



Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi

İzli Tarım Uygulamalarının Toprak Sıkışmasına Etkisinin İncelenmesi ve Haritalanması

Sabri Yağlıcı^{1,*}, Hüseyin Öğüt¹

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü, Konya

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Geliş tarihi 30 Mayıs 2016

Kabul tarihi 30 Eylül 2016

Anahtar Kelimeler:

Kontrollü tarla trafiği

Toprak sıkışması

Haritalama

Penetrometre

ÖZET

Çalışmanın amacı; "İzli Tarım" uygulamaları ve kullanılan mekanizasyon araçlarının toprak sıkışmasına etkisinin incelenmesi ve geleneksel üretim metotlarına göre farklılıklarının ortaya konulmasıdır. Bu amaçla geleneksel ve izli ekim metotlarına göre planlanmış ve ekimi gerçekleştirilmiş parsellerde tarımsal uygulamalar öncesi ve sonrasında olmak üzere kuru ve sulu parsellerde ayrı ayrı penetrometrik ölçümler yapılmıştır. Toprakta dikey doğrultuda 0-10 cm, 0-20cm ve 0-30 cm derinliklerdeki veriler ölçülmek suretiyle her defasında toplam 80 adet ölçüm yapılarak elde edilen veriler ArcGIS haritalama programına aktarılmıştır. Böylece toprak sıkışıklığına ait haritalar elde edilmiştir ve bu haritalar incelenerek uygun değerler olarak kabul edilen 1-2,5 MPa aralığından büyük değerlere sahip sıkışmış toprak katmanları belirlenmiş ve olası nedenleri araştırılmıştır. Yapılan teknik ölçümler ve saha çalışmaları sonuçlarına göre; sulu ve kuru üretim alanlarında toprak sıkışıklığı bakımından en uygun sıkışıklık değerleri aralığında (1-2,5 MPa) bulunan parselin sulu izli parsel ve en yüksek sıkışıklık değerlerine sahip parselin ise 3-4 MPa değerleri aralığıyla kuru izli parsel olduğu saptanmıştır.

Controlled Traffic Farming Applications Soil Compaction of Effects to Mapping and Analysis

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 May 2016

Accepted 30 September 2016

Keywords:

Controlled traffic farming

Soil Compaction

Mapping

Penetrometer

ABSTRACT

The aim of this study "Controlled Traffic Farming" practices and to examine the effect of soil compaction mechanization tools used and to clarify the differences compared to conventional production methods. For this purpose, planned according to conventional methods of cultivation and cultivation in track and was held in dry and irrigated plots, including plots of agricultural practices before and after measurements were made separately penetrometric. 0-10 cm in the vertical direction in the soil, 0-20cm and the data obtained by measuring each time by a total of 80 data measured at 0-30 cm depth was transferred to ArcGIS mapping program. Thus, maps of land shortage and these maps were obtained by examining the appropriate values as the accepted value of 1-2.5 MPa stuck with large soil layers were identified and investigated possible causes. According to the results of technical measurements and field studies; in wet and dry production area of land shortage optimal congestion value in the range of terms (1-2.5 MPa) which plots the juicy track the parcel with parcel and the highest congestion value of 3-4 MPa for track dry the range it is understood that the parcel.

1. Simgeler ve Kısaltmalar

ArcGIS : CBS entegre yazılım programı

CTF : Kontrollü tarla trafiği

Datum : Yeryüzü referans sistemi

GNSS : Uydu esaslı konum belirleme sistemi

* Sorumlu yazar email: sabriyaglici@gmail.com

- GPS : ABD küresel konum belirleme sistemi
 PR : Penetrasyon direnci (MPa)
 UTM : Universal koordinat sistemi (Coğrafi)
 WGS84 : Küresel konumlama sistemi (Kartezyen)

2. Giriş

Kontrollü tarım teknolojileri, geliştirilmiş bilgi ve kontrol sistemlerinin kullanımıyla kaynak israfının önüne geçmeyi, ürünün brüt getirisini artırmayı ve üretimden kaynaklanan çevresel kirliliği en aza indirmeyi amaçlayan modern sistemler olarak tanımlanmaktadır (Özgüven ve Türker, 2010). Kontrollü tarım veya diğer bir ismiyle Hassas Tarım tekniklerinin, toprak işlemeden hasada kadar bitkisel üretimin hemen her döneminde kullanılabilmesi, uygulamalarda toprak analizi, toprak işleme, ekim, gübreleme, ilaçlama, ürün koşullarını izleme ve hasat işlemlerinin daha etkin bir şekilde yerine getirilmesinde bu tekniklerden yararlanılabileceği çalışmalarla ortaya konulmuştur (Kirişçi, 1999).

Kontrollü Tarım Teknolojileri birçok ülkenin kullandığı modern tarım yöntemleri olarak belirtilmektedir. Tarımda bu tip teknolojilerin yaygınlaşması, bilgi yoğun üretime doğru bir gidiş sağlayacağı ve girdilerin etkin kullanımıyla ekonomikliğini sağlamayı ve bu yolla çevreye olan etkileri azaltmayı öngördüğü yapılan çalışmalar neticesinde tespit edilmiştir (Gutu ve ark., 2013).

Yoğun tarla trafiği, ağır tarım makinelerinin mekanizasyon zincirinde yer alması, nemli koşullarda yapılan toprak işleme ve ayarları iyi yapılamamış toprak işleme aletlerinin kullanılması vb. nedenlerin toprak sıkışıklığına yol açtığı yapılan çalışmalar neticesinde ortaya konulmuştur (Batey, 2009). Bölgelere göre değişmekle birlikte ortalama traktör ağırlığının 7-8 ton, traktör başına ekipman sayısının 6-7 adet ve ortalama ekipman ağırlığının ise 950-1000 kg olarak bulunduğu araştırmalar neticesinde aktarılmıştır.

Geleneksel üretim metotlarının kullanıldığı hububat üretiminde üretim sezonu boyunca tarla yüzeyinin ortalama 10 defa traktör ve mekanizasyon araçları tarafından yoğun tarla trafiğine maruz bırakıldığı yapılan çalışmalar neticesinde bildirilmiştir (Radford ve ark. 2007). Yapılan çalışmalara göre; traktör ve ekipman ağırlığının 10 ton olarak ele alındığı bir tarımsal uygulamada 30 cm toprak derinliğine kadar bir sıkışmanın olabileceği ve mekanizasyon araçlarının iş genişlikleri bakımından geleneksel uygulamalarda % 95 gibi çok fazla bir oranda toprak yüzeyinin çığnemekte olduğu bildirilmiştir (Arslan, 2006).

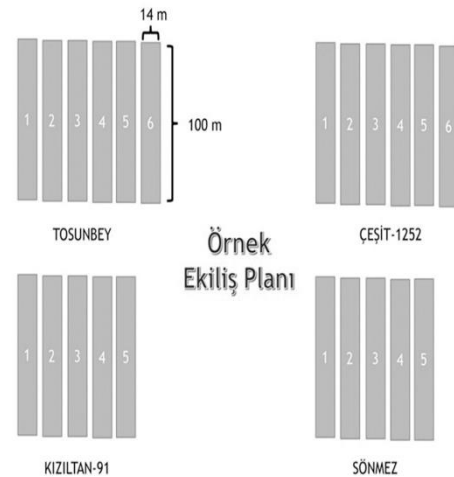
Çalışmanın amacı; geleneksel ve izli tarım uygulamalarının toprak sıkışıklığına etkisinin incelenmesi, tarımsal uygulamalar öncesi ve sonrasında toprak sıkışıklığı değerlerinin uygun cihazlarla ölçülmesi ve elde edilen verilerle toprak sıkışmasının karşılaştırılması, sayısal haritalanması ve sonuçta ortaya çıkabilecek olası problemlerin önlenmesi için mekanizasyon uygulamalarının planlanmasına katkı sağlamaktır.

Çalışma alanında kullanılan mekanizasyon araçlarının tipleri, ağırlıkları, norm ayarları, lastik tipleri ve basınçları, geçiş sayıları ve geçiş noktaları ile toprak tipleri ve özellikleri gibi kriterler ve toprak sıkışmasına olan etkileri geleneksel ve izli tarım uygulamaları yönünden takip edilmiştir (Önal, 2011). Böylece arzu edilmeyen düzeyde toprak sıkışıklığı seviyelerinin doğru bir biçimde ölçülmesi ve haritalanması ile toprak sıkışıklığı bulunan alanlarda ve toprak sıkışıklığının bulunduğu toprak katmanlarında uygun derinlikte toprak işleme ve uygun mekanizasyon aletlerinin kullanımına karar verilebilmesi için gerekli verilerin elde edilmesi sağlanmıştır.

3. Materyal ve Yöntem

Araştırma Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne (TİGEM) bağlı Konuklar Tarım İşletmesine ait 50 dekar alandaki parsellerde, üretim sezonu boyunca yapılmıştır. Toprak sıkışıklığını ölçebilen ve benzer çalışmalarda tercih edilen Eijkelkamp marka statik penetrometre, izli ekim makinası ve dijital ekranı, elde edilen dijital verilerin düzenlendiği ve işlendiği NetCAD, ArcGIS, MatLab vb. programları materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışma sahası; 100 m x 14 m büyüklüğünde olmak üzere toplam 22 parsel olarak planlanmıştır. Yürütülen "İzli Ekim Projesi" kapsamında çalışma sahasında planlanan parsellere Tosunbey, Sönmez, Kızıltan ve Çeşit 1252 buğday çeşitlerinin ekimi "Tesadüf Blokları Deneme Desenine" göre üç tekerrürlü ve dört ayrı deneme olarak proje yürütücüleri tarafından kurulmuştur. Sulu ve kuru koşullarda dört çeşit için farklı uygulamalar oluşturularak ekim işlemleri Ekim ayı içerisinde hem sulu hem de kuru tarım parsellerinde metrekareye 500 adet tohum düşecek şekilde 12,5 cm sıra aralığı olacak şekilde ekim normu uygulanarak sağlanmıştır (Şekil 1).



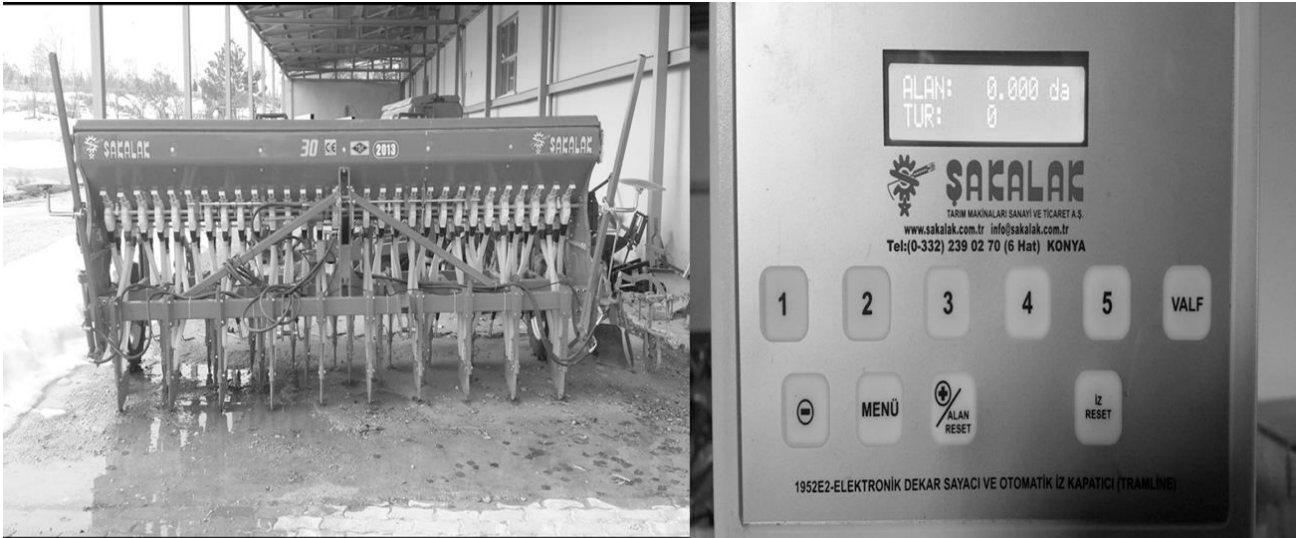
Şekil
 Üretim Parsellerinde Ekiliş Planı

İzli ekimi gerçekleştiren ekim makinası çiftçi şartlarında da kullanılan bir mekanizasyon aletidir ve 30 adet

ekici ayak düzenine sahip, 4,65 m iş genişliği ve 12,5 cm sıra üzeri ekim normuna sahip, ortalama ağırlığı 1300 kg olan üniversal hububat ekim makinasıdır. Üniversal Ekim Makinelerinde iz bırakma işlemine yardımcı olan dijital ekran ise sıra başlarını otomatik olarak algılamakta ve parametrelerde belirlenen sraya göre otomatik olarak iz bırakma işlemini gerçekleştirmektedir. Ekim hızını ve ekilen alan bilgisini hesaplayıp, bunu cihaz üzerinde anlık olarak göstermektedir. Tohum ve

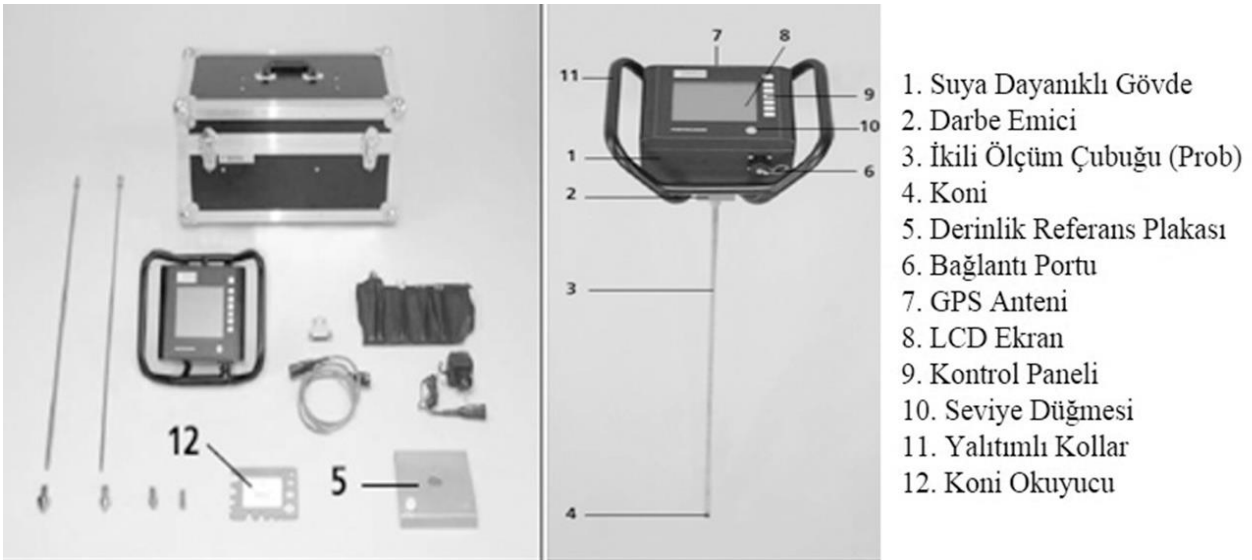
gübre azaldığında kullanıcıya bildiren bu cihaz, tohum ve/veya gübre mili dönmediğinde de kullanıcıyı uyarılmaktadır (Şekil 2).

Tarla koşullarında toprak sıkışıklığının belirlenmesinde kullanımı tercih edilen statik penetrometre ölçümlerinde amaç; tepe açısı 30° ve koni taban alanı 1cm² olan ve konik uca sahip cihaz (Şekil 3) toprağa dikey doğrultuda 2 cm/sn hızla batırılır.



Şekil 2

İzli Ekim Makinası ve Dijital Ekranın Görüntüsü



Şekil 3

Çalışma Materyallerinden Statik Penetrometre ve Parçaları

Toprak yüzeyinden itibaren 0-80 cm toprak derinliklerinin her 1cm'deki toprak direnci ölçülür ve elde edilen veriler dijital ortamda Penetrologer programına ak-

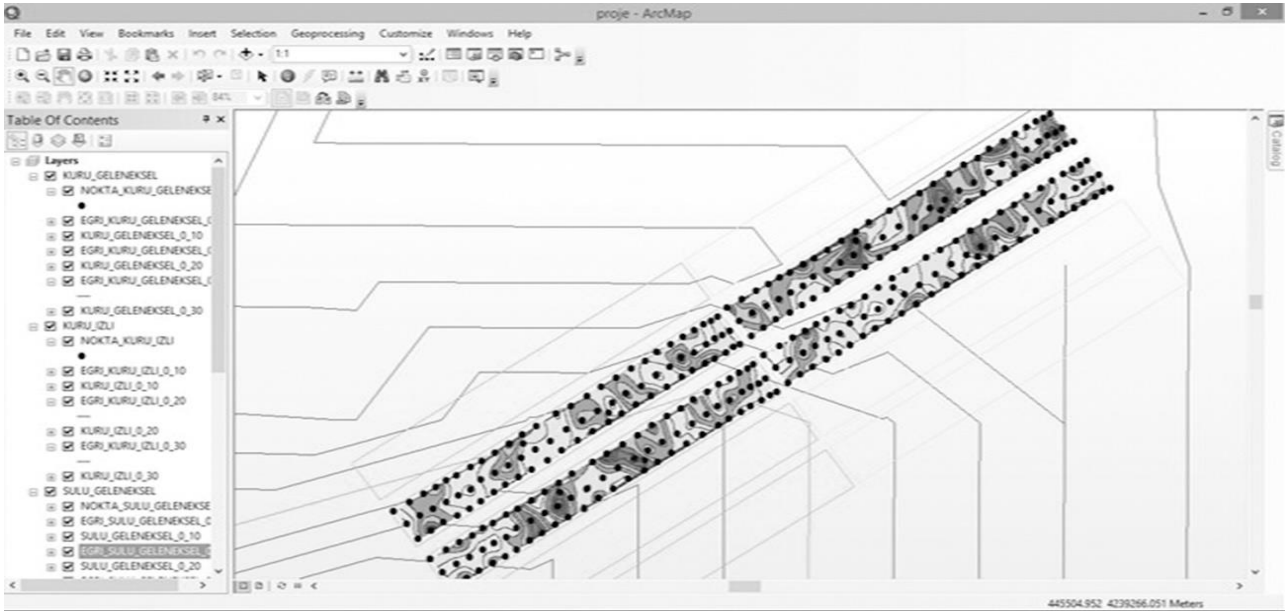
tarılır. Haritalama çalışmalarında 0-30 cm derinliklerdeki ölçüm değerleri temel alınmıştır. Genellikle tarımsal üretimler ve uygulamalarda 0-30 cm derinlikte yoğun üretim faaliyetlerinin yapıldığı varsayılmaktadır.

Penetrometre cihazı mevcut ölçüm noktalarının koordinatlarını Coğrafi Koordinat Sistemi olarak derece ve dakika formatında kayıt etmektedir. Bu formatta; -N38 17.88 gibi bir koordinat noktanın 38 derece kuzey enleminde 17.88 dakika, -E032 22.662 gibi bir koordinat ise noktanın 32 derece doğu boylamında 22.662 dakika konumunda olduğunu göstermektedir.

Ancak bu formattaki koordinatların ArcGIS programına uygun olarak UTM projeksiyonu ED50 datumuna dönüştürülerek aktarılması gerekmektedir. Bunun için öncelikle koordinatların sadece derece olarak dönüştürülmesi gerekmektedir. Derece dakika cinsindeki koordinatlar enlem/boylam (lat/long) formatına dönüştürülerek 38,297800° 32,377717° gibi koordinat değeri elde edilmiştir. Burada ilk değer kuzey enlemini, 2. değer ise doğu boylamını ifade etmektedir.

Daha sonra enlem/boylam formatındaki koordinat değerleri, ArcGIS programına aktarılacak olan UTM Projeksiyonuna (x,y) dönüştürülerek, 445605,96, 4239213,13 gibi bir koordinat değeri elde edilmiştir. Burada ilk değer Y değerini ikinci değer ise X değerini ifade eder. Koordinatlar UTM projeksiyonuna dönüşmüştür ancak halen istenilen koordinat sistemi olan UTM Projeksiyonu ED50 Datumu olmadığından koordinatların NetCAD programı yardımıyla açılarak düzenlenmesi gerekmektedir.

ArcGIS programının kullanılması esnasında projeye ait nokta verilerinin tüm ölçüm değerleri tablolar halinde saklanmaktadır. İstenilen haritaların elde edilebilmesi için tüm işlem basamaklarının doğru ve eksiksiz yapılması önemlidir. Haritaların oluşturulabilmesi amacıyla menüde ArcToolBox modülü kullanılmış ve istenilen haritalar böylece elde edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4

ArcGIS Programına Entegre ArcMap Haritalama Modülünün Ekran Görüntüsü

Yükseklik verilerini oluşturmak için NetCAD eklentisi olan NetGOM kullanılmıştır. NetGOM eklentisi yükseklik verilerini Google Earth programından alarak NetCAD programına nokta olarak aktaran bir modüldür.

Minitab bir veri analiz programı olup Microsoft® Windows® işletim sisteminde kullanılan ve kolon bazlı çalışan bir istatistiksel yazılımdır. Temel olarak Oturum penceresi, Çalışma sayfaları, Grafik pencereleri gibi alt bileşenlerden oluşmaktadır. (Şekil 5).

Tek Değişkenli İstatistikler (Betimleyici İstatistikler, Frekans Dağılımları, Histogramlar, t testleri), Varyans Analizi (Tek Yönlü, İki Yönlü, Genelleştirilmiş Model, Varyans Bileşenleri, Kovaryans Analizi, Bonferroni Test), Kategorik Veri Analizi (GLM, Lojistik Regresyon, Probit Analizi, Log-Lineer Modeller, Grafikselsel

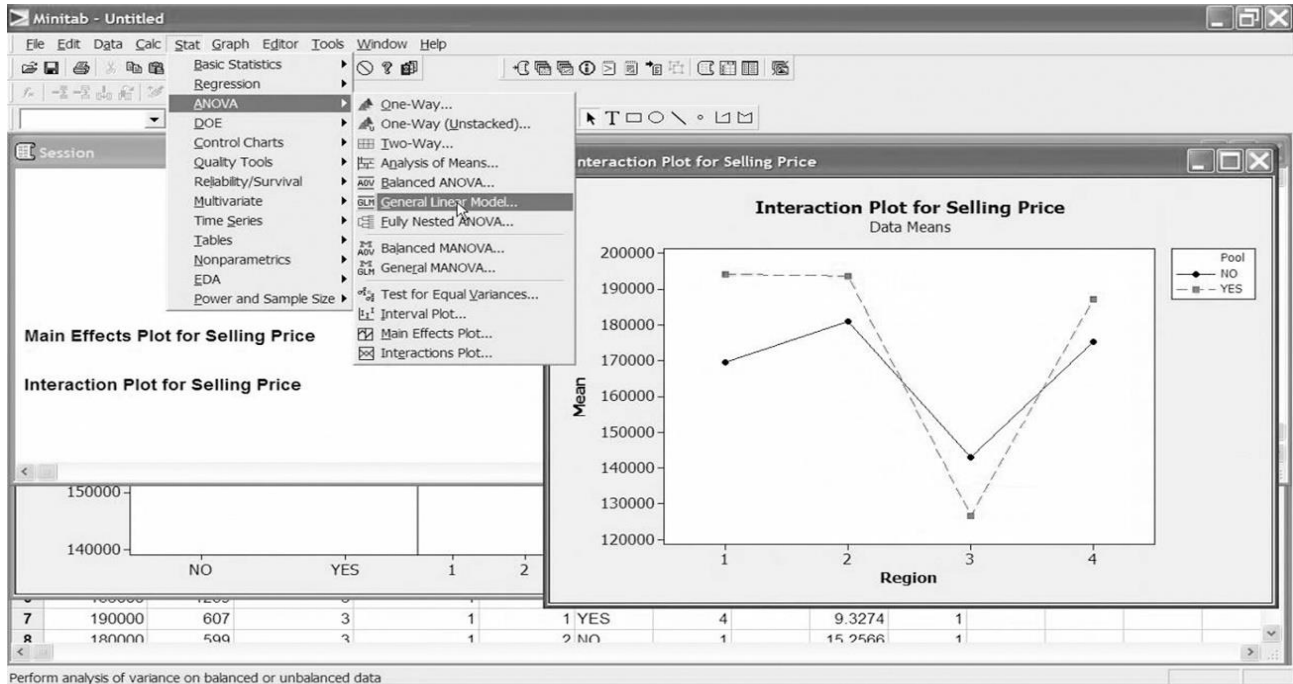
Teknikler), Zaman Serileri (Box-Jenkins ARIMA, Spectral Analysis), Regresyon Analizi (Çoklu Regresyon, Ridge Regresyon, Robust Regresyon, Doğrusal Olma. Regresyon), Param. Olma. Testleri (Binom Testi, Ki-Kare, Kolmogorov-Smirnov, Mac-Nemar), Diğer (Normallik Testleri, Açıklayıcı Veri Analizi, Örneklem Teknikleri) vb. analizlerden ihtiyaç duyulan veriler grafiksel olarak elde edilmiş ve araştırma yorumlarında kullanılmıştır.

4. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

İzli Tarım Uygulamalarında toprak sıklığı durumunun incelendiği bu çalışmada geleneksel üretim metotlarının kullanıldığı üretim alanları ile izli tarım metotlarının kullanıldığı alanlara ilişkin araştırma, tespit ve

ölçümler neticesinde her iki metodunda kendine özgü avantaj ve sakıncalarının bulunduğu anlaşılmıştır. Bu çalışmaya ilişkin sonuçların doğruluğunun yüksek olması hedeflenmiş ve bu amaca ulaşılması bakımından parseller sulu izli, sulu geleneksel, kuru izli ve kuru ge-

leneksel parseller şeklinde ayrılmıştır. Çalışma derinlikleri ise parseller 0-10 cm katmanı, 0-20 cm katmanı ve 0-30 cm katmanı şeklinde ayrı derinliklerde değerlendirilmiştir. Haritaların oluşturulmasında tüm uygulamaların öncesi ve sonrası ölçümlerinden elde edilen değerlerin toplamı kullanılmıştır (Şekil 6,7 ve 8).



Şekil 5

İstatistiksel Veri Grafiği Hazırlama ve Analiz Programı Ekran Görüntüsü/

Çalışma sonuçlarının oluşturulmasında yapılan araştırmalar, tespitler ve teknik saha çalışmalarından elde edilen bulgular referans olarak alınmıştır. Çalışmada tüm parseller için iklim şartları ve toprak özellikleri aynı kabul edilmiştir. Toprak nemi olarak sulu izli ve sulu geleneksel parsellerin nem içerikleri eşit, kuru izli ve kuru geleneksel parsellerin nem içerikleri eşdeğer olarak alınmıştır.

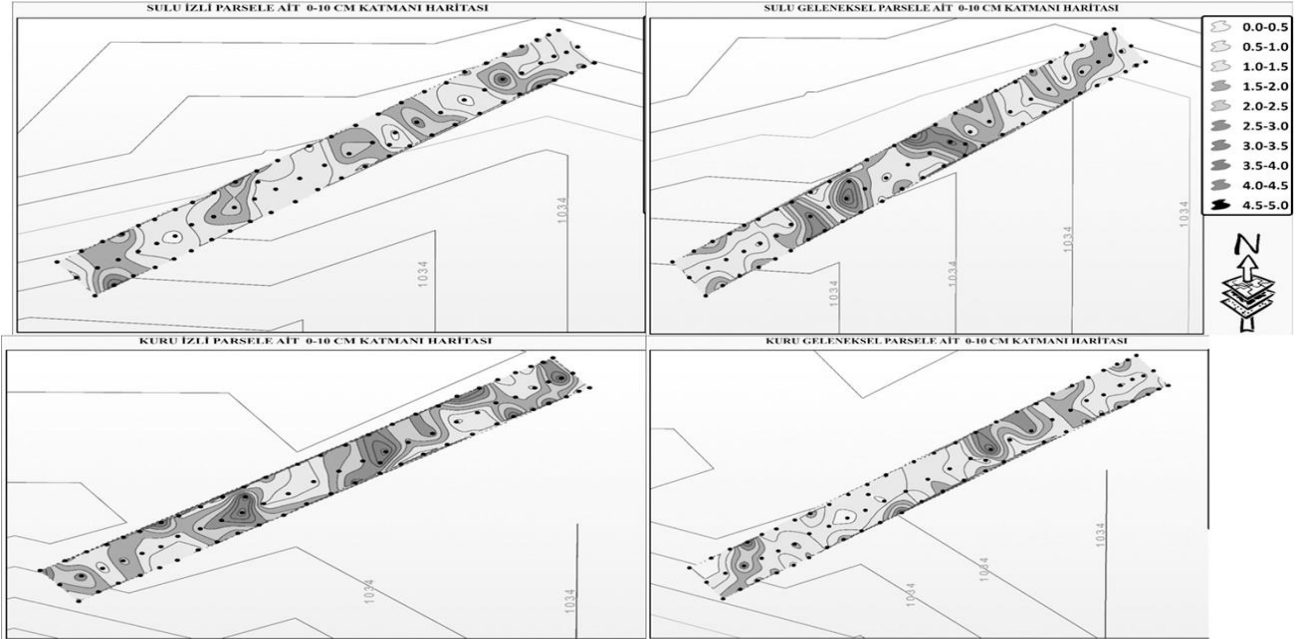
0-10 Cm Katmanı: Sulu geleneksel ve sulu izli parsellerde yapılan penetrometre direnci ölçümlerinden elde edilen verilere göre ağırlıklı olarak 1-2 MPa aralığındaki değerlerin hâkim olduğu görülmüştür (Şekil 6). Tarımsal üretim açısından bu değerler uygun aralıkta kabul edilebilmektedir. Toprak sıkışıklığı ve bitki büyümesi açısından arzu edilmeyen değerler olan 2,5 MPa ve üzeri değerlerin bu katmanda çok az bir alanı teşkil ettiği başka bir ifade ile penetrasyon direnci bakımından bu alanın uygun değerler aralığında ve arzu edilen düzeyde olduğu anlaşılmıştır. Orta bölümlerde görülen ve yüksek penetrasyon direnci değerlerine sahip kısımlardaki bu yüksek değerlerin nedeni olarak; Aykas ve ark. (2005) yürüttükleri çalışmaya kıyasla sulanabilir parseller olması sebebi ile yüksek toprak nemi, aşırı gübre birikmesi, toprak yapısı... vb. faktörlerin etkisiyle poroziteyi

azalttığı kabul edilmiş ve bu bölümlerde toprak sıkışmasına neden olduğu gözlemlenmiştir (Canillas ve Salokhe, 2002). Ancak izli tarım uygulamalarının esasını teşkil eden sertleştirilmiş trafik şeritleri üzerinden alınan ölçümlere ilişkin değerlere bakıldığında bu katmanda sıkışmanın görülmediği tek parsel olarak karşımıza çıkmıştır. İzli tarım uygulamalarının avantajları ve hedefleri bakımından arzu edilen seviyede olmayan bu katmana ilişkin uygulamaların teknik açıdan doğru yapılmadığı ve arzu edilen sıkışıklık değerlerine ulaşılamadığı görülmüştür.

Kuru geleneksel parselde ait penetrometre ölçümlerinden elde edilen değerlere bakıldığında 0,5-1,5 MPa değerleri aralığının ağırlıklı olduğu ve 2,5 MPa ve üzeri değerlerin çok az olduğu belirlenmiştir. Toprak sıkışıklığının % 80 inin traktör ve ekipmanlarının ilk geçişleri esnasında olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiş ve bu sonuca göre toprakta sıkışmanın olduğu bölgeler incelendiğinde bitki kökleri için gelişimi sınırlayan bir durumun olmayacağı anlaşılmıştır (Ishaq ve ark.,2001,Coelho ve ark.,2000).

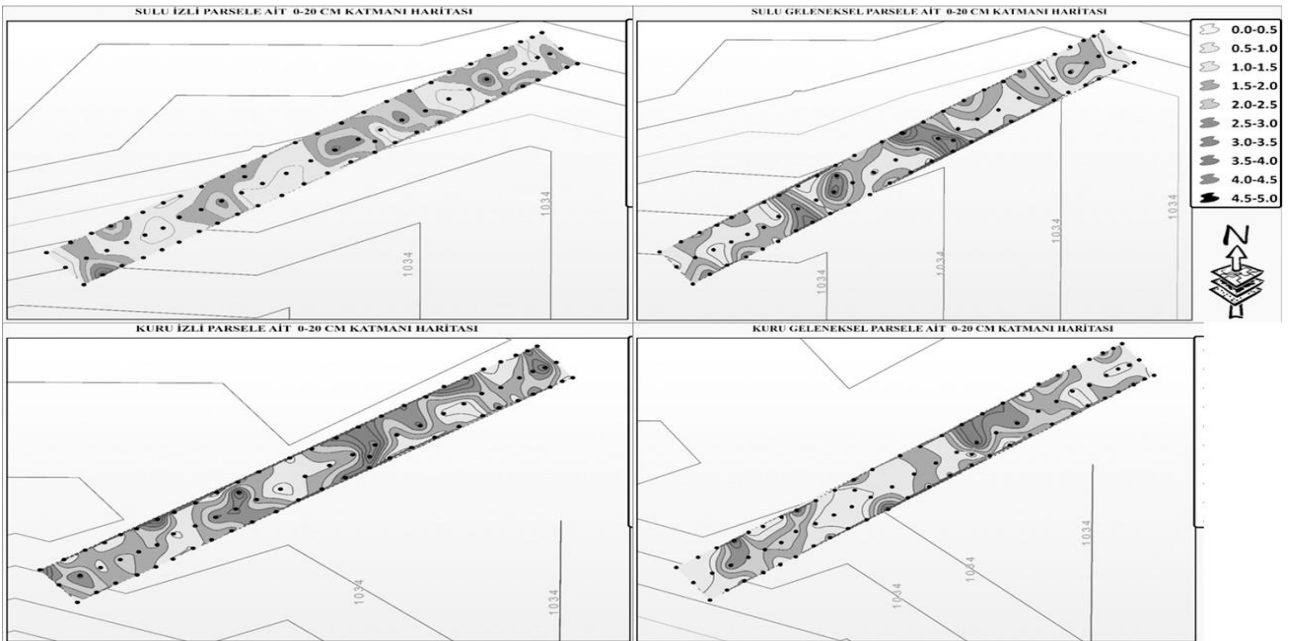
Kuru izli parselde yapılan penetrometre direnci değerlerinin daha yüksek aralıklarda olduğu görülmüştür (Tablo 2). Parselin yarısından fazla bir kısmında 2,5 MPa ve üzeri sıkışıklık değerlerinin mevcut olduğu,

böylece izli tarım uygulamaları için istenilen sıkıştırma oranının sağlandığı belirlenmiştir.



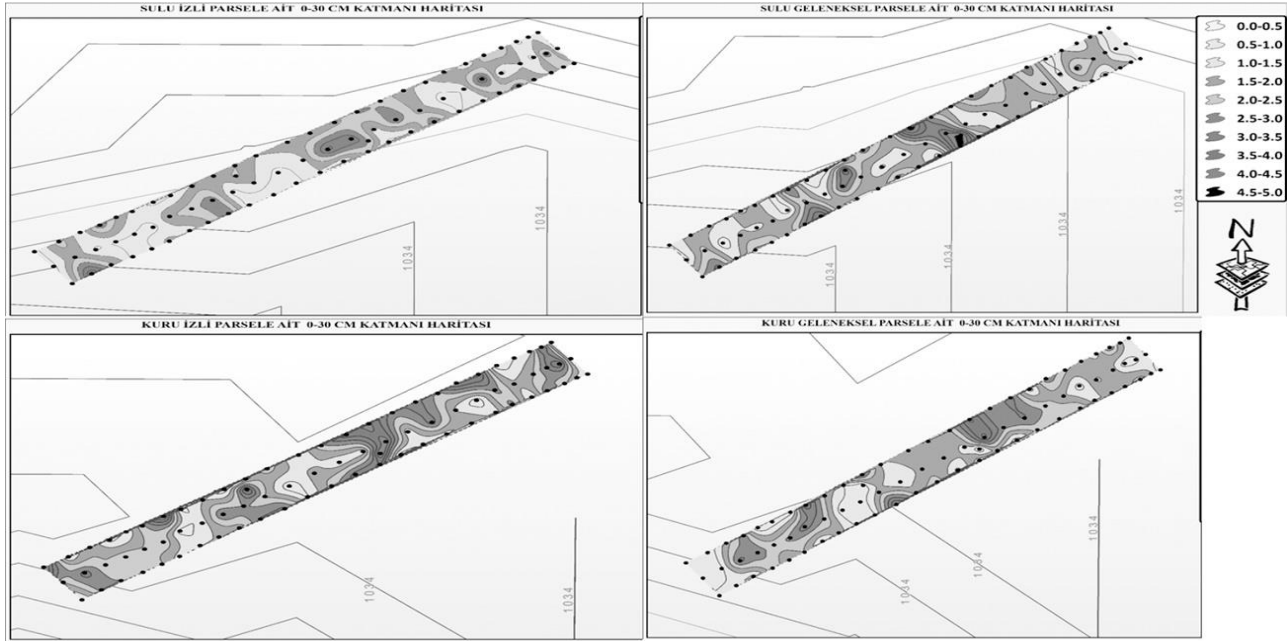
Şekil 6

İzli/Geleneksel Parsellerde 0-10 cm Katmanına Ait Derinlik-Penetrasyon Direnci Haritası



Şekil 7

İzli/Geleneksel Parsellerde 0-20 cm Katmanına Ait Derinlik-Penetrasyon Direnci Haritası



Şekil 8

İzli/Geleneksel Parsellerde 0-30 cm Katmanına Ait Derinlik-Penetrasyon Direnci Haritası

0-20 cm Katmanı: Sulu geleneksel parselde yapılan penetrometre ölçümü ortalama değerleri olarak 1-2 MPa değer aralığının hâkim olduğu görülmüştür (Şekil 7). Ancak yer yer toprak sıkışmasının bulunduğu alanlarda genellikle penetrometre direnci değerlerinin 2,5-3,5 ara-

lığında olduğu ve bitki sağlığı ve toprak yapısı bakımından bu kısımlarda aşırı sulama, aşırı gübre birikimi, ağır mekanizasyon araçlarının kullanımı, yoğun tarla trafiği vb. faktörlerin etkisiyle sıkışmaların meydana geldiği tahmin edilmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. İzli ve Geleneksel Ekim Yöntemi Kullanılan Parsellerde Penetrasyon Direnci Değerleri (MPa)

Ölçüm Yapılan Parsel ve Derinlik (cm)	Değer Sayısı	İzli ekim yöntemi			Geleneksel ekim yöntemi			
		Min. değer	Mak. değer	Ağırlıklı ort. değer	Min. değer	Mak. değer	Ağırlıklı ort. değer	
Sulu Parsel	0-10	1 600	0.20	3.82	1.34	0.24	4.94	1.59
	0-20	3 200	0.45	4.01	1.57	0.39	5.12	1.78
	0-30	4 800	0.46	4.07	1.69	0.46	5.18	1.85
Kuru Parsel	0-10	1 600	0.37	4.50	1.85	0.11	4.20	1.30
	0-20	3 200	0.52	4.58	2.09	0.39	4.21	1.62
	0-30	4 800	0.53	4.82	2.14	0.46	4.22	1.78

Sulu izli parselden elde edilen penetrometre ölçüm sonuçlarına göre trafik şeritleri uygulaması yapılan orta kısımlardaki değerlerin 2,5 MPa ve üzeri aralıklarda yer aldığı (Tablo 2) ve İzli tarım uygulamalarının hedefleri arasında yer alan sıkıştırılmış kısımların oluşturulması uygulamaları bazı yerlerde istenilen düzeylerde görülürken, bazı kısımlarda yetersiz uygulama yapıldığı görülmüştür.

Kuru geleneksel parselde 1-2,5 MPa sıkışıklık değerleri aralığının yoğun olduğu görülmüştür. Bu değer aralığı genellikle istenilen düzeylerde kabul edilebilir gibi görünse de bazı bölümlerde 3,5 MPa ve üzeri değerlerinin bulunduğu ve Uras ve Okursoy, (2007) yürütmüş olduğu çalışmalar incelendiğinde bu yüksek değerlerin varlığında genellikle bitki kök sisteminin % 80-90

oranında tahrip olduğu görülmüştür. Ayrıca bitki kök sistemi, iletim sistemi ve vegetatif kısımlarda doku ve hücre ölümlerinin oluşabileceği ihtimalide anlaşılmıştır.

Kuru izli parselde penetrometre ölçümlerine göre 2,0 MPa ve üzeri değerlerin yoğun bir biçimde dağılımı görülmektedir (Tablo 2).

Sıkıştırılmış trafik şeritlerinin oluşturulması esnasında lastik basınçlarının uygun olmayışı, uygulamalarda ağır mekanizasyon araçlarının kullanımı, aşırı su ve gübre birikimi vb. faktörlerin etkisiyle trafik şerit alanlarının dışında sıkışmalara sebebiyet verildiği anlaşılmıştır.

0-30 Cm Katmanı: Sulu geleneksel parselde ait ölçüm değerlerine göre penetrasyon direnci değerleri genellikle

2 MPa ve üzeri olarak belirlenmiştir (Şekil 8). Bazı bölümlerde ise direnç değerlerinin 4-5 MPa aralığına kadar ulaştığı ve bu bölgelerde bitki gelişimi açısından çok büyük sıkıntılar yaşandığı anlaşılmıştır. Canillas ve Sa-

lokhe (2002) yılında yürüttükleri çalışmalardan elde ettikleri bilgilere göre 8-10 ton ağırlığında bir mekanizasyon uygulamasının toprağın 30 cm derinliğine kadar bir sıkışmaya sebebiyet verebileceğini belirtmişlerdir.

Tablo 2

İzli Parsellerde Ölçüm Zamanına Göre Penetrasyon Direnci Değerleri ve Dağılımı (MPa)

Ölçüm Zamanı		Sulu izli parcel				Kuru izli parcel			
		Min. değer	Mak. değer	Ort. değer	Standart Sapma	Min. değer	Mak. değer	Ort. değer	Standart Sapma
Ekim	Önce	0.2	6.0	1.47	1.13	0.2	5.3	2.83	1.91
	Sonra	0.5	4.3	1.53	1.05	0.6	5.3	2.89	1.73
Üst Gübre Uygulaması	Önce	0.1	2.6	1.33	0.84	0.2	3.2	1.43	0.93
	Sonra	0.2	2.3	1.33	0.66	0.2	2.8	2.12	0.78
Herbisit Uygulaması	Önce	0.1	3.1	1.41	0.73	0.3	4.9	2.20	1.18
	Sonra	0.4	4.1	2.30	1.13	0.1	4.2	1.84	1.24
İnsektisit Uygulaması	Önce	0.4	4.9	1.80	1.32	0.5	7.3	1.75	1.5
	Sonra	0.3	5.2	1.97	1.29	0.4	3.8	1.75	1.06
Hasat	Önce	0.1	3.2	2.09	0.97	0.3	5.1	2.27	1.59
	Sonra	0.1	4.2	1.63	1.15	0.4	4.4	2.29	1.36

Sulu izli parselde 1-2,5 MPa değerleri aralığının ağırlıkta olduğu ve en yüksek değerlerin 2,5-3 MPa aralığında olduğu görülmüştür (Tablo 1). Batey (2009) yürüttüğü çalışmalar neticesinde 0-30 cm ve aşağı derinliklerde görülen bu sıkışmalara sebep olarak; lastik hava basınçlarının uygun olmayışı, ağır mekanizasyon aletleri kullanımı, geçiş sayılarının fazlalığı, organik madde ve besin maddelerinin azlığı, aşırı su ve gübre birikimi gibi faktörlerin etkili olabileceğini aktarmıştır. Kuru geleneksel ve kuru izli parsellere ilişkin ölçüm değerlerine göre; 2-4 MPa direnç değerleri aralığında sıkışmış bölgelerin bulunduğu ve parsellerin tümünde dağınık halde seyrettiği belirlenmiştir (Tablo 1 ve 2). Tarla trafiğinin planlanmadan yürütülmesi ve tarımsal uygulamalarda yapılan tercihlerin olumsuz olması gibi faktörlerin etkisi; 0-30 cm katmanında daha belirgin olarak görülebilmektedir (Marakoğlu ve ark.,2010). Ayrıca sadece 0-30 cm toprak derinliğindeki penetrasyon direnci değerlerinin sürekli kontrol edilmesi sayesinde; bitki sağlığı ve gelişimi ile toprak yapısının korunmasının daha rahat kontrol edilebileceği araştırmacılar tarafından aktarılmıştır (Czyz,2004, Ball ve ark.,2000,Jorajuria ve Draghi, 1997,Yavuzcan, 2000).

Kuru izli parselin tüm parseller ve katmanlar içerisinde en büyük sıkışıklık değerlerine sahip parsel olarak belirlendiği (Tablo 1) ve tarımsal üretim açısından oldukça problem teşkil edebilecek faktörlerin varlığı gözlemlenmiştir. Çaycı (2014) tarafından yürütülen çalışmalara göre sıkıştırılmış trafik şeritlerinin oluşturulması bakımından bu hatlar için sıkışıklık değerlerinin istenilen seviyede olduğu; ancak direnç değerlerinin çok yüksek olması sebebiyle yüzlek köklü bitkiler dışında üretimin zor olacağı hatta yüzlek köklü bitkilerde dahi üretimin belli bir süre sonra durabileceği anlaşılmıştır.

Sonuç olarak; geleneksel ve izli tarım uygulamalarında araştırılan bu çalışma verileri bakımından 0-10 cm, 0-20 cm ve 0-30 cm katmanları kıyaslanmıştır. Elde

edilen verilere göre izli ve geleneksel üretim yöntemlerinde; derinliğe göre toprak sıkışması bakımından çok büyük farklılıkların oluşmadığı anlaşılmıştır. Yapılan teknik ölçümler ve saha çalışmaları sonuçlarına göre; sulu ve kuru üretim alanlarında toprak sıkışıklığı bakımından en uygun sıkışıklık değerleri olan 1-2,5 MPa değer aralığına sahip parselin sulu izli parsel olduğu tespit edilmiştir. En yüksek sıkışıklık değerlerine sahip parselin ise 3-4 MPa değerleri aralığıyla kuru izli parsel olarak değerlendirilmiştir. Tarımsal uygulamalar bakımından sulu izli ve kuru izli parsellerde en yüksek sıkışıklık değerlerinin ölçüldüğü uygulamalar ekim öncesi ve sonrası, İnsektisit uygulaması öncesi ve sonrası olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

5. Teşekkür

Bu araştırma Sabri Yağcı'nın yüksek lisans çalışmasından özetlenmiştir.

6. Kaynaklar

- Arslan S (2006). Toprak Sıkışmasının Azaltılması için Alternatif Bir Yöntem: Kontrollü Tarla Trafiği, *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi* 9 (1): 135.
- Aykas E, Yalçın H ve Çakır E (2005), Koruyucu toprak işleme yöntemleri ve doğrudan ekim. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42 (3).
- Ball BC, Campbell DJ, Hunter EA (2000). Soil compactibility in relation to physical and organic properties at 156 sites in UK, *Soil & Tillage Research*, 57 (1-2): 83-91.
- Barik K, Aksakal E, Islam KR, Sari S, Angin I (2014). Spatial variability in soil compaction properties associated with field traffic operations, *Catena* 120: 122-133.

- Batey T (2009). Soil compaction and soil management - a review. *Soil Use and Management* 25 (4): 335-345.
- Canillas EC, Salokhe VM (2002). A decision support system for compaction assessment in agricultural soils. *Soil & Tillage Research* 65 (2):221-230.
- Coelho MB, Mateos L, Villalobos FJ (2000), Influence of a compacted loam subsoil layer on growth and yield of irrigated cotton in Southern Spain. *Soil & Tillage Research* 57 (3): 129-142.
- Czyz EA (2004). Effects of traffic on soil aeration, bulk density and growth of spring barley. *Soil & Tillage Research* 79 (2): 153-166.
- Çaycı G (2014). *Toprak Bilimi Ders Notları*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü.
- Gutu D, Hula J, Kumhala F, Kovaricek P (2013). The Influence of Traffic in Permanent Traffic Lanes on Soil Compaction Parameters, *Trends in Agricultural Engineering*, 186-190.
- Ishaq M, Hassan A, Saeed M, Ibrahim M, Lal R (2001). Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan I. *Soil physical properties and crop yield, Soil & Tillage Research* 59 (1-2): 57-65.
- Jorajuria D, Draghi L (1997). The distribution of soil compaction with depth and the response of a perennial forage crop. *Journal of Agricultural Engineering Research* 66 (4): 261-265.
- Kirişçi V (1999). Pulluk tabanı ve dipkazan kullanımı, *Cine Tarım Dergisi* 17: 18-20.
- Marakoğlu T, Özbek O. ve Çarman K (2010). Nohut üretiminde farklı toprak işleme sistemlerinin enerji bilançosu. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 6 (4): 229-235.
- Önal İ (2011). Kontrollü Trafik Tarım ve Geniş Açıklıklı Traktörler. *Tarım Bilimleri Dergisi* 8 (4): 353-364.
- Özgülven M, Türker U (2010). Hassas Tarım Teknolojilerinin Üretim Ekonomisi ve Ülkemizde Mısır Üretiminde Kullanılabilme Olanakları, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 7 (1).
- Radford BJ, Yule DF, Mc Garry D, Playford C (2007). Amelioration of soil compaction can take 5 years on a Vertisol under no till in the semi-arid subtropics, *Soil & Tillage Research* 97 (2): 249-255.
- Uras A. ve Okursoy R (2007). The Usage of Image Processing for Determination of Abrasion on Moldboard Plough Blades. *Tarım Bilimleri Dergisi* 13 (3): 253-260.
- Yavuzcan HG (2000). Wheel traffic impact on soil conditions as influenced by tillage system in Central Anatolia. *Soil & Tillage Research* 54 (3-4): 129-138.