

Hidrolik Tahrikli Bir Toprak Penetrometresi İçin Geliştirilen Mekanik Sistem Tasarımı*

Yücel TEKİN** Rasim OKURSOY***

ÖZET

Tarım makinalarındaki teknolojik gelişmelerin bir sonucu olarak, tarım alet ve makinalarının artan ağırlıkları ile birlikte bir sezonda yürütülen tarımsal işlerde tarla trafiği oransal olarak azalmasına rağmen, artan traktör-ekipman ağırlığından dolayı bitkisel üretimde verimi önemli miktarlarda etkileyen bir sorun olarak toprak sıkışıklığı ortaya çıkmıştır. Toprak sıkışıklığının belirlenmesi amacıyla, özellikle ağır toprak koşullarında, el penetrometresi ile yapılan ölçümlerde verilerin alınması zor ve uzun zaman almakla birlikte penetrometrede standart delme hızı uygulanamaması nedeni ile alınan veriler hatalı olmaktadır. Bu çalışmada toprak sıkışıklığının tarla koşullarında kolayca ölçülebilmesinde kullanılan hidrolik tahrikli bir elektronik toprak penetrometresine ilişkin mekanik sistem tanımlanmıştır. Cihazın mekanik aksamını traktör üç nokta askı sistemine asılan bir çatı ve bu çatı üzerinde penetrometre çubuğunun düşey yöndeki hareketini sağlayan kızaklar ve penetrometre arabası oluşturmaktadır. Araştırmalar sonucu tasarımı yapılan penetrometrenin tarla şartlarında çalıştırılması sırasında mekanik aksamda herhangi bir sorun gözlenmemiştir.

Anahtar Sözcükler: Veri Toplama Cihazı, Koni İndeksi, Toprak Sıkışıklığı, Penetrometre.

* U.Ü. Fen Bilimleri Ens. Y. Tekin tarafından tamamlanmış doktora tezinden alınmıştır.

** Öğr. Gör., U.Ü. Teknik Bilimler MYO, Bursa. [e-mail: ytekin@uludag.edu.tr](mailto:ytekin@uludag.edu.tr)

*** Prof.Dr.,U.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Mak. Bölümü. Bursa. [e-mail: okursoy@uludag.edu.tr](mailto:okursoy@uludag.edu.tr).

ABSTRACT

The Design of a Mechanical System for Hydraulic Driven Soil Cone Penetrometer

As a result of technologic development for agricultural machineries causes the increase of farm equipment sizes and weights, and therefore, the soil compaction becomes an important soil condition problem for crop yield. Especially, in heavy soil conditions, measuring the soil compaction with a standard hand penetrometer produces measurement errors if the cone of penetrometer are not be able to pushed in to the soil with a constant standard rate. In this research, the mechanical parts of an hydraulic driven soil cone penetrometer is introduced. Those parts of the penetrometer have a three hitch mounted framework, and consists on a slipway and the penetrometer driven units that supplies vertical movement of the penetrometer rod on the framework. At the result of the study, any mechanical problems of the system were not observed for working in field condition.

Key Words: *Data Acquisition System, Cone Index, Soil Compaction, Penetrometer.*

GİRİŞ

Bitkisel üretimde kök gelişimini engelleyerek verimin düşmesine neden olabilen toprak sıkışıklığı, birtakım doğal ve yapay etmenlerle topraktaki gözenek oranlarının azalması veya toprak partiküllerinin birbirine oldukça yakın olacak şekilde yapılanması sonucu kuru toprak yoğunluğunun artması olarak tanımlanabilmektedir. (Okursoy ve ark.1997, Raper, 1999) Toprak sıkışıklığı konusunda yapılan çalışmalarda görülmüştür ki, toprak sıkışması toprağa bırakılan tohumun çimlenmesini ve çimlenen bitkinin kök gelişimini sınırlayan önemli fiziksel faktörlerin başında gelmektedir.(Özgöz ve ark. 1997, Raper ve ark. 2000) Toprak sıkışıklığı, toprağın yapısına, yoğunluğuna, nem oranına ve organik madde miktarına bağlı olarak değişir ve penetrometre adı verilen aletlerle ölçülür. Eğer toprak sıkışıklığı hassas olarak ölçülebilir ve haritalanırsa sadece zararlı olan sıkışık bölgelere özgün bir toprak işleme kararı verilebilir. Buna bağlı olarak tarladaki belirli bölgelerde toprak işleme derinliği de önceden saptanabilir. Böylelikle tarla içerisindeki toprak işleme derinliği, toprak sıkışıklığının derinliğine bağlı olarak değişiklik gösterecektir (Fulton ve ark. 2000). Uygulamada yaygın olarak, standart ölçü ve yapıdaki bir toprak penetrometresi ile ölçülen toprak sıkışıklığı değerleri, koni indeksi (cone index) olarak penetrometre konisinin toprağı standart delme hızında penetrometre sapına uygulanan kuvvetin standart koninin taban alanına oranlanması ile bulunan bir parametre olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışma

ile tanıtımı yapılan ve traktör hidrolik sisteminden yararlanılan penetrometre ile koninin penetrasyon hızı standart değerinde tutularak, toprak sıkışıklığını belirleyecek olan yüke ait analog veriler dijital formlara dönüştürülmekte ve kullanıcı tarafından kabin içerisindeki bilgisayardan verilere anında ulaşabilmektedir. Hidrolik penetrometre üç nokta bağlantı düzenine asılmakta ve bir hidrolik piston, standart ölçülerdeki penetrometre konisini sabit hızda toprağa itmektir. Bu çalışmada traktör hidrolik sisteminden tahrikli olarak tasarlanan bu toprak penetromesinde kullanılan mekanik aksam tanıtılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

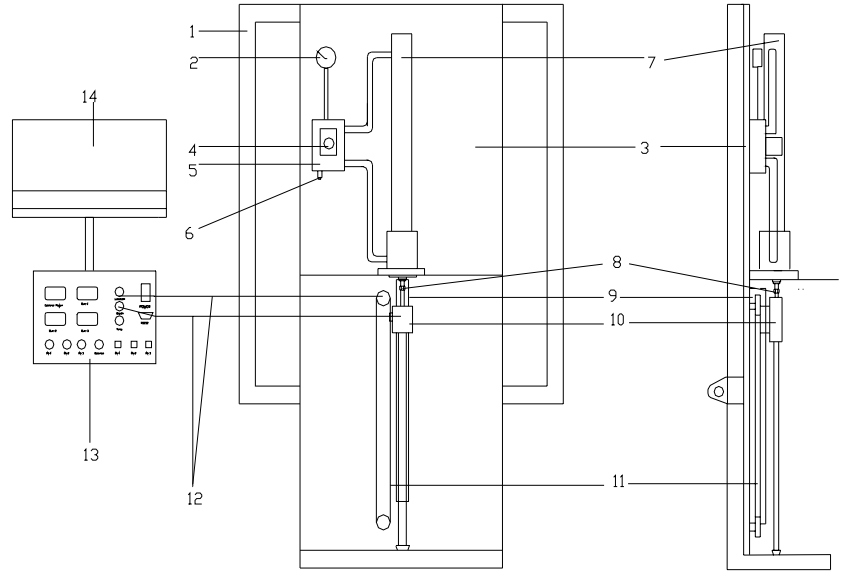
Mekanik aksam hidrolik penetrometrenin genel parçalarıyla sistemin bağlantısını sağlayan çatı, hidrolik donanımın bağlandığı platina, doğrusal hareketin sağlandığı kızak ve araba sistemi, yük hücrelerini taşıyan kutu, ve derinlik ölçülebilmesi için devir ölçere bağlı olan kayış kasnak mekanizmasından oluşmuştur. Traktörden tahrikli penetrometre Şekil 1’de gösterilmiştir.

Hidrolik sistemin taşınması ve traktöre bağlantının gerçekleştirilebilmesi için tasarlanan çatı, 40x40x3 mm profilden 800x900 mm ölçülerinde olup, kaynaklı bağlantılar kullanılarak imal edilmiştir. Dikdörtgen yapıdaki çatının kısa kenarları traktöre bağlantısında yere paralel duracak şekildedir. Çatının üst ve alt kısmında bulunan kısa kenarlarına, hidrolik pistonun yatakları olduğu bir plaka üzerine şekil 1’de genel görünümü verilen bir platina kaynak edilmiştir. Çatı üzerine traktör üst ve yan bağlantı kollarının takılabilmesi için üç nokta askı düzeni oluşturulmuştur. Askı düzeninde yan bağlantı kollarının bağlanmasında standart bağlantı pimlerinin geçtiği delikli bağlantı elemanları bulunmaktadır. Bu bağlantı elemanları karşılıklı ve simetrik olacak şekilde profil çatının alt köşelerinde yer almaktadır. Her alt bağlantı düzeninde karşılıklı olarak kaynak edilmiş sistemin traktöre akuplesinde ayarlı bağlantı olanağı sağlayan delikli plakalar bulunmaktadır. Yan bağlantı kollarının bağlanmasında bu plakalar ve plakalardaki deliklerden geçen bağlantı pimlerinden yararlanılmaktadır.

Profil çatı üzerine Şekil 1’de 3 ile gösterilen 1250x500 mm ölçülerinde ve 5 mm kalınlığında dikdörtgen şeklinde bir platina kaynak edilmiştir. Platinanın üst bölümündeki kısa kenarı profil çatının üst bölümüne, alt kenarı da çatıdan 50 cm aşağıya taşacak şekilde profile kaynakla bağlanmıştır. Platina demirinin alt kısmında veri alma sırasında penetrometre çubuğunun toprak yüzeyine dik olacak şekilde girmesine olanak tanıyan 35x50 cm ölçülerinde çatı malzemesinde kullanılan profilden olmak üzere bir ayar tablası kaynatılmıştır. Ayar tablası aynı zamanda ölçüm sisteminin traktörle bağlantısının yapılmadığı durumlarda dik olarak durmasını sağla-

arak traktöre olan bağlantısını kolaylaştıracak yapıdadır. Platina üzerinde hidrolik pistonun yataklandırıldığı 500x250 mm ölçülerinde, 5 mm kalınlığında bir sac parçası profil çatının üst kenarından 60 cm aşağıda ve platina yüzeyine dik olacak şekilde kaynakla birleştirilmiştir. Bu parça üzerinde açılmış bulunan 65 mm çapındaki delikten, hidrolik pistonun bir kovan ve 6 adet M8x30 ölçülerinde cıvata bağlantıları ile yataklaması yapılmış ve pistonun penetrometre çubuğuna hareket veren ucu delikten geçebilecek şekilde ayarlanmıştır.

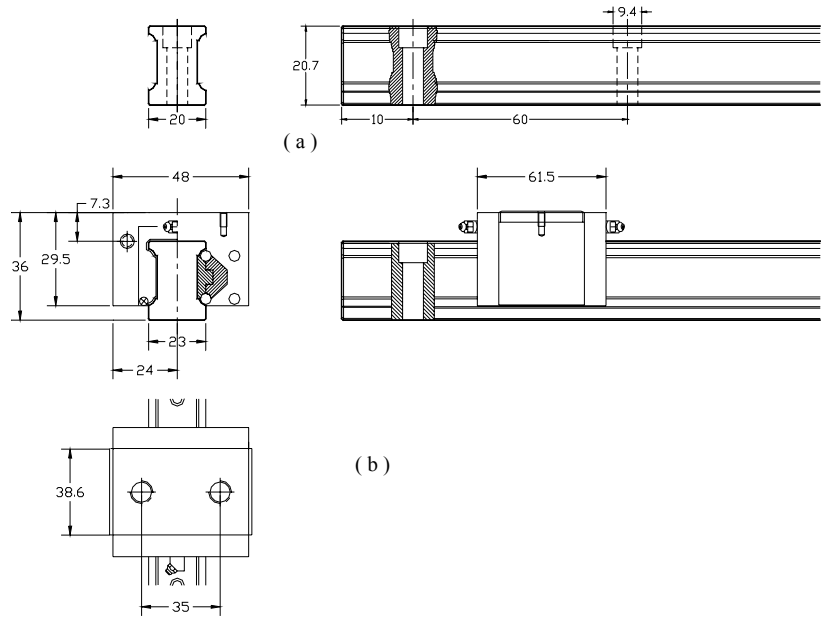
Penetrometreye güç sağlayan hidrolik pistonun ucu ile kuvvet ölçümlerinde kullanılan yük hücresi arasındaki bağlantı, pistonu bağlanan ucu M16 olan içten vidalı boru şeklinde, yük hücresine bağlanan ucu ise M12 ölçülerinde dıştan vidalı pim şeklindeki iki taraflı vidalı ara pim bağlantı elemanı ile sağlanmıştır. Bu şekildeki bağlantıda yük hücresi ve piston arasında rijit bir yapı oluşturulmuştur. Yükleme hücresi ve ara pim bağlantı elemanı, veri alma sırasında hidrolik pistonun aşağı doğru hareketinde bir ünite olacak şekilde aşağıya doğru hareket etmekte ve sistem hareketini Şekil 2’de gösterilen bir kızak ve bu kızak üzerinde hareket eden araba ile yapmaktadır.



Şekil 1.

Traktör hidrolik sisteminden tahrikli penetrometre (1:profil çatı, 2:basınç göstergesi, 3:sac, 4:akış kontrol valfi, 5: Hidrolik blok, 6:Basınç emniyet valfi, 7:hidrolik silindir, 8:piston bağlantı elemanı, 9:ray 10:araba, yük hücresi ve kutu, 11:kayış, 12: devir ölçer ve veri toplama cihazına kablo bağlantıları, 13:Veri toplama cihazı, 14: bilgisayar

Kızak, paslanmaz çelik malzemeden yapılmış olup, profil çatıya kaynak edilmiş bulunan platinaya üstten 9 adet 6 cm ara ile M4x30 allen civata ile bağlanmıştır. Bilyeli raylı kızaklarda sürtünme katsayısı (μ) değeri yaklaşık 0.002-0.003 arasındadır. Bilyeli arabaların konstrüksiyonunda, 4 sıralı bilya dizimi ile 2 noktadan temas sağlanmaktadır. Bu durumda sistemin temas noktalarında sürtünme en aza indirilmektedir. Bilyalı raylı kızığa sahip arabanın montajı sırasında, bilyalı araba raylar üzerinde yukarı doğru hareket ettirilerek dayama noktasına getirilmekte, ve bilyalı araba bu durumda iken bağlantı civataları sıkılarak sistem hazır hale getirilmektedir. Şekil 2'de platina üzerine monte edilmiş ve penetrometre çubuğunun düşey yönde hareketini sağlayan bilyalı araba ve kızak sisteminin elemanları verilmiştir. Bilyalı araba üzerinde veri almada kullanılacak olan yük hücresinin dış etkilerden kısmen korunabilecek şekilde arabaya bağlanabilmesi 60 x 90 mm ölçülerinde ve 2 mm kalınlığında sac malzemeden tek tarafı açık olacak şekilde bir kutu imal edilmiştir. Kutunun tek bir yan yüzeyinin açık olması, yük hücresinin gerektiğinde kolayca çıkarılıp korunmasına olanak sağlamaktadır. Kutunun araba ile olan bağlantısı iki adet havşa başlı civata ile yapılmaktadır. Kutunun alt ve üst yüzeylerinde penetrometre çubuğunun ve piston bağlantısını yapan pim geçtiği 16 mm çaplı delikler bulunmaktadır.



Şekil 2.
Bilyalı araba ve kızak elemanları. (a) Kızak, (b) bilyalı araba

Toprakta verilerin toplandığı derinliğin ölçülebilmesi için 10 turlu devir ölçerin miline, bir vida ile bağlanan 30 mm çapında ve yukarıda olmak üzere imal edilmiş bir kasnak ile aralarındaki mesafe 500 mm olacak şekilde aynı çaplı ve platinanın alt kısmına yataklandırılmak üzere bir başka V kasnak imal edilmiştir. Penetrometre çubuğunun aşağı ve yukarı hareketinde, bu kasnaklardan geçirilmiş ve bilyalı arabaya bağlanmış bir gerdirme kayışı bulunmaktadır. Bu kayışın gerdirilmesi, alt bölümdeki kasnakta yer alan bir ayar düzeni ile yapılmaktadır. Bu işlem, alt kasnağın platina üzerinde açılmış bir oblong delik içerisinde düşey yönde hareket ettirilerek ve kayış yeterince gergin duruma geldiğinde ise kasnağın bulunduğu noktaya arkadan bir tespit vidası ile sıkıştırılması ile yapılmaktadır.

Penetrometre çubuğunun toprağı delme sırasında kaç cm derine indiği, derinlik algılayıcısı ile ölçülmektedir. Bu amaçla, tasarlanan derinlik algılayıcısında, penetrometre çubuğuna hareket veren pistonun ilerlemesi ile devir ölçer mili birlikte hareket etmektedir. On turlu devir ölçer mili hareketini arabaya monte edilen kutudan almaktadır. Pistonun ilerlemesi arabayı hareketlendirmekte, arabanın hareketi de kayışın dönmesini sağlamaktadır. Derinlik ölçümünün, başlangıçta analog sinyaller üreterek algılanmasını sağlayan ve hidrolik piston ve ucuna bağlı elektronik köprü devresinden oluşan yükleme hücresi, çalışma sırasında toz, ve nem gibi dış etkiler ile darbelere karşı bir saç koruyucu içerisine alınmıştır. Yükleme hücresine ait olan koruyucu, 2 mm kalınlığındaki sac malzemeden iki tarafı açık U şeklinde kıvrılarak yapılmıştır. Koruyucu kutunun alt yüzünde penetrometre çubuğunun içerisinden geçebileceği ölçülerde bir delik bulunmaktadır. Ölçüm sırasında penetrometre çubuğunun aşağı ve yukarı hareketinde yükleme hücresinin bulunduğu bölüme toz ve nem gibi ölçümü olumsuz yönde etkileyebilecek koşulların oluşmaması için deliğin etrafına bir toz keçesi yerleştirilmiştir. Piston ve hidrolik silindirin dış etkilerden korunması da yükleme hücresinin korunmasına benzemektedir. Burada da yine U şeklinde bükülmüş ancak farklı ölçülerdeki bir sac kutudan yararlanılmıştır. Kutu üzerinde alttan ve üstten pistonun hareketini engellemeyecek büyüklüklerde boşluklar bırakılmıştır. Koruyucu kutuların platinaya bağlantısı ise civatalarla yapılmaktadır. Üst kutunun bağlantısında M8'lik 12 adet, alt kutunun bağlantısında ise M8'lik 8 adet civata kullanılmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada killi toprak yapısına sahip bir tarlada seçilen birçok noktada hidrolik penetrometre çalıştırılmış ve bu noktalara ait koni indeksi ham verileri ölçülerek Ms-Excel ortamına aktarılmıştır. Çalışma performansı açısından bakıldığında traktörün hidrolik sisteminden tahrikli toprak penetrometresi ile toprak sıkışıklığının ölçülmesinde sistemin kullanıcıya

önemli derecede kolaylıklar sağladığı görülmektedir. Araştırmalar sonucu tasarımı yapılan penetrometrenin tarla şartlarında çalıştırılması sırasında mekanik aksamda herhangi bir sorun gözlenmemiştir. Ayrıca, veri alma sırasında tarlanın üzerinde yürünemeyecek derecede çamurlu olması ya da çalışma ortamının çok sıcak olması gibi iklimsel parametreler, kullanıcı için bir kısıt olarak görülememekte ve traktörün girebildiği her ortamda toprak sıkışıklığına ilişkin veriler traktör kabininden ayrılmadan doğru bir şekilde hızlı ve zahmetsiz olarak alınabilmektedir. Toprak sıkışıklığına ilişkin çalışmalarda toprak derinliğine göre sıkışıklık değerlerinin belirlenmesi ve sıkışıklık ile ilgili haritaların çıkarılmasında gerekli ölçümlerin çok fazla sayıda yapılması ve ölçüm verilerinin doğru bir şekilde elde edilmesi gereği düşünüldüğünde traktör hidrolik sisteminden tahrikli ve bilgisayar destekli toprak sıkışıklığı ölçüm cihazının önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Ölçümlere ilişkin veriler, sayısal olarak bilgisayar ekranından izlendiği gibi, grafik formatında da anında görüntülenebilmektedir. Bu amaçla yapılan test ölçümlerinde, gerek ham veri olarak gerekse de toprağın her iki santimetre derinliğindeki sıkışıklığı göstermek üzere tüm veriler grafikler halinde görüntülenebilmiştir. Sistemin bir diğer avantajı da 40 cm'ye kadar olan toprak derinliğinde istenilen her derinlik değeri için veriler elde edilebilmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim. Rexroth Star, The Product Range Linear Motion Technology. www.boshrexroth.com/brl
- Fulton, J.P., L.G. Wells, S.A. Shearer, R.I. Barnhisel. Spatial Variation of Soil Physical Properties. A Precursor to Precision Tillage.2000
<http://www.bae.uky.edu/~shearer/PrecisionTillage.htm>
- Okursoy, R., G. Yüksel, Y. Tekin. 1997. Development Of A Soil Compaction Model Using the Soil Moisture Content and the Soil Bulk Density. Problems On Agricultural and Forest Engineering. 4th. International conference. Warsaw, Poland, June 23-25. 49-53 p.
- Özgöz, E. ve Okursoy R.,1997. Toprak Sıkışması ve Penetrasyon Direncinin Ölçümünde Kullanılan Penetrometreler. Cumhuriyet Üniversitesi, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi. Bildiri Kitabı. Sayfa: 310-320. Tokat.
- Raper, R.L. 1999. Site-Specific Tillage For Site Specific Compaction: Is There A Need.
http://msa.ars.usda.gov/al/auburn/nsdl/systems/sys/lraper/china_paper.htm

Raper, R.L., D.W. Reeves, E.B. Schwab, C.H. Burmester. 2000. Reducing Soil Compaction of Tennessee Valley Soils in Conservation Tillage Systems. *The Journal of Cotton Science* 4:84-90 (2000).