünde öncelikle yüksek frekanslı bir ses dalgası gönderilir. Gönderilen bu ses dalgası bir yüzeye çarparak yansır. Yansıyan ses dalgası bir alıcı tarafından algılanır. Böylece gidiş ve dönüş süresi ölçülerek mesafe rahatlıkla bulunabilir. Denemede analog çıkışlı bir ultrasonik sensör kullanılmıştır (Şekil 5).

**Şekil 5.** Ultrasonik sensör.**Figure 5.** *Ultrasonic sensor.*

Sensörün giriş ucuna 5V uygulanmıştır. Çıkış piminden sensör ile yüzey arasındaki mesafeye göre değişen çıkış gerilimi elde edilmiştir. Elde edilen bu gerilim değerleri datalogger vasıtasıyla

bilgisayara aktarılmıştır. Gerilim değeri ve mesafe arasındaki ilişkiden yararlanılarak sensörün kalibrasyonu yapılmış ve ölçülen mesafe bulunmuştur. Veri akışı sağlanırken adım motor ve ultrasonik sensör birlikte koordine edilmiştir. Adım motor ultrasonik sensörü her 4 mm hareket ettirdikten sonra 0.5 s beklemiş ve bu bekleme anında mesafe ölçümü yapılarak elde edilen değer bilgisayara aktarılmıştır.

2.3. Profilmetre

Denemelerde ultrasonik sensörün etkinliğinin karşılaştırılması amacıyla Şekil 6' da görülen profilmetre kullanılmıştır.

**Şekil 6.** Profilmetre.**Figure 6.** *Profilometer.*

Profilmetrenin toplam boyu 60 cm olup 3 mm çapındaki prinç çubuklar 1 cm aralıklarla profilmetreye dizilmiştir. Profilmetreler, toprak işleme aletlerinin toprak bozulması ve erozyona etkisi başta olmak üzere birçok tarımsal uygulamalarda, toprak yüzey düzgünlüğünün belirlenmesinde kullanılmaktadır (Currence ve Lovely 1971; Šarec ve ark. 2007).

2.4. Ekici Ayaklar

Denemelerde kanatlı, diskli ve balta olmak üzere üç farklı özelliğe sahip ekici ayak kullanılmıştır (Şekil 7). Bu ayaklar Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü laboratuvarında imal edilmiş ve toprak kanalındaki arabaya bağlanacak şekilde dizayn edilmiştir. Balta ekici ayak 10 mm kalınlığında çelik lama ve göğüs kısmı 2 mm kalınlığa sahip sacdan imal edilmiştir. Diskli ekici ayağın çapı 200 mm, iç bükey yapıda ve merkezi bağlantı koluna rulmanla yataklanmıştır. Kanatlı ekici ayak 10 mm kalınlığında kavisli bir lama üzerine kanat genişliği 10 cm olacak şekilde imal edilmiştir.



a) Kanatlı ekici ayak



b) Diskli ekici ayak



c) Balta ekici ayak

Şekil 7. Ekici ayaklar.

Figure 7. Furrow openers.

2.5. Denemelerin Yürütülmesi

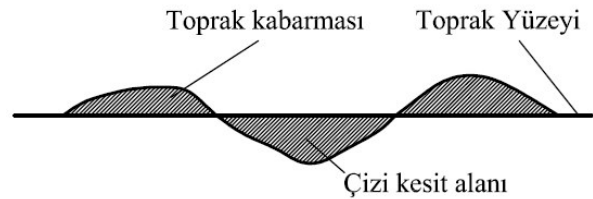
Denemelere başlamadan önce toprak kanalında bulunan toprak nemlendirilmiş ve silindire sıkıştırılmıştır. Yapılan ölçümlerde ortalama toprak nemi %14.2 ve toprak penetrasyon direnci 243 kPa olarak ölçülmüştür. Denemelerde ekici ayaklar sırasıyla toprak işleme makinasının araba kısmına ekim derinliği ortalama 4 cm olacak şekilde montajı yapılmış ve araba 0.5 m s^{-1} ilerleme hızında çalıştırılmıştır. Oluşan çizi profilinin gerçek boyutlarını belirlemek için

40x25 cm boyutlarında 1 mm kalınlığında dik dörtgen bir sac levha üzerine kağıt yapıştırılmış ve bu levha düşey olarak ilerleme yönüne dik doğrultuda toprağa batırılmıştır (Şekil 8). Daha sonra spreyci boya ile açıkta kalan kısımlar boyanmış ve dışarı alınan levhanın fotoğrafı dijital fotoğraf makinasıyla çekilmiştir. Fotoğrafi çekilen çizi kesitinin alanı ve kabaran toprak tabakasının alanları Autocad çizim programı yardımıyla belirlenmiştir. Toprak yüzeyi üzerindeki toprak birikintisinin toplam kesit alanına toprak kabarması, toprak yüzeyi altındaki boşluk çizi kesit alanı olarak ifade edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 8. Üzerine kâğıt yapıştırılan sac levhanın çiziye batırılmış durumu.

Figure 8. Sheet metal sunk vertically to furrow profile.



Şekil 9. Autocad ortamına aktarılmış olan çizi kesiti.

Figure 9. Furrow section area transferred into the AutoCAD.

Denemeler yapılırken önce ultrasonik sensör kullanılarak çizi profili ölçülmüş daha sonra sac levha toprağa daldırılmış ve son olarak profilmetre kullanılarak ölçüm alınmıştır. Profilmetrenin oluşturduğu desen dijital fotoğraf makinasıyla fotoğraflanarak bilgisayara aktarılmış

ve Autocad ile çizgi kesit alanı ve toprak kabarması belirlenmiştir. Ultrasonik sensör ile elde edilen değerler anında datalogger vasıtasıyla bilgisayara aktarılarak Excel formatında kaydedilmiştir. Elde edilen bu değerlerden toprak kabarması ve çizgi kesit alanını belirlemek için bir takım matematiksel işlemler yapılması gerekmektedir. Öncelikle ultrasonik sensör ve toprak yüzey alanı arasındaki mesafe ultrasonik sensörden elde edilen değerlerden çıkarılarak toprak yüzeyi referans olarak kabul edilmiştir. Elde edilen bu

değerlerin simetrisi alınarak normal çizgi profili elde edilmiştir. Denemeler üç tekerrürlü yapılmış ve her bir denemede çizginin farklı yerlerinden üç kez ölçüm alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

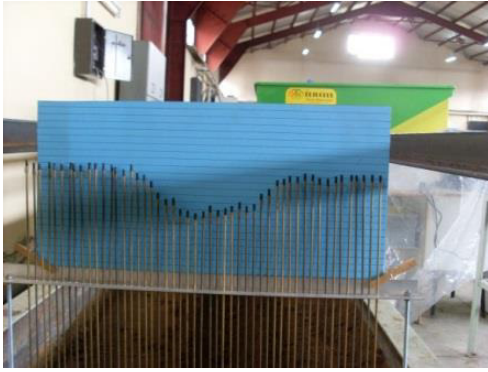
Farklı ölçüm yöntemleri uygulanarak kanatlı, diskli ve balta tipi ekici ayaklardan elde edilen çizilere ait örnek görüntüler sırasıyla Şekil 10, 11, ve 12' de gösterilmiştir.



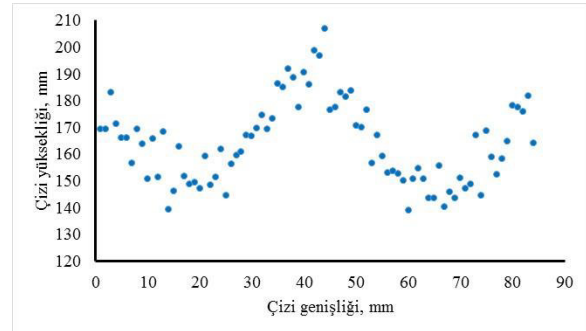
a) Açılan çizginin görünümü.
b) A view of furrow.



a) Sac levha kullanılarak elde edilen bozulmamış çizgi profili
b) Undisturp furrow profile obtained using sheet metal.



c) Profilmetre kullanılarak elde edilen çizgi profili.
c) Furrow profile obtained using profilometre.



d) Ultrasonik sensör kullanılarak elde edilen çizgi profili.
d) Furrow profile obtained using ultrasonic sensor.

Şekil 10. Kanatlı ekici ayakla elde edilmiş olan çizgi profilleri.

Figure 10. Furrow profiles obtained via winged furrow opener.

Ultrasonik sensör kullanılarak elde edilen çizgi profilleri (Şekil 10.d, Şekil 11.d, Şekil 12.d) incelendiğinde elde edilen değerlerin düzgün bir çizgi şekli oluşturma yerine bu çizgi hattı boyunca verilerin dağıldığı görülmüştür. Bunun en büyük sebebi toprağın doğal yapısına uygun olarak parçalanması ve meydana gelen gevşeme ve

boşluklardan dolayı ses dalgalarının düzgün bir hat yerine dağınıklık göstermesi olmuştur (Şekil 13). Bu şekliyle alanları hesaplamının hata oranını yükselteceği düşünüldüğünde oluşan bu dağınıklığı filtre etmek amacıyla elde edilen bu verilere basit üstel düzleştirme yöntemi uygulanmıştır (Şekil 13). Ultrasonik ölçüm

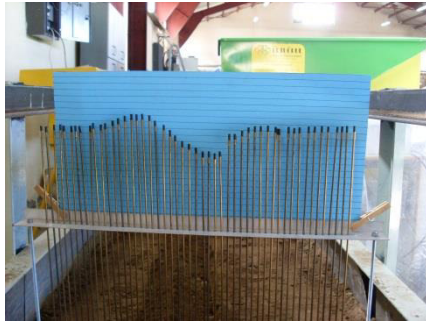
düzeneğinden alınan değerlerin üstel düzeltme yapılmasıyla toprak kabarması ve çizi kesit alanı hesaplanmıştır. Üstel düzeltme yöntemi verilerdeki son değişim ve sıçramaları dikkate alarak tahminlerin ya da öngörülerin devamlı güncelleştirildiği bir yöntemdir (Çuhadar 2006; Soysal ve Ömürgönülşen 2010). Bu yöntemde belirgin bir trendi ve dalgalanması olmayan zaman serisinin basit üstel düzeltme yöntemiyle tahmini aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

$$y'_{t+1} = \alpha y_t + (1-\alpha)y'_t \quad (1)$$

Burada



a) Açılan çizinin görünümü.
a) A view of furrow.



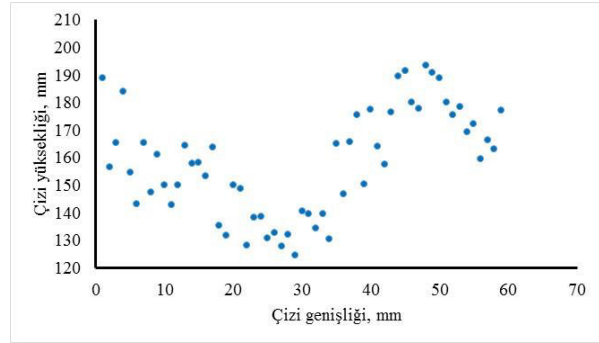
c) Profilmetre kullanılarak elde edilen çizi profili.
c) Furrow profile obtained using profilometre.

y_{t+1} : bir sonraki ölçüm aralığı için yapılan tahmin değeri,
 y_t : anlık ölçümün gerçek değeri,
 y'_t : anlık ölçüm için yapılmış olan tahmin değeri ve
 α : düzeltme sabitidir (Smoothing Constant) ($0 < \alpha < 1$).

Farklı yöntemler kullanılarak elde edilen toprak kabarma kesit alanı ve çizi kesit alanı verileri varyans analizi yapılarak değerlendirilmiştir (Çizelge 2). Varyans analizi sonuçlarına göre hem ekici ayaklar arasında hem de ölçüm yöntemleri arasında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür ($P < 0.01$).



b) Sac levha kullanılarak elde edilen bozulmamış çizi profili
b) undisturp furrow profile obtained using sheet metal.

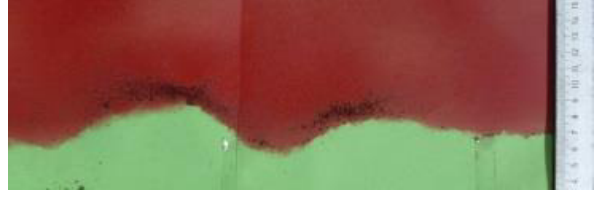


d) Ultrasonik sensör kullanılarak elde edilen çizi profili.
d) Furrow profile obtained using ultrasonic sensor.

Şekil 11. Diskli ekici ayakla elde edilmiş olan çizi profilleri.
Figure 11. Furrow profiles obtained via disc furrow opener.



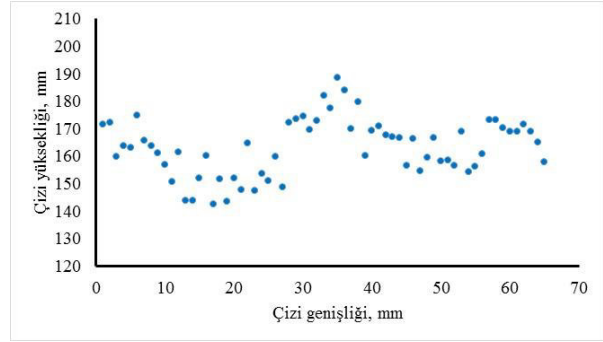
a) Açılan çizinin görünümü.
a) A view of furrow.



b) Sac levha kullanılarak elde edilen bozulmamış çizi profili
b) undisturp furrow profile obtained using sheet metal.



c) Profilmetre kullanılarak elde edilen çizi profili.
c) Furrow profile obtained using profilometre.



d) Ultrasonik sensör kullanılarak elde edilen çizi profili.
d) Furrow profile obtained using ultrasonic sensor.

Şekil 12. Balta ekici ayakla elde edilmiş olan çizi profilleri.
Figure 12. Furrow profiles obtained via shoe furrow opener.

Çizelge 2. Toprak kabarması kesit alanı ve çizi kesit alanına ilişkin varyans analizi sonuçları.
Table 2. The variance analysis of soil swelling areas and furrow section areas.

Varyasyon Kaynakları	SD	Toprak kabarması kesit alanı		Çizi kesit alanı	
		KO	P	KO	P
Ekici ayak	2	13744188	0.000*	24432694	0.000*
Gidiş Tekerrürü	2	16415	0.258	5323	0.834
Ölçüm noktası Tekerrürü	2	6683	0.573	25778	0.420
Ölçüm Yöntemi	2	5363526	0.000*	49394536	0.000*
Ekici ayak*Ölçüm Yöntemi	4	465985	0.000*	2004783	0.000*
Hata	68	11892		29316	
Toplam	80				

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli,
SD: serbestlik derecesi, KO: kareler ortalaması

Ortalamalar arasında meydana gelen bu çok önemli farkı belirlemek için elde edilen ortalama

değerlere Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı yöntemler kullanılarak ekici ayaklardan elde edilen toprak kabarması kesit alanı ve çizi kesit alanı ortalama değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.

Table 3. The mean value of soil swelling area and furrow section area obtained from the furrow openers by using different measuring systems and Duncan's Multiple Range Test

Ekici ayak	Kesit alanını belirlemede kullanılan yöntem	Toprak kabarması kesit alanı ortalaması , mm ²	Çizi kesit alanı ortalaması, mm ²
Kanatlı ekici ayak	Sac levha	3050±215 a*	1958±132 c
	Profilmetre	1787±124 c	5256±259 a
	Ultrasonik ölçüm düzeni	2774±127 b	2383±175 b
Diskli ekici ayak	Sac levha	2759±158 a	1164±95 c
	Profilmetre	1851±57 c	3465±168 a
	Ultrasonik ölçüm düzeni	2415±211 b	1532±97 b
Balta ekici ayak	Sac levha	1425±125 a	694±71 c
	Profilmetre	974±74 c	2365±248 a
	Ultrasonik ölçüm düzeni	1224±57 b	893±105 b
Lsd		102.6	161.1

*Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir (P>0.05).

Çizelge 3'e bakıldığında ölçüm yöntemlerine ait ortalamaların istatistiki olarak birbirlerinden farklı olduğu görülmüştür. Yani her üç yöntemle alınan değerler birbirinden çok farklıdır. Gerçek ölçüm alanına hangi ölçüm yönteminin daha

yakın olduğunu belirlemek için sac levha/profilmetre alan oranına ve sac levha/ultrasonik ölçüm düzeni alan oranlarına bakılmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Sac levha/profilmetre alan oranı ve sac levha /ultrasonik sensör alan oranı.

Table 4. Sheet metal/profilometer area ratios and sheet metal/ultrasonic sensor area ratios.

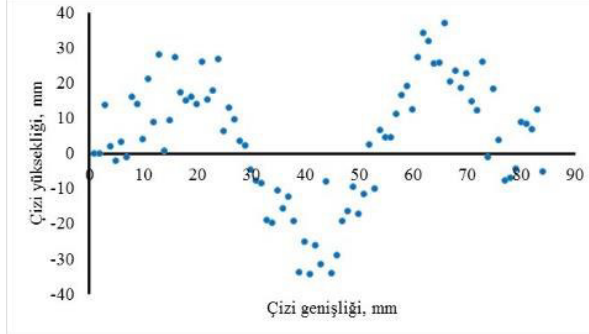
Ekici ayak	Uygulanan yöntemlerden elde edilen alanların oranları	Toprak kabarması kesit alan oranı	Çizi kesit alan oranı
Kanatlı ekici ayak	Sac levha/profilmetre	1.71	0.37
	Sac levha /Ultrasonik sensör	1.10	0.82
Diskli ekici ayak	Sac levha/profilmetre	1.49	0.34
	Sac levha /Ultrasonik sensör	1.14	0.76
Balta ekici ayak	Sac levha/profilmetre	1.46	0.29
	Sac levha /Ultrasonik sensör	1.16	0.78

Bu oranların 1'e yakın olması gerçek ölçüm değerine yaklaşıldığını ve birden uzaklaşılması gerçek ölçüm değerinden uzaklaşıldığını göstermektedir. 1' den büyük değerler gerçek ölçülen alandan daha küçük bir alan ölçümü yapıldığını, 1' den küçük değerler gerçek ölçülen alandan daha büyük bir alan ölçümü yapıldığını göstermektedir. Çizelge 4' deki sonuçlar incelendiğinde toprak kabarması kesit alanı oranlarının 1' den büyük olduğu görülmektedir. Bu da profilmetre ve ultrasonik ölçüm düzeni ile belirlenen alanların sac levha ile belirlenen alandan daha küçük olduğunu göstermektedir. Profilmetrede bunun en büyük nedeni profilmetre üzerindeki çubuklarının yumuşak toprağa çok rahat bir şekilde batarak toprak yüzeyine doğru yaklaşması böylece gerçek alandan daha küçük bir alan hesaplanmasına sebep olmasıdır. Ayrıca

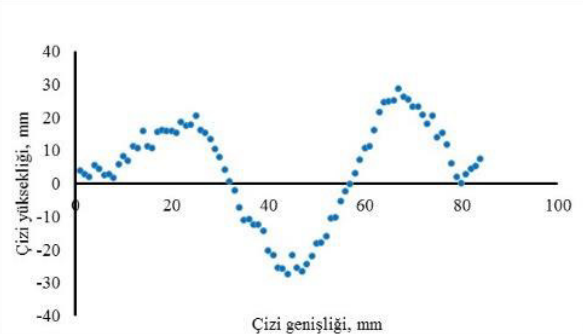
gerçek profilinde şeklini bozarak farklı bir profil göstermektedir (Hegazy 2013). Gilley ve Kottwitz (1995) profilmetre ve zincir kullanarak toprak yüzey düzgünlüğünü belirledikleri çalışmalarında sonucu belirlemede zincir yönteminin daha hızlı ve etkin kullanıldığını belirtmişlerdir. Ultrasonik ölçüm düzeninde ise gerçek toprak kabarması kesit alanının belirlenmesinde profilmetreye benzer bir problemin olduğu görülmüştür. Yüksek frekansa sahip ses dalgalarının toprak yüzeyden değil de yumuşak ve parçalanmış toprağa nüfuz edip iç kısımlardan yansması ölçüm de hataya yol açmıştır. Benzer olarak Robichaud and Molnau (1990) yaptıkları çalışmada ultrasonik sensörün ±3 mm'lik bir hataya sahip olduğunu belirtmişler ve hata oranının hizalama, konumlandırma ve akustik odaklanmadan meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Çizi kesit alanı oranlarına bakıldığında (Çizelge 4) bu oranların 1' den küçük olduğu görülmektedir. Bu da profilmetre ve ultrasonik ölçüm düzeni ile belirlenen alanların sac levha ile belirlenen alandan daha büyük olduğunu

göstermektedir. Bunun sebebi de yukarıda bahsedildiği gibi çizi açılarak gevşemiş olan toprağa profilmetre çubuklarının dalması, yüksek frekanslı ses dalgalarının gevşek toprağa nüfuz etmesi böylece sac levha ile belirlenmiş olan

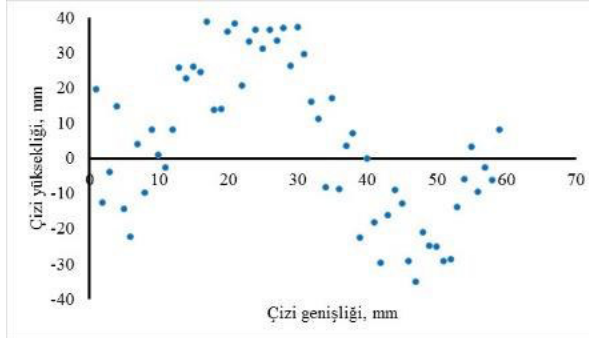


Üstel düzleştirmeden önceki çizi profili
Furrow profile before exponential smoothing

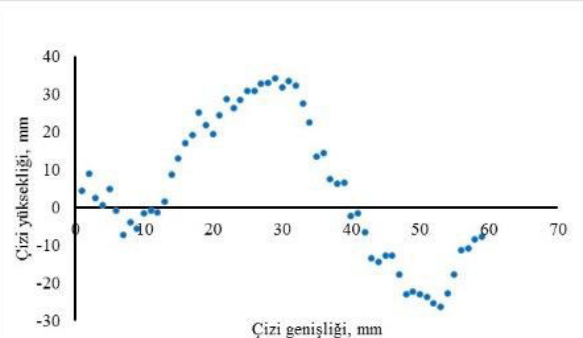


Üstel düzleştirmeden sonraki çizi profili
Furrow profile after exponential smoothing

a) Kanatlı ekici ayak
a) *winged furrow opener*

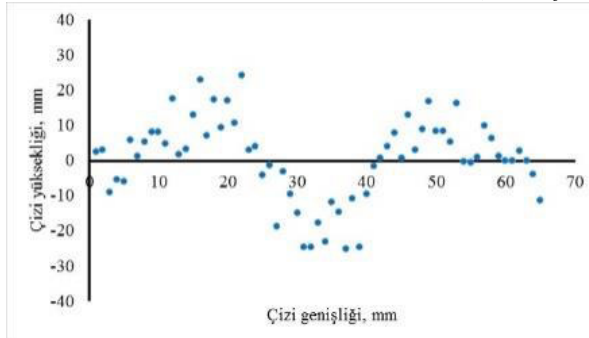


Üstel düzleştirmeden önceki çizi profili
Furrow profile before exponential smoothing

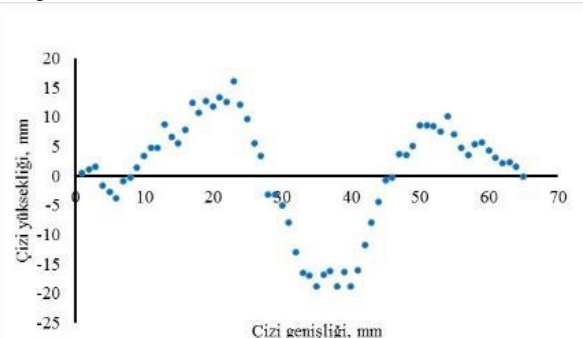


Üstel düzleştirmeden sonraki çizi profili
Furrow profile after exponential smoothing

b) Diskli ekici ayak
b) *Disc furrow opener*



Üstel düzleştirmeden önceki çizi profili
Furrow profile before exponential smoothing



Üstel düzleştirmeden sonraki çizi profili
Furrow profile after exponential smoothing

c) Balta ekici ayak
c) *Shoe furrow opener*

Şekil 13. Ultrasonik sensör tarafından alınan değerlerin gerçek çizi profiline dönüştürüldükten ve üstel düzleştirme yöntemi uygulandıktan sonraki grafik görünümü.

Figure. 13. Graphical view converted to actual furrow profile of values obtained from ultrasonic sensor, and graphical view after exponential smoothing method was applied the graphs.

gerçek ölçüm alanından daha büyük bir alan göstermeleridir. Ancak her iki yöntem içinde toprak kabarması kesit alanı oranları ve çizi kesit alanı oranları incelendiğinde ultrasonik ölçüm düzeninin profilmetreye göre daha düşük bir hataya sahip olduğu görülmektedir.

4. Sonuç

Bu çalışma, ultrasonik bir ölçüm düzeneğinin toprak kabarması kesit alanını ve çizi kesit alanını bulmadaki performansını belirlemek için yapılmıştır. Bu amaçla laboratuvar ortamında toprak kanalında yapılan denemelerde üç farklı özelliğe sahip ekici ayak kullanılmış ve bu ekici ayakların meydana getirdiği toprak kabarması kesit alanı ve çizi kesit alanı, çizi kesitine dikey batırılan sac levha ölçüm yöntemi, ultrasonik ölçüm düzeneği ve profilmetre ile belirlenmiştir. Araştırma sonucunda profilmetre ve ultrasonik ölçüm yöntemiyle elde edilen toprak kabarması kesit alanı ortalaması ve çizi kesit alanı ortalama değerlerinin sac levha ölçüm yöntemi ile elde edilen gerçek alanlardan istatistiksel olarak çok farklı çıktığı bulunmuştur. Her iki yöntemde de toprak kabarması kesit alanı ortalamalarının gerçek alandan daha düşük çıktığı, çizi kesit alanı değerlerinin daha büyük çıktığı belirlenmiştir. Her iki yöntemde ölçüm hatasına sahip olduğu görülmüştür. Ancak ultrasonik sensör düzeneğiyle elde edilen alanların, profilmetreyle elde edilen alanlarla karşılaştırıldığında daha düşük çıktığı görülmüştür. Ayrıca bu yöntemin pratik kullanımı, ölçüm aralıklarının rahatlıkla değiştirilebilmesi, toprağı bozmaması, aynı yerden defalarca örnek alınarak hata oranının düşürülmesi ve verilerin bilgisayara anında aktarılması sonuçların hemen görülmesi gibi üstünlükleri de dikkate alındığında toprak yüzey profilinin belirlenmesinde profilmetreye göre daha uygun olduğu söylenebilir.

Teşekkür

Bu projeye katkı sağlayan Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkür ederim.

Kaynaklar

Chen Y, Tessier S and Irvine B (2004). Drill and crop performances as affected by different drill configurations for no-till seeding. *Soil & Tillage Research*, 77 (2): 147–155.
Currence HD and Lovely WG (1971). An Automatic Soil Surface Profilometer. *Transactions of the ASAE*, 14:69-71.

Çuhadar M (2006). Turizm Sektöründe Talep Tahmini için Yapay Sinir Ağları Kullanımı ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırmalı Analizi (Antalya İlinin Dış Turizm Talebinde Uygulama). T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Isparta.
Doan V, Chen Y and Irvine B (2005a). Effect of oat stubble height on the performance of no-till seeder openers. *Canadian Biosystems Engineering*, 47(2): 37-44.
Doan V, Chen Y and Irvine B (2005b). Effect of residue type on the performance of no-till seeder openers. *Canadian Biosystems Engineering*, 47: 229–235.
Flanagan DC, Huang C, Norton LD and Parker SC (1995). Laser scanner for erosion plot measurements. *Transactions of the ASAE*, 38(3): 703-710.
Gilley JE and Kottwitz (1995). Random roughness assessment by the pin and chain method. *Applied Engineering in Agriculture*, 12(1):39-43.
Hasimu A and Chen Y (2014). Soil disturbance and draft force of selected seed openers. *Soil & Tillage Research*, 140(7): 48-54.
Hegazy R (2013). Soil surface profile computation using portable profile meter with image processing and tracking technique, *Global Journal of Researches in Engineering*, 13(3):1-6.
Hirschi MC, Barfield BJ, Moore ID and Colliver DG (1987). Profile meters for detailed measurement of soil surface heights. *Applied Eng. in Agric*, 31(1): 47-51.
İçöz İ ve Eker B (1998). Buğday ekiminde kullanılan dıştan kertikli tohum dağıtıcı düzenli ekim makinelerinde değişik tohum gömücü ayakların tohum çıkışı ve verime etkileri üzerine bir araştırma. 18. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 17-18 Eylül, s.388-395, Tekirdağ.
Karayel D ve Özmerzi A (2005). Hassas ekimde gömücü ayakların tohum dağılımına etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 139-150
Karayel D ve Özmerzi A. 2006. Gömücü ayakların toprak nemindeki değişime etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2(23): 103-110.
Karayel D ve Özmerzi A (2007). Doğrudan ekimde farklı gömücü ayak ve derinlik ayar sistemlerinin tarla filiz çıkışına etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2):153-161.
Robichaud PR and Molnau M (1990). Measuring soil roughness changes with an ultrasonic profiler. *Transactions of the ASAE*, 33(6): 1851-1858.
Romkens MJM, Wang JY and Darden RW (1988). A laser microreliefmeter. *Transactions of the ASAE*, 31(2): 408-413.
Šařec P, Šařec O, Prošek V and Čížková K (2007). Laser profilometer testing by laboratory measurements. *Res. Agr. Eng.*, 53 (1): 1–7.
Soysal M ve Ömürganülşen M (2010). Türk Turizm Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 21(1): 128-136.
Şeker AK, Çağlar MF, Şenel AA ve Uz VE (2011). Lazer mesafe sensörü ile yüzey tarama sistemi. *Elektrik-Elektronik Bilgisayar Sempozyumu*. 5-7 Ekim, s.57-60, Elazığ

Topakcı M, Ünal İ, Karayel D ve Akıncı İ (2010). Görüntü işleme Yöntemi Kullanılarak Toprak Yüzey Düzgünlüğünün Belirlenmesi. 26. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 22-23 Eylül, Hatay.