



T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİPKAZAN KULLANIMINDA ÇEKİ KUVVETİNİN AZALTILMASINA  
YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA**

**NURİ ORHAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

***KAHRAMANMARAŞ 2011***

**T.C**  
**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DİPKAZAN KULLANIMINDA ÇEKİ KUVVETİNİN**  
**AZALTILMASINA YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA**

**NURİ ORHAN**

**Bu tez,**  
**Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**YÜKSEK LİSANS**  
**derecesi için hazırlanmıştır.**

**KAHRAMANMARAŞ 2011**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Nuri ORHAN tarafından hazırlanan “DİPKAZAN KULLANIMINDA ÇEKİ KUVVETİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA” adlı bu tez, jürimiz tarafından 11/08/2011 tarihinde oy birliği ile Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Tayfun KORUCU .....

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof.Dr. Mustafa KIZILŞİMŞEK .....

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd.Doç.Dr. Ali AYBEK .....

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof.Dr. M. Hakkı ALMA .....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

.....

Nuri ORHAN

Bu çalışma K.S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.  
Proje No: 2010/5-11

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

.

# DİPKAZAN KULLANIMINDA ÇEKİ KUVVETİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

NURİ ORHAN

### ÖZ

Bu çalışmanın genel amacı, dipkazan ile çalışma sırasında gereksinim duyulan traktör çeki gücünün azaltılmasına yönelik alternatif yöntemlerin etkinliğinin belirlenmesidir. Bu amaçla dipkazanın ön kısmına çalışma derinliği dipkazana göre daha az olan iki değişik tipte (bıçak keski ve disk keski) ek donanım takılarak farklı ilerleme hızlarında (yüksek, orta, düşük) çalışma karakteristikleri, güç ve enerji gereksinimleri belirlenmiştir. Çalışmada çeki kuvveti, çeki gücü, yakıt tüketimi, iş başarısı, toprak penetrasyon direnci, toprak nem içeriği, hacimsel kütle, porozite ve boşluk oranları değerleri tespit edilmiş ve yersel değişimleri haritalanmıştır.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda en düşük ve en yüksek çeki kuvveti değerleri sırası ile titreşimli konumda standart donanımlı dipkazan ve sabit konumda disk keski donanımlı dipkazan kullanımı ile elde edilmiştir. En düşük ve en yüksek çeki gücü değerleri ise sırası ile sabit konumda standart donanımlı dipkazan ve sabit konumda disk keski donanımlı dipkazanın kullanımı ile elde edilmiştir. Uygulamalar içerisinde en fazla yakıt tüketimi sabit konumda disk keski donanımlı dipkazan ile, en düşük yakıt tüketimi ise titreşimli konumda standart donanımlı dipkazanın kullanımı ile gerçekleşmiştir. İş başarısı açısından en etkin uygulamanın sabit konumda disk keski donanımlı dipkazan ile, en düşük uygulamanın ise sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan ile gerçekleştiği görülmüştür. Uygulama öncesi ve sonrası yapılan penetrasyon direnci ölçümlerine göre patlatmanın en başarılı yapıldığı uygulamanın titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan ile, en düşük başarının ise sabit konumda disk keski donanımlı dipkazanın ile gerçekleştiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dipkazan, çeki kuvveti, çeki gücü, penetrasyon direnci, yakıt tüketimi, iş başarısı.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Ağustos / 2011

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Tayfun KORUCU  
Sayfa sayısı : 86

**A RESEARCH ON THE REDUCING DRAUGHT FORCE IN THE USE OF  
SUBSOILER**

**GRADUATE THEISIS**

**NURİ ORHAN**

**ABSTRACT**

The main objective of this study is to determine the efficiency of alternative methods for reducing draught - power while working with subsoiler. Two different apparatus (blade and disc coulter) with working depth of less than subsoiler were attached to the front part of subsoiler and working characteristics, power and energy requirements were determined at different forward speed valuse (high, medium, low). In this study, draught force, draught power, fuel consumption, work efficiency, soil penetration resistance, soil moisture content, bulk density, porosity and void ratio were determined and spatial changes were mapped.

As a result of the evaluations, the lowest and highest values of draught force were observed when vibrating mode in standard subsoiler equipped and nonvibrating mode in subsoiler equipped with disc coulter were used. The lowest and the highest draught power were seen when the nonvibrating mode standard subsoiler and the subsoiler equipped with disc coulters were used. In all applications, maximum fuel consumption was recorded in the nonvibrating mode of subsoiler equipped with disc coulter but the lowest fuel consumption was found when vibrating mode standard subsoiler equipped was used in. According to work efficiency, use of nonvibrating mode subsoiler equipped with disc coulter in was the most efficient but use of nonvibrating mode subsoiler equipped with blade coulter had the lowest application efficiency. According to the penetration resistance measurements made before and after subsoiling, the most successful application was use vibrating mode of subsoiler equipped with blade coulter, subsoiler equipped with disc coulter had the lowest subsoiling efficiency at the nonvibrating mode.

**Key Words:** Subsoiler, draught force, draught power, penetration resistance, fuel consumption, work efficiency

Kahramanmaraş Sütçü İmam University  
Institute for Graduate Studies in Science and Technology  
Department of Biosystem Engineering, August / 2011

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Tayfun KORUCU

Page number : 86.

# DİPKAZAN KULLANIMINDA ÇEKİ KUVVETİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

## ÖZET

Bu çalışmanın genel amacı, dipkazan ile çalışma sırasında gereksinim duyulan traktör çeki gücünün azaltılmasına yönelik alternatif yöntemlerin etkinliğinin belirlenmesidir. Bu amaçla dipkazanın ön kısmına çalışma derinliği dipkazana göre daha az olan iki değişik tipte (bıçak keski ve disk keski) ek donanım takılarak, farklı toprak işleme derinliği ve çalışma hızlarında (yüksek, orta, düşük) çalışma karakteristikleri, güç ve enerji gereksinimleri belirlenmiştir. Çalışmada çeki kuvveti, çeki gücü, yakıt tüketimi, iş başarısı, toprak penetrasyon direnci, toprak nem içeriği, hacimsel kütle, porozite ve boşluk oranları değerleri tespit edilmiş ve yersel değişimleri haritalanmıştır.

Dipkazan işleyici ünitesinin ön kısmına yerleştirilen değişik tipte (bıçak keski ve disk keski) ek donanımların çeki kuvveti ve çeki gücünü arttırdığı tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda en düşük çeki kuvveti değerine 7.72 kN ile titreşimli konumda standart donanımlı dipkazanın düşük hızda, en yüksek değere ise 13.09 kN ile sabit konumda disk keski donanımlı dipkazanın yüksek hızda kullanıldığı uygulamalarda ulaşılmıştır. En düşük çeki gücü değerine 3.57 kW ile titreşimli konumda disk keski konumlu dipkazanın düşük hızda, en yüksek değere ise 10.98 kW ile sabit konumda disk keski donanımlı dipkazanın yüksek hızda ulaşılmıştır. Çeki kuvveti ve çeki gücü değişiminde, işleme yöntemi (disk, standart, bıçak), işleme durumu (sabit, titreşimli) ve ilerleme hızının (düşük, orta, yüksek) istatistiksel olarak çok önemli olduğu ( $P<0.01$ ) belirlenmiştir. Dipkazan işleyici ünitesinin ön kısmına yerleştirilen değişik tipte (bıçak keski ve disk keski) ek donanımların yakıt tüketimini arttırdığı saptanmıştır. En düşük yakıt tüketimi  $21.7 \text{ L ha}^{-1}$  ile sabit konumda standart donanımlı dipkazanın düşük hızda, en yüksek değer ise  $31.9 \text{ L ha}^{-1}$  ile sabit konumunda disk keski donanımlı dipkazanın yüksek hızda kullanıldığı uygulamalarda ulaşılmıştır. Yakıt tüketimi değişiminde, işleme durumu (sabit, titreşimli) ve ilerleme hızının (düşük, orta, yüksek) istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0.05$ ), işleme yönteminin (disk, standart, bıçak) ise önemsiz olduğu ( $P>0.05$ ) belirlenmiştir. En düşük iş başarısına  $0.91 \text{ ha gün}^{-1}$  ile disk keski dipkazanın titreşimli konumunda düşük hızda, en yüksek iş başarıya ise  $1.80 \text{ ha gün}^{-1}$  ile disk keski dipkazanın sabit konumunda yüksek hızda kullanıldığı uygulamalarda ulaşılmıştır. İş başarısı değişiminde, işleme yöntemi (disk, standart, bıçak), işleme durumu (sabit, titreşimli), ilerleme hızının (düşük, orta, yüksek) istatistiksel olarak çok önemli olduğu ( $P<0.01$ )

belirlenmiştir. İşleme öncesi ve sonrasına ait penetrasyon direnç değerleri 4 cm'lik katmanlar halinde incelenmiştir. Uygulama öncesi ve sonrası yapılan penetrasyon direnci ölçümlerine göre patlatmanın en başarılı yapıldığı uygulamanın titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan ile en düşük başarının ise sabit konumda disk keski donanımlı dipkazan ile gerçekleştiği tespit edilmiştir.

# **A RESEARCH ON THE REDUCING DRAUGHT FORCE IN THE USE OF SUBSOILER**

## **SUMMARY**

The main objective of this study is to determine the efficiency of alternative methods for reducing draught - power while working with subsoiler. Two different apparatus (blade and disc coulter) with working depth of less than subsoiler were attached to the front part of subsoiler and working characteristics, power and energy requirements were determined at different forward speed values (high, medium, low). In this study, draught force, draught power, fuel consumption, work efficiency, soil penetration resistance, soil moisture content, bulk density, porosity and void ratio were determined and spatial changes were mapped.

Draught force and draught power were improved by special type attachment units (blade coulter and disk coulter) in front of subsoiler. At the end of the evaluations, the lowest draught force was 7.72 kN in the vibrating mode standard subsoiler equipped in at low speed. On the other hand the highest value 13.09 kN was observed when nonvibrating mode on subsoiler equipped in disc coulter was used at high speed. The lowest draught power (3.57 kW) was observed in vibrating mode on subsoiler equipped in disc coulter at low speed. The highest value reached to 10.98 kW when nonvibrating mode on subsoiler equipped in disc coulter was used at high speed. Attachment type (standard, disc, blade), vibration mode (nonvibrating, vibrating) and forward speed (high, medium, low) affected draught force and draught power significantly ( $P < 0.01$ ). It was found that mounting different type of attachments (blade and disc coulter) to the subsoiler increased fuel consumption. Lowest fuel consumption ( $21.7 \text{ L ha}^{-1}$ ) was measured with the nonvibrating mode on standard subsoil equipped at low speed, while the highest fuel consumption ( $31.9 \text{ L ha}^{-1}$ ) was observed with nonvibrating mode on subsoiler equipped disc coulter at high speed application. Operation mode (nonvibrating, vibrating) and forward speed (low, medium, high) were found to be statistically significant ( $P < 0.05$ ) on fuel consumption, but the processing method (standard, disc, blade) was not significant ( $P > 0.05$ ). The lowest subsoiler work efficiency ( $0.91 \text{ ha day}^{-1}$ ) was found with vibrating mode on subsoiler equipped at disc coulter at low forward speed and the highest work efficiency ( $1.80 \text{ ha day}^{-1}$ ) was calculated when nonvibrating mode on subsoiler equipped disc coulter subsoiler was operated at high speed. Work efficiency was affected by attachment type (standard, disc,

blade), vibration mode (nonvibrating, vibrating), and the forward speed (low, medium, high) significantly ( $P < 0.01$ ). Pre- and post-penetration resistance values were examined for 4 cm layers along vertical the soil profile. According to penetration resistance measurements before and after subsoiling, the most successful application was the use of vibrating mode on subsoiler equipped blade coulter in while the lowest success was determined in with nonvibrating mode on subsoiler equipped disc coulter.

## TEŞEKKÜRLER

Araştırma konusunun seçiminden değerlendirmesine kadar yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Do. Dr. Tayfun KORUCU'ya, araştırmanın maddi desteğini sağlayan KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine, Tarım Makinaları Bölümü 2010 yılı staj programında yer alan öğrencilere, ölçme sisteminin kalibrasyonunu gerçekleştirdiğimiz ÇÜ Ziraat Fakóltesi Tarım Makinaları Bölümüne teőekkür ederim.

Nuri ORHAN

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ .....	I
ABSTRACT .....	II
ÖZET .....	III
SUMMARY .....	V
TEŞEKKÜRLER.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	XV
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Toprak Sıkışması ve Etkileri.....	1
1.2. Toprak Sıkışma Tipleri.....	3
1.3. Toprak Sıkışmasını Azaltmak İçin Alınması Gereken Önlemler .....	4
1.4. Dıpkazan Kullanım Koşulları .....	8
1.5. Çalışmanın Amacı.....	9
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	11
3. MATERYAL VE METOT .....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Deneme alanı.....	20
3.1.2. İklim özellikleri.....	20
3.1.3. Dıpkazan aletinin ve traktörün özellikleri .....	20
3.1.4. Kuvvet ölçme seti.....	23
3.1.5. Yakıt tüketimi ölçüm seti.....	27
3.1.6. Penetrometre .....	28
3.1.7. Toprak örneği alma seti .....	29
3.1.8. Kurutma dolabı.....	29
3.2. Metod.....	30
3.2.1. Toprak nem içeriği ve hacimsel kütleinin belirlenmesi.....	32
3.2.2. Penetrasyon direncinin hesaplanması.....	32
3.2.3. Kuvvet pimlerinin kalibrasyonu.....	34
3.2.4. Çeki kuvvetinin belirlenmesi .....	34
3.2.5. Yakıt tüketiminin ölçülmesi.....	35
3.2.6. İlerleme Hızının Belirlenmesi.....	35
3.2.7. İş Başarısının Hesaplanması .....	36
3.2.8. Toprak bünyesi ve organik madde miktarı .....	36
3.2.9. Verilerin değerlendirilmesi .....	37

4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	38
4.1. Toprak Fiziksel Özellikleri .....	38
4.1.1. Toprak nem içeriği .....	38
4.1.2. Hacimsel Kütle .....	41
4.1.3. Toprak Boşluk Oranı ve Porozite .....	43
4.1.4. Penetrasyon Direnci .....	45
4.1.4.1. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarının penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması .....	47
4.1.4.2. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarının penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması .....	51
4.1.4.3. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamaların penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması .....	55
4.1.4.4. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamaların penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması .....	58
4.1.4.5. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarının penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması .....	61
4.1.4.6. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarının penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması .....	64
4.2. Kuvvet Ölçer Kalibrasyon Değerleri .....	68
4.2.1. Kuvvet ölçüm pimlerine ait statik yük değerleri .....	68
4.2.2. Kuvvet ölçme pimlerine ait yüklenme değerler .....	68
4.3. Parsellere Ait Ortalama Temel İşletmecilik Verileri .....	70
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	77
KAYNAKLAR .....	80
ÖZGEÇMİŞ .....	86

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Ünite kombinasyonlu dipkazan.....	6
Şekil 1.2. Dipkazan çalışma derinliği ile iş genişliği arasındaki ilişkiler .....	9
Şekil 3.1. Denemede kullanılan standart dipkazan .....	22
Şekil 3.2. Denemede kullanılan ünite kombinasyonlu (disk-keski) dipkazan .....	22
Şekil 3.3. Denemede kullanılan ünite kombinasyonlu (bıçak-keski) dipkazan.....	22
Şekil 3.4. Kuvvet ölçüm pimi.....	24
Şekil 3.5. Çeki kuvveti ölçme sistemi (A tipi çatı, kuvvet ölçme pimleri ve bağlantı kolları) .	25
Şekil 3.6. DAQ kart .....	26
Şekil 3.7. Kuru akü .....	27
Şekil 3.8. Yakıt sensörü .....	27
Şekil 3.9. Penetrometre ve parçaları .....	28
Şekil 3.10. Bozulmamış toprak örneği alma seti.....	29
Şekil 3.11.Kurutma dolabı.....	30
Şekil 3.12. Deneme alanı.....	31
Şekil 3.13. Deneme planı .....	31
Şekil 3.14. Veri toplama sisteminin şematik görünümü .....	35
Şekil 4.1. Deneme alanına ait toprak nem içeriği değerleri .....	39
Şekil 4.2. Koordinat noktaları belirli deneme .....	40
Şekil 4.3. 0-10 cm toprak katmanı için .....	40
Şekil 4.4. 10-20 cm toprak katmanı için .....	40
Şekil 4.5. 20-30 cm toprak katmanı için .....	41
Şekil 4.6. Deneme alanına ait toprak hacimsel kütle değerleri .....	42
Şekil 4.7. Toprak boşluk oranı değerleri.....	44
Şekil 4.8. Toprak porozite değerleri .....	44

Şekil 4.9. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri.....	49
Şekil 4.10. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (0-10 cm).....	50
Şekil 4.11. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm).....	50
Şekil 4.12. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (20-30 cm).....	51
Şekil 4.13. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri .....	53
Şekil 4.14. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (0-10 cm) .....	54
Şekil 4.15. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm) .....	54
Şekil 4.16. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (20-30 cm) .....	54
Şekil 4.17. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri .....	56
Şekil 4.18. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait alanı penetrasyon haritaları (0-10 cm) .....	57
Şekil 4.19. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm).....	57
Şekil 4.20. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm).....	58
Şekil 4.21. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri .....	60
Şekil 4.22. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (0-10 cm) .....	60
Şekil 4.23. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm) .....	61
Şekil 4.24. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (20-30 cm) .....	61
Şekil 4.25. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri.....	63

Şekil 4.26. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (0-10 cm).....	63
Şekil 4.27. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm).....	64
Şekil 4.28. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (20-30 cm).....	64
Şekil 4.29. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri.....	66
Şekil 4.30. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (0-10 cm).....	67
Şekil 4.31. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm).....	67
Şekil 4.32. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (20-30 cm).....	67
Şekil 4.33. Kuvvet ölçme pimlerinin yüklenme değerleri .....	70
Şekil 4.34. Uygulama alanlarına ait çeki kuvveti ortalama verilerinin değişimi .....	72
Şekil 4.35. Uygulama alanlarına ait çeki gücü ortalama verilerinin değişimi .....	73
Şekil 4.36. Uygulama alanlarına ait yakıt tüketimi ortalama verilerinin değişimi.....	74
Şekil 4.37. Uygulama alanlarına ait iş başarısı ortalama verilerinin değişimi.....	75

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Kullanılan traktörün teknik özellikleri (Anonim, 1997).....	21
Çizelge 3.2. Dipkazan aletinin teknik özellikleri (Anonim, 2009).....	21
Çizelge 3.3. Kuvvet ölçüm pimine ait ölçüler .....	24
Çizelge 3.4. Yakıt sensörüne ait teknik özellikler .....	28
Çizelge 3.5. Penetrometre teknik özellikleri .....	29
Çizelge 3.6. Kurutma dolabına ait teknik özellikler .....	30
Çizelge 4.1. Parseller arası nemin derinliklerine göre tek yönlü varyasyon analiz sonuçları...38	
Çizelge 4.2. Deneme alanına ait ortalama toprak nem içeriği değerleri.....	39
Çizelge 4.3. Parseller arası hacimsel kütlelerin derinliklere göre tek yönlü varyasyon analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.4. Deneme alanına ait ortalama toprak hacimsel kütle değerleri.....	42
Çizelge 4.5. Parseller arası boşluk oranının derinliklere göre tek yönlü varyasyon analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.6. Parseller arası porozite oranının derinliklere göre tek yönlü varyasyon analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.7. Deneme alanına ait ortalama toprak boşluk oranı ve porozite değerleri.....	44
Çizelge 4.8. Deneme alanı uygulamalar öncesi penetrasyon direnci değerleri (MPa) .....	46
Çizelge 4.9. Deneme alanı uygulamalar sonrası penetrasyon direnci değerleri (MPa) .....	47
Çizelge 4.10. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci t-testi analiz sonuçları .....	48
Çizelge 4.11. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına alanına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa).....	49
Çizelge 4.12. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci t-testi analiz sonuçları .....	51
Çizelge 4.13. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa).....	52
Çizelge 4.14. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri t-testi analiz sonuçları.....	55

Çizelge 4.15. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa) .....	56
Çizelge 4.16. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri t-testi analiz sonuçları .....	58
Çizelge 4.17. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa) .....	59
Çizelge 4.18. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri t-testi sonuçları .....	62
Çizelge 4.19. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulama alanına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa) .....	62
Çizelge 4.20. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri t-testi sonuçları .....	65
Çizelge 4.21. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa) .....	66
Çizelge 4.22. Pimlere ait statik yük değerleri (kN) .....	68
Çizelge 4.23. Kuvvet ölçme pimlerine ait yüklenme değerleri .....	69
Çizelge 4.24. Parsellere ait ortalama temel işletmecilik verileri .....	71
Çizelge 4.25. Çeki kuvveti varyasyon analiz sonuçları .....	71
Çizelge 4.26. Çeki gücü varyasyon analiz sonuçları .....	73
Çizelge 4.27. Yakıt tüketimi varyasyon analiz sonuçları .....	74
Çizelge 4.28. İş başarısı varyasyon analiz sonuçları .....	75

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b><math>\rho_a</math></b>	: Hacimsel Kütle (kuru baza göre) ( $\text{g/cm}^3$ )
<b>A</b>	: Konik Uç Taban Alanı ( $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ )
<b>B</b>	: İş Genişliği (m)
<b>B.S.H<sub>1</sub></b>	: Sabit Konumlu Bıçak Keski Donanımlı Dipkazan (Düşük Hız)
<b>B.S.H<sub>2</sub></b>	: Sabit Konumlu Bıçak Keski Donanımlı Dipkazan (Orta Hız)
<b>B.S.H<sub>3</sub></b>	: Sabit Konumlu Bıçak Keski Donanımlı Dipkazan (Yüksek Hız)
<b>B.T.H<sub>1</sub></b>	: Titreşimli Konumda Bıçak Keski Donanımlı Dipkazan (Düşük Hız)
<b>B.T.H<sub>2</sub></b>	: Titreşimli Konumda Bıçak Keski Donanımlı Dipkazan (Orta Hız)
<b>B.T.H<sub>3</sub></b>	: Titreşimli Konumda Bıçak Keski Donanımlı Dipkazan (Yüksek Hız)
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>D.S.H<sub>1</sub></b>	: Sabit Konumlu Disk Keski Donanımlı Dipkazan (Düşük Hız)
<b>D.S.H<sub>2</sub></b>	: Sabit Konumlu Disk Keski Donanımlı Dipkazan (Orta Hız)
<b>D.S.H<sub>3</sub></b>	: Sabit Konumlu Disk Keski Donanımlı Dipkazan (Yüksek Hız)
<b>D.T.H<sub>1</sub></b>	: Titreşimli Konumda Disk Keski Donanımlı Dipkazan (Düşük Hız)
<b>D.T.H<sub>2</sub></b>	: Titreşimli Konumda Disk Keski Donanımlı Dipkazan (Orta Hız)
<b>D.T.H<sub>3</sub></b>	: Titreşimli Konumda Disk Keski Donanımlı Dipkazan (Yüksek Hız)
<b>da</b>	: Dekar
<b>e</b>	: Boşluk Oranı
<b>F</b>	: Okunan Kuvvet Değeri (N)
<b>g</b>	: Gram
<b>h</b>	: Saat
<b>ha</b>	: Hektar
<b>k</b>	: Zamandan Yararlanma Katsayısı (%)
<b>K.O</b>	: Kareler Ortalaması
<b>K.T</b>	: Kareleri Toplamı
<b>km</b>	: Kilometre

<b>kN</b>	: Kilonewton
<b>kW</b>	: Kilowatt
<b>L</b>	: Litre
<b>m</b>	: Metre
<b>m<sup>2</sup></b>	: Metrekare
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>MPa</b>	: Megapascal
<b>M<sub>s</sub></b>	: Kurutulmuş Toprağın Kütlesi (g)
<b>M<sub>s</sub></b>	: Kuru Toprak Kütlesi (g)
<b>M<sub>w</sub></b>	: Topraktan Uzaklaştırılan Nemin (Su) Kütlesi (g)
<b>n</b>	: Porozite
<b>N<sub>ç</sub></b>	: Çeki Gücü (kW)
<b>P<sub>1</sub></b>	: Sağ Alt Bağlantı Kolu Kuvveti (kN)
<b>P<sub>2</sub></b>	: Sol Alt Bağlantı Kolu Kuvveti (kN)
<b>P<sub>3</sub></b>	: Üst Bağlantı Kolu Kuvveti (kN)
<b>P<sub>ç</sub></b>	: Net Çeki Kuvveti (kN)
<b>P<sub>ç</sub></b>	: Net Çeki kuvveti (kN)
<b>PD</b>	: Penetrasyon Direnci (MPa)
<b>S</b>	: Bir Günde İşlenen Alan Miktarı (da/gün)
<b>s</b>	: Saniye
<b>S.S.H<sub>1</sub></b>	: Sabit Konumlu Standart Donanımlı Dipkazan (Düşük Hız)
<b>S.S.H<sub>2</sub></b>	: Sabit Konumlu Standart Donanımlı Dipkazan (Orta Hız)
<b>S.S.H<sub>3</sub></b>	: Sabit Konumlu Standart Donanımlı Dipkazan (Yüksek Hız)
<b>S.T.H<sub>1</sub></b>	: Titreşimli Konumda Standart Donanımlı Dipkazan (Düşük Hız)
<b>S.T.H<sub>2</sub></b>	: Titreşimli Konumda Standart Donanımlı Dipkazan (Orta Hız)
<b>S.T.H<sub>3</sub></b>	: Titreşimli Konumda Standart Donanımlı Dipkazan (Yüksek Hız)
<b>t</b>	: Günlük Çalışma Süresi (h/gün)

- v** : Çalışma Hızı (km/h)
- V** : Örnek Silindirin Hacmi (100 cm<sup>3</sup>)
- V** : Traktör İlerleme Hızı (m/s)
- V<sub>s</sub>** : Katıların Hacmi (cm<sup>3</sup>)
- V<sub>v</sub>** : Boşluk Hacmi (cm<sup>3</sup>)
- W** : Toprak Nem İçeriği (kuru baza göre) (%)

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Toprak Sıkışması ve Etkileri

Toprakların doğal durumu çok değişik olup, genellikle kültür bitkilerinin yetişmesine elverişli değildir. Kültür bitkilerinin yaşayabilmeleri için toprağın yumuşak, su alma ve su tutma yeteneklerinin yüksek olması ve içinde yeterli miktarda besin maddelerinin bulunması gerekir. Kısacası, toprak verimliliği yüksek olmalıdır. Toprağın verimliliği, bitki köklerinin yayıldığı katmandaki kimyasal ve biyolojik olayların varlığına ve yoğunluğuna bağlıdır. Toprağı canlı duruma getirmek ve bu durumu hiç olmazsa, üzerindeki bitkiler olgunlaşmıcaya kadar sürdürmek, onu işlemekle sağlanır. Bu nedenle tarımsal üretim sürecinde alınan agro-teknik önlemlerin başında toprak işleme gelmektedir. Buna göre toprak işleme; bitki gelişimi, toprak-su muhafazası ve mekanizasyon işlemleri için istenilen ortamın oluşturulması amacıyla farklı yöntemlerle toprak koşullarını değiştirmeye ve iyileştirmeye yönelik olarak toprağın elden geçirilmesi işlemidir (Kirişci ve Korucu, 2001; Korucu, 2002 ).

Toprak işleme ile toprağın kültür bitkilerinin yetişmesi için uygun hale getirilmesi mümkün olmakla beraber, özellikle bilinçsiz ve aşırı toprak işleme ile meydana gelen üretim girdisi ve doğadaki tahribat son derece önemlidir (Keçecioglu ve Gülsoylu., 2002).

Bitkisel üretimde toprağın sahip olması gereken koşulların belirlenmesinde en önemli faktör, yetiştirilecek bitkinin agro-teknik istekleridir. Bitkilerin agro-teknik özelliklerinden başlıcaları;

- Toprak sıcaklığı,
- Hava,
- Su,
- Bitki besin elementleri ve
- Toprağın yoğunluğudur.

Toprak yoğunluğunu etkileyen en önemli faktör sıkışmadır. Sıkışma ise, toprak içerisindeki boşluklardan havanın uzaklaştırılması diğer bir ifade ile toprak havasının

hacmindeki azalmaya bağlı olarak, toprağın toplam hacminin azalması ve toprak parçacıklarının birbirine yaklaşması ile hacimsel kütlesinin artmasıdır.

Sıkışmış topraklarda bitki kök gelişimi mekanik dirençten dolayı engellenmekte ve buna bağlı olarak toprak profili içerisinde kök dağılımı da düzensiz olmaktadır. Toprak sıkışması aynı zamanda gözeneklerin miktarlarını ve büyüklük dağılımlarını değiştirerek toprak içerisinde gaz değişimini de engellemektedir. Toprak havasında oksijen miktarındaki eksiklik ya da karbondioksit oranındaki fazlalık bitki köklerinin gelişimini ve fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Toprak havasındaki bu olumsuz durum mikrobiyal süreçle de birleşince besin elementlerinin yararlılığını azaltmakta ve toksik maddelerin oluşumunu hızlandırmaktadır. Tüm bu olumsuz koşullar ise kaçınılmaz olarak bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Hartge ve Stewart, 1995).

Toprak işleme aletlerinin gelişen teknolojiyle birlikte kendisini boyut, ağırlık olarak yenilemesi, tarla trafiğinin artması, yönetim uygulamalarında ekim nöbetine yer verilmemesi gibi nedenlerden dolayı toprak sıkışması son yıllarda ciddi bir sorun olmaya başlamıştır (Kok ve ark., 1996). Tarla trafiği, özellikle giderek artan traktör ve biçerdöver ağırlıkları nedeniyle tüm dünyada toprağı sıkıştıran en önemli etken haline gelmiştir (Arslan, 2006; Porterfield ve Carpenter, 1986).

Tarla trafiğinin neden olduğu sıkışma, kütle yoğunluğu, gözenek dağılımı, gözenek devamlılığı, havalanma, mekaniksel özdirenç, porozite ve hidrolik iletkenlik gibi birçok toprak özelliğine etki etmektedir (Panayiotopoulos ve ark., 1994; Flowers and Lal 1998; Radford ve ark., 2000; Richard ve ark., 2001; Pagliai ve ark., 2003; Hamza and Anderson 2005). Bahsedilen özelliklerdeki değişiklikler toprağın su tutmasını, hidrolik iletkenliğini olumsuz yönde etkileyerek, bitkiler tarafından kullanılacak olan suyun depolanma kapasitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Zhang ve ark., 2006; Kirkegaard ve ark., 1992).

Bitki köklerinin aşırı toprak sertliğine maruz kaldığında sürgün gelişimi, verim, kök-sürgün oranı, kök çapı, kök morfolojisi, kök fizyolojisi ve biyokimyası ve kök sürmesi gibi birçok bitki özelliğinin bu durumdan olumsuz etkilendiği bilinmektedir (Poincelot, 1986; Masle and Passioura, 1987; Atwell, 1990). Çok yıllık bitkilerde ise bu olumsuzluklardan daha fazla etkilenmekte ve ekonomik ömürleri kısalmaktadır (Botta ve ark., 2006; Jorajuria ve ark., 1997).

Sıkışmış topraklarda uygulanan derin toprak işleme uygulamaları toprağın penetrasyon direncini azaltmakta ve bitkinin kök derinliğini arttırmakta, bitkilerin kök derinliğinin artmasının ise kısa süreli kuraklık probleminin yaşandığı zamanlarda bitkinin bu olumsuz koşullara karşı direnmesine yardım etmektedir (Cooper ve ark., 1969; Campbell ve ark., 1974; Raper ve ark., 1998)

## 1.2. Toprak Sıkışma Tipleri

Toprak sıkışması; sıkışmaya sebep olan etkenlere göre değişik derinliklerde meydana gelebilmekte ve buna göre de değişik isimler alabilmektedir. Başlıca dört farklı sıkışma tipi vardır (Korucu ve ark., 2003). Bunlar:

- Kaymak tabakası,
- Yüzey toprak sıkışması,
- Toprak işleme (basınç) veya pulluk tabanı ve
- Alt (derin) toprak sıkışması.

Kaymak tabakası; toprak yüzeyinde, altındaki topraktan daha yoğun olan toprak tabakasıdır. Kaymak tabakasının kalınlığı, toprağın üst birkaç santimetrelik kısmında meydana gelmektedir. Kaymak tabakası, tohumun çimlendikten sonra toprak yüzeyine çıkmasına engel oluşturur. Her bir aks üzerinde 5 ton'dan fazla ağırlık bulunması durumunda meydana gelen tekerlek trafiği sıkışması olan yüzey toprak sıkışması, genellikle toprağın üst 10 cm'lik kısmında etkisini gösterir. Alt toprak sıkışması veya derin sıkışma; nemli toprak koşullarında ağır çiftlik araçlarının tekerlekleri (aks başına 10 ton'dan fazla yük bulunduğunda) nedeniyle meydana gelir. Her toprak işleme makinesi belirli ölçüde sıkışmaya yol açabilmektedir. Toprak işleme, basınç veya pulluk tabanı; genellikle uzun yıllar kulaklı pulluk ve diskaro başta olmak üzere birinci sınıf toprak işleme makineleri ile çalışılması durumunda meydana gelir. Bu nedenle de toprak işleme derinliğinin (20-25 cm derinliğindeki çizi tabanının) hemen altında oluşan genellikle de 5-10 cm kalınlığındaki geçirimsiz tabakaya pulluk tabanı veya taban taşı adı verilmektedir (Korucu ve ark., 2003). Makine trafiği ve aynı derinlikteki toprak işleme sonucu oluşan bu sert toprak katmanının yol açtığı olumsuzluklar, dipkazan kullanımı ile ortadan kaldırılmaktadır.

### 1.3. Toprak Sıkışmasını Azaltmak İçin Alınması Gereken Önlemler

Toprak, farklı uygulamalar sonucunda değişik şekillerde sıkışmaya maruz kalmaktadır. Sıkışmanın önlenmesi veya azaltılabilmesi için ise alınması gereken önlemler vardır (Kok ve ark., 1996; Anonim, 1996; Jones ve ark., 1997 ve 1999; Petersen ve Ayers, 1999; Kirişçi, 1999a; Peet, 2002; Korucu ve ark., 2003). Bunlar;

- **Traktör trafiğinin azaltılması:** Traktör trafiği toprakta aşırı sıkışmanın oluşmasındaki en yaygın nedenlerin başında gelmektedir. Traktörün arazideki geçiş sayısındaki artış, arazide zararlı toprak sıkışmasının oluşmasına zemin hazırlayacaktır. Azaltılmış toprak işleme sistemlerinin kullanılması ile, bu geçişlerin sayısında bir azalma sağlanabilir.
- **Traktör ağırlığının azaltılması:** Yüzeysel ve derin sıkışmanın sebeplerinden biriside, traktörlerdeki aşırı aks yükleridir. Traktör ağırlığının artmasıyla, sıkışmanın daha fazla derinlere ilerlemesi ve böylece derin toprak sıkışması probleminin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu durum aks yüklerinin tabanda meydana getirdiği bir oluşumdur ve aks yüklerinin azaltılmasıyla giderilebilir.
- **Lastik basıncının azaltılması:** Lastik basıncının azaltılması işlemi yüzey sıkışmasını tam anlamıyla önlemez. Fakat yüzeyde meydana gelen sıkışıklığın derecesini azaltır. Yüzeydeki sıkışıklığın düzeyi, ikili lastik kombinasyonları ve lastik basıncının düşürülmesiyle azaltılabilir ancak toprakla olan temas alanı artacağından, yüzeyde daha fazla bir alanın sıkışmasına neden olur.
- **Nemli koşullardaki trafiğin azaltılması:** Toprak nemli koşullarda oldukça sıkıştırılabilir bir durumdadır. Kuru toprak koşullarına göre nemin mevcut olduğu durumlarda, araç trafiği daha fazla toprak sıkışmasına sebep olacaktır. Toprak, kuru koşullar altında daha yüksek bir mukavemet gösterirki buda çevreden olabilecek etkilerden toprağın daha az etkilenmesi anlamına gelir. Kuru koşullara göre nemli koşullar altında tekerleklerin sıkışmaya olan etkilerinin, daha derinlere doğru yayıldığı görülmektedir.
- **Kontrollü trafik:** Koşulların müsait olduğu her durumda, arazide bazı tekerlek izlerinin yada dar trafik yollarının oluşumuna sebebiyet veren her türlü ekipmanın kullanımı kısıtlanmalıdır. İmkanlar dahilinde arazilerin dinlendirilmesi toprakta sıkışmayı engeller. Ekipmanların hatalı kullanımı, arazilerin en az % 80'inde bir defaya mahsus olmak üzere iz bırakılmasına sebep olacaktır. Kontrollü trafik

sayesinde, kalıcı bir sırt işleme tekniği ile arazide istenilen bir formun yakalanması olası olacaktır.

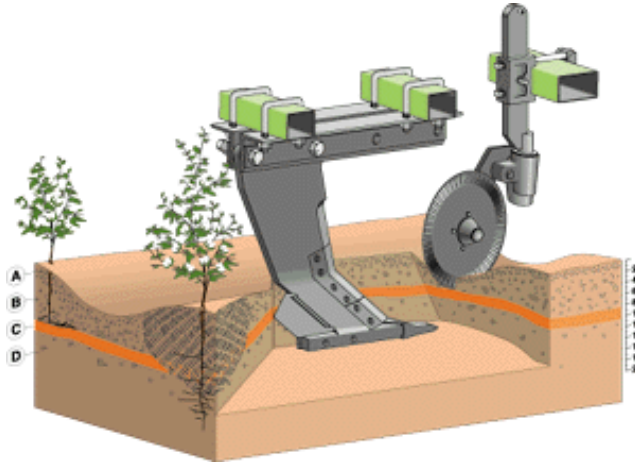
- **Organik materyalin korunması ve sürekliliğin sağlanması:** Organik madenin artması, topraktaki havalanmayı artırarak toprağın yapısının bir derece daha ilerlemesini sağlar. Su ve bitki kökleri toprak içinde daha rahat hareket eder. Toprak parçacıklarının birbirini tutması için bu artıklar bir nevi yapıştırıcı etkisi gösterirler. Organik maddelerin toprağa ilavesi, artıkların toprak yüzeyinde bırakılması, küçük taneli bitkilerin yetiştirilmesi, yeşil gübre bitkilerinin toprağa karışması ve hayvan gübrelerinin araziye uygulanmasıyla sağlanır.
- **İkincil toprak işleminin azaltılması:** Toprak boşluk boyutunun azalmakta olduğu bir esnada ikincil bir toprak işleme, doğal toprak yapısının bozulmasına neden olacaktır. Toprakta yapılan her türlü toprak işleme, toprak parçacıklarının bozulmasına ve toprakta ki hava ve su hareketi için gerekli olan boşluk hareketinin azalmasına sebep olur. Toprak işleminin daha az yapıldığı ve toprağın korunduğu korumalı toprak işleme sistemleri uygulamaya geçirilerek toprak sıkışması azaltılabilir.
- **Pulluk işleme derinliğinin değiştirilmesi:** Kurak geçen bir yılda, pulluk ile derin işleme yapılabilir, bunu takip eden yıllar itibariyle de, sıkışıklığın görüldüğü alanların minimum seviyeye indirilmesi için, çalışma derinliği değiştirilmelidir. Toprak neminin tarla kapasitesinin % 60' nın üstünde olduğu durumlarda, pullukla işlemeden kaçınmak gerekir.
- **Ekim nöbeti:** Derin köklere sahip olan bitkiler, ilerleyen dönemlerde, aynı bölgelerde daha sonra yetiştirilecek olan ürünlerin köklerinin, ve suyun toprak profilinde daha derinlere inmesine ve kullanılmasına olanak sağlayacak kanalların, oluşmasına yardımcı olurlar.
- **Derin işleme veya dip patlatma:** Derin toprak işleme veya dip patlatma; topraklarda oluşan sıkışmış tabakayı toprağın yapısına zarar vermeden parçalamak için genellikle 25 ile 50 cm derinlikte yapılması gereken bir tarla işlemidir. Çalışmalarda, uygun toprak ve nem koşullarında dip patlatmanın verimde %50'ye varan artışlar sağlayabileceği belirtilmektedir (Kirişçi, 1999b; Yalçın ve Çakır, 2005). Bir başka çalışmada ise, derin toprak işleminin toprak içerisindeki suyun hareketini hızlandırdığını, bitki köklerinin daha derinlere indiğini, bitki boyunda daha fazla uzama olduğunu ve verimin de % 35-70 oranında arttığını belirtmişlerdir (Chaudhary ve ark., 1985).

Dipkazanlar 45-75 cm veya daha fazla derinlikte çalışabilen aletlerdir. Dipkazanla işleme derinliğinin sıkışmış tabaka derinliğinden yaklaşık olarak %50 daha fazla olması önerilmektedir. Dipkazanla işleme toprak profilinin kuru olduğu zaman yazın sonlarında veya sonbaharda yapılması gerekir (Jones ve ark., 1999; Kirişci, 1999a).

Toprak işlemede özellikle derin toprak işlemlerde çeki gücünü ve yakıt tüketimini etkileyen önemli parametreler, ilerleme hızı, alet iş genişliği, alet iş derinliği, toprak penetrasyon direnci, toprak nemi, işlenen alandaki bitki anız örtüsü ve bitki kök yapısıdır (Upadhyaya ve ark.,1984; Garner ve ark., 1991).

Çalışma derinliği, çekilme hızı, uç demiri genişliği, uç demiri ve payanda temas açısı, ünite sayısı, kanat ve vibrasyon düzenlemeleri, toprak tipi ve nem içeriği ve sıkışmanın düzeyi dipkazanların çeki veya kuyruk mili gücü gereksinimlerine etkili belli başlı faktörlerdir (Korucu ve ark., 2003).

Dipkazan ile çalışmada, toprak işleme derinliğinin fazla olması, çalışma sırasında gereksinim duyulan traktör gücünü de artırmasından dolayı, dipkazan değişik tipte üretilmesinin yanında ünite kombinasyonlu üretilerek işletmecilik isteklerini en aza indirmeye çalışılmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Ünite kombinasyonlu dipkazan

Dipkazanla sıkışık tabakanın ortadan kaldırılması sıkışmanın kısa dönemli bir çözümdür. Dipkazanla toprak işlendikten sonra eğer sıkışmaya neden olan işletmecilik uygulamaları devam ederse, şiddetli bir sıkışma kolayca yeniden ortaya çıkabilir. Örneğin, nemli topraklarda çalışma neticesinde toprak dipkazanla işlenmeden önceki durumundan daha sıkışık bir yapı kazanır. Dolayısıyla dipkazanla işleme sonrasındaki hacimsel kütle ve

toprak dayanımı, dipkazanla işleme öncesinden daha büyük olacaktır. Sıkışmayı en aza indiren veya azaltan yeni işletmecilik uygulamalarının adaptasyonu ile birlikte dipkazanla işleme sıkışma problemleri için uzun dönemli bir çözüm sağlayabilir (Jones ve ark., 1999; Kirişçi., 1999a).

Tarımda kullanılan aletlerin çeki kuvvetinin ve çeki gücünün bilinmesi aletin tasarımında ve kullanılmasında oldukça önemlidir. Büyük işletmelerde traktör seçiminde çeki gücü bir kriter olarak kabul edilmektedir (Upadhyaya ve ark., 1985).

Bu aletin işleyici gövdesi dik ve sağlam bir payandaya bağlı kama biçiminde bir uç demirinden oluşur. Aletin iş genişliği sert tabakayı (taban taşını) kırarak şekilde olmalıdır. Bunu sağlamak için önceden sert tabakanın derinliği tespit edilmelidir (Anonim, 2006).

Dipkazanlar sabit ve kuyruk milinden hareketli (titreşimli) olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Titreşimli olarak çalışanlar traktörün kuyruk milinden hareketle çalıştırılırlar. Sabit olanlar ise traktör arkasında belli bir derinlikte toprağa batacak şekilde çekilerek çalıştırılmalıdır. Traktörün hidrolik sistemi, dipkazanla çalışırken, mutlaka çeki kontrol konumunda olmalı, dipkazanla çalışırken ön ağırlıklar takılmalıdır (Anonim, 2006).

Standart bir dipkazanın işleyici kısmı, sağlam bir payandaya bağlı ve kama biçimli bir uç demirinden oluşur. Payandanın ön tarafı toprağı kolaylıkla yarabilmesi açısından ince ve keskin bir yapıya kavuşturulmuştur. Çalışma sırasında geçirimsiz tabaka parçalanırken üstteki toprak karıştırılmadan işleme tabi tutulmaktadır (Korucu ve ark., 2003).

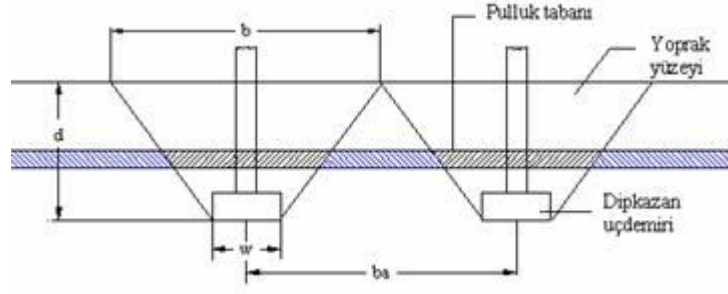
Değişik tipte dipkazanlar üretilmektedir. Payandalar; standart (düz), eğrisel (parabolik) veya şekilsiz tiplerde olabilmektedir. Dipkazanın bazı tiplerinde uç demirinin her iki yanında, kanatlar kullanılabilir. Parabolik payandalı olanlar düz olanlara göre daha az güce gereksinim duyar. Kanat düzenlemesi ise gerek parabolik gerekse düz payandalı olanlarda güç gereksinimini artırır. Ancak kanat düzenlemesi ile bozulan toprak kesiti arttığından özgül güç ( $\text{kW m}^{-2}$ ) gereksinimi azalmaktadır. Düz ancak ilerleme yönünde eğimli payandaya sahip bir dipkazan, dik olana göre geçirimsiz tabakayı daha iyi kaldırır ve parçalar (Korucu ve ark. 2003).

#### 1.4. DİPKAZAN KULLANIM KOŞULLARI

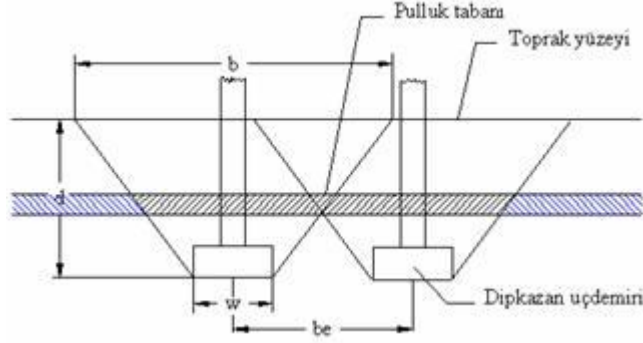
Dip patlatma, yüksek enerjiye gereksinim duyan ve pahalı olan bir işlemdir. Bu nedenle dip patlatmaya karar vermeden önce tarlanın değişik yerlerindeki sıkışma durumunu dikkatle değerlendirmek gerekir. Diğer taraftan, var olan bir olumsuzluğu gidermek, azaltmak veya en azından kontrol altına almak için yapılacak bir toprak işleme faaliyeti, yeni bir faaliyetin yapılmasını gündeme getireceği unutulmamalıdır. Toprak işleme makinelerinin çeki kuvveti gereksinimi, işleme derinliğinin artması ile hızla artmaktadır. Diğer taraftan, çekilme aralığı alan iş başarısına doğrudan etkili olan bir faktördür. Bu nedenle, dipkazan gibi derin çalışan makinelerin tarlada kullanılması sırasında bazı koşulların dikkate alınması yapılan işlemin başarıya ulaşması açısından önemlidir. Buna göre:

- Toprak mümkün olduğunca kuru (düşük nemli) olmalıdır. Böylelikle, pulluk tabanının ufalanması mümkün hale gelmektedir.
- Geçirimsiz tabakanın altındaki toprağın aşırı su tutma kapasitesine sahip olması gerekir veya yüzeydeki suyun gidebileceği bir yer veya bitki kök gelişmesi için alt katmanlarda hava bulunmalıdır.
- Alt katmanlardaki toprak, kök gelişmesini engelleyecek asit veya alkali yapıda olmamalıdır.
- Traktör veya ağır makineler daha sonra yapılacak işlemler sırasında tekerlekler, sıkışma ile çizinin kapanmasını önlemek amacıyla dipkazanın açmış olduğu çizinin en azından 30-35 cm ötesinden geçmelidir.
- Kumlu toprakta kuru havalarda yapılacak dip patlatma, taban suyu seviyesini hızlıca düşürmektedir. Suyu fazla ihtiyaç duyulduğunda, kullanılabilir suyun köklerin buldukları yerlere süzülmesi gerekir (Korucu ve ark., 2003).

Dipkazanlar; dar uç demirli makine grubunda yer almaları nedeniyle çalışma derinlikleri ( $d$ ), uç demiri yapısal genişliklerinin ( $w$ ) 6 katından fazla olmamalıdır. Bir başka ifade  $d/w \leq 6$  eşitsizliği sağlanmalıdır. Diğer taraftan, iş genişliği ( $b$ ) ise daima  $b \leq 2d + w$  koşulunu sağlamalıdır. İş genişliğinin alt sınırı yani etkin çekilme aralığı ( $b_e$ ) ise, pulluk tabanının derinliğine ve kalınlığına bağlı olarak belirlenmelidir (Kirişçi, 1999a ve 1999b) (Şekil 1.2).



(a) Girişimsiz çekilme aralığı



(b) Girişimli çekilme aralığı

Şekil 1.2. Dipkazan çalışma derinliği ile iş genişliği arasındaki ilişkiler

### 1.5. Çalışmanın Amacı

Dipkazan ile çalışmada, toprak işleme derinliği arttıkça gereksinim duyulan traktör çeki gücünü de artırmaktadır. Yakıt fiyatlarının sürekli artış göstermesinden dolayı tarımda kullanılan enerjinin korunması önemli bir konu haline gelmiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde yaygın kullanılan orta ölçekli güç grubundaki traktör özellikleri dikkate alındığında, güç ve enerji gereksinimi düşük olan dipkazanların kullanımı zorunlu olmaktadır. Bu anlamda traktörlerden daha etkin yararlanmak, toprağa uygulanan patlatmayı daha iyi yapabilmek ve gereksinim duyulan çeki gücünü azaltmak amacıyla titreşimli dipkazanların kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ancak, tarım makineleri üreten firmaların halen sabit dipkazan üretimine daha çok ağırlık verdikleri ve çiftçilerimizin elinde de halen sabit dipkazanların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu nedenle sabit dipkazanlarla çalışma sırasında gereksinim duyulan çeki gücünün azaltılmasına yönelik araştırmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada, sabit ve titreşimli dipkazanlar ile çalışma sırasında gereksinim duyulan çeki gücünün azaltılması amaçlanmıştır. Bu amaçla uygulamanda kullanılan dipkazanlara göre çalışma derinliği daha az olan ve dipkazan işleyici ünitesi ön kısmına

yerleştirilen değişik tipte (bıçak keski ve disk keski) ek donanımlar yapılmış, farklı toprak işleme derinliği ve çalışma hızlarında oluşturulan dipkazanlara ait çalışma karakteristikleri, g ve enerji gereksinimleri belirlenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Önceki çalışmalarda, tarım alet ve makinalarında çeki kuvveti, çeki gücü, yakıt tüketimi ve iş başarılarını ölçme teknikleri ve aralarındaki ilişkiler incelenmiştir.

Lyne ve Meiring (1997), patinaj ölçme seti tasarım özellikleri ve setin kalibrasyon sonuçlarını araştırmışlardır. Araştırmada; patinaj ve çalışma hızı ölçümü için fotoelektrik algılayıcı kullanılmıştır. Algılayıcılar, patinaj ölçümü için kuvvet tekerlekleri üzerine yerleştirilmiştir. Analog değer olarak alınan sinyaller, analog-dijital dönüşümünden sonra datalogger'da kaydedilmektedir. Verilerin; kuvvet tekerleği ve yardımcı tekerlek devir sayılarına göre değerlendirilmesiyle patinaj ve çalışma hızı değerleri hesaplanmıştır.

Clearence ve Voorhees (1979), traktör üç nokta bağlantı düzeni için, yatay ve düşey yönlü kuvvetleri birbirinden bağımsız ve eşzamanlı olarak ölçülebilen çeki dinamometresi geliştirilmişlerdir. Ölçme sistemi bağlantı çatısında bulunan yatay mil üzerine yerleştirilmiş uzama telleri (straingage'ler) ile yatay ve düşey doğrultudaki kuvvetler ölçülebilmektedir. Sistemin ölçme duyarlılığı için varyasyon katsayıları yatay yönlü kuvvetlerde % 0.53, düşey yönlü kuvvetlerde ise %0.68'dir. Ölçme düzeneği bağlantı çatısı, II. ve III. Kategori (75-100 kW) traktörler için geliştirilmiştir. Üç nokta bağlantı düzeni, kuvvet ölçme sistemi ölçme kapasitesi sınırları 30 kN ile 66.7 kN arasındadır. Sistemde bağlantı çatısı, universal, kolay yerleştirilebilir özellikte, asılır ve yarı asılır tip makinalar için uygundur.

Reid (1979), traktör yakıt tüketimi ölçme sistemi geliştirmiştir. Geliştiren yakıt ölçme düzeneği, traktör yakıt sistemi üzerine yerleştirilmektedir. Sistemde, iki adet düşey olarak yerleştirilmiş dereceli kap bulunmaktadır. Çalışma süresi sonunda, tüketilen yakıt miktarı kadar kaplara yakıt ilave edilmekte, böylelikle yakıt tüketimi bulunmaktadır. Sistemin maksimum yakıt tüketim kapasitesi,  $22.697 \text{ L h}^{-1}$ 'tir. Kalibrasyon çalışmaları sonunda, tekrarlı ölçümlerde varyasyon katsayısının % 1.69, standart sapma değerinin 0.058 olduğu saptanmıştır. Araştırma sonunda geliştirilen yakıt ölçme sisteminin tarımsal işlemlerde enerji tasarrufunun sağlanmasında önemli faktörlerden biri olduğu vurgulanmış ve sistemin basit, kullanımı kolay ve uygulama koşullarında güvenilir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Carter (1981), çeki kuvveti ve çalışma hızı ölçme setinin tasarımı geliştirilmesi konusunda yaptığı araştırmada; setin çalışma ilkeleri, ünitelerin özellikleri ve sistemin güvenilirlik testi sonuçlarını açıklamıştır. Düşey kuvvetlerin dikkate alınmadığı ölçme setinde, bağlantı çatısı üzerine yerleştirilen uzama telleri ile sadece yatay yönlü kuvvetlerin ölçümleri yapılmıştır. Çalışma hızı için yardımcı tekerlek üzerine yerleştirilen manyetik bir algılayıcı kullanılmaktadır. Sistemin kalibrasyonu değişik hız (0.15-0.30-0.45-0.60-0.75 m s<sup>-1</sup>) ve yüklenme (2-4...28-30 kN) koşullarında yapılmıştır. Diğer bir deyişle, 0.6 m/s çalışma hızının üzerindeki hızlarda ve 6 kN'un üzerindeki yüklemelerde hatanın ortalama artış oranı % 1 düzeyinde kalmıştır. Ayrıca araştırmada bu sonuçlara göre ölçme setinin güvenilir şekilde kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Wilhelm ve ark. (1981), bilgisayar destekli ölçme sistemi kullanım programı hazırlamışlardır. Program; kalibrasyon, veri toplama, veri inceleme ve genel uygulamalar olmak üzere dört ana bölümden oluşmaktadır. Program FORTRAN yazılım dilinde hazırlanmıştır. Program kalibrasyon bölümünde, verilere ait istatistiksel eşitlikler elde edilmektedir. Veri toplama bölümünde, çeki kuvveti, kuvvet tekerlekleri ve yardımcı tekerlek devir sayıları, sağ ve sol kuvvet tekerlekleri patinaj değerleri, sağ ve sol kuvvet tekerlekleri torku, yakıt sıcaklığı, yakıt tüketimi ölçülmektedir. Ölçülen bu değişkenlere göre tarla iş başarısı, yakıt tüketimi ve çeki gücü verileri hesaplanmaktadır. Veri inceleme bölümünde, verilerin düzenlenmesi ve yazdırılması gerçekleştirilmektedir. Genel uygulamalar bölümünde ise, dosyalar arası geçiş, seçilen değişkenlerin görüntülenmesi, kalibrasyon katsayılarının seçilmesi ve çıkış alt bölümlerinden oluşmaktadır. Ayrıca, hazırlanan bu program uygun bilgisayar destekli ölçme sistemlerinde kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Grevis-James ve ark. (1983), çeki kuvveti, çalışma hızı, patinaj, yakıt tüketimi ve motor devri ölçümlerinin yapıldığı bilgisayar destekli bir ölçme sistemi geliştirmişlerdir. Sistemde AIM-65 Mikrobilgisayar, Straingage'ler, Unidye Model LX-w manyetik algılayıcılar, Fluidye Model 1240 T yakıt ölçer bulunmaktadır. Straingage'ler üç nokta bağlantı düzeni bağlantı noktalarına, çeki yönünde duyarlı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Manyetik algılayıcılar, çalışma hızı ve patinaj için ön ve arka tekerleklere, motor devri için volana yerleştirilmiştir. Bilgisayar destekli ölçme sisteminde, veriler bir alt program ile değerlendirilmekte ve sonuçlar çıktı olarak alınmaktadır. Geliştirilen ölçme sistemi ile kulaklı pulluk, çizel, tarla kültivatörü, tandem ve ofset diskaro kullanılarak, tarla denemeleri yapılmıştır. Tarla çalışmalarında ek ağırlığın patinaj, iş başarısı ve yakıt

ekonomisine etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, geliştirilen bilgisayar destekli ölçme sistemi ile, traktör çeki yeteneğinin tarla çalışmaları sırasında basit ve hızlı şekilde saptanabileceği belirtilmiştir.

Evcim (1984), elektronik çeki kuvveti ölçme yöntemi isimli çalışmasında, straingage (uzama teli) teorisi açıklanmış, buna bağlı olarak üç nokta bağlantılı dinamometre tasarlanıp yapılmıştır. Dinamometre ile traktör üç nokta bağlantı düzeninde yatay ve düşey yönlü kuvvetler ölçülmekte ve bu iki bileşene bağlı olarak traktöre etkili bileşke kuvvet bulunmaktadır.

Kendal ve ark. (1984), üç nokta bağlantı düzeni çeki dinamometresi geliştirmişlerdir. Araştırmada; bağlantı çatısı ve ölçme düzeneği tasarım, kuvvet algılayıcılar, algılama koşulları, kuvvet hesaplama modeli ve kalibrasyon özellikleri açıklanmıştır. Ölçme sistemi bağlantı ünitesi, traktör ve makina bağlantısını sağlayacak özellikte iki ana çatıdan oluşmaktadır. Bu iki çatı bağlantı noktalarına straingage'ler yerleştirilerek kuvvet ölçümleri yapılmaktadır. Sistemde yatay yönlü, düşey yönlü(yukarı doğru) ve yanal (sağ doğru) olan kuvvetler ölçülmektedir. Kuvvet analizlerinde kuvvetlerin vektörel toplamı dikkate alınmaktadır. Sistemin kalibrasyonu, bilinen kuvvetlerin yüklenmesiyle yapılmıştır. Sistemde veriler datalogger'da kaydedilmekte ve PC bilgisayara aktarılarak değerlendirilmektedir.

Marshall ve Buckley (1984), bir bilgisayar destekli ölçme sistemi geliştirmişlerdir. Ölçme sisteminde, çeki kuvveti, çalışma hızı, patinaj, yakıt tüketimi, motor devri, sıcaklık (yakıt, hava, motor sıcaklığı), kuvvet tekerlekleri torku, arka aks ağırlığı ve üç nokta bağlantı düzeni alt bağlantı kolları açısı ölçülebilmektedir. Sistemde PC bilgisayar, analog ve dijital kartlar ve ölçme düzenekleri bulunmaktadır. Sistemde yararlanılan kullanım programı BASIC dilinde hazırlanmış ve sistem ölçme aralığı bir saniye olacak şekilde programlanmıştır. Geliştirilen bilgisayar destekli ölçme sisteminde; kuvvet ölçme sistemi, çekilir tip makinalar için kullanılmaktadır. Traktör çeki kancasına ek bağlantı düzeneği ile tekerleklere yerleştirilen manyetik algılayıcılar ile patinaj ve çalışma hızı, yakıt sistemi üzerinde yakıt ölçer ile yakıt tüketimi ölçülmektedir.

Chaudhary ve ark. (1985), kulaklı pullukla yapılan 20 cm. işleme derinliğinde birincil toprak işleme yöntemi ile iki farklı derin (çizel ve dipkazan) toprak işleme yönteminin toprağın fiziksel özelliklerine ve mısır verimine olan etkilerini

karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda her üç makinenin toprağın hacim ağırlığını kısmen azalttığı, penetrasyon direnci değerlerinde ise çizelin 20-40 cm profil derinliğinde penetrasyon direncini yaklaşık 10 kat azalttığını belirtmiş olup, derin toprak işleminin toprak içerisindeki suyun hareketini hızlandırdığını, bitki köklerinin daha derinlere indiğini, bitki boyunda daha fazla uzama olduğunu ve verimin de % 70-35 oranında arttığını belirtmişlerdir

Chaplin ve ark. (1988), geleneksel, azaltılmış ve toprak işlemsiz tarım tekniğinde enerji gereksinimlerinin saptanması için yaptıkları araştırmada; toprak işleme için sırasıyla kulaklı pulluk, çizel ve kültivatör kullanılmıştır. Çalışmada makinalar için enerji gereksinimleri saptanmış ve toprak işlemsiz tarım tekniğinde %54 oranında enerji tasarrufu sağlandığı belirlenmiştir.

Graham ve ark. (1990), tarım makinaları ile çalışmada çeki kuvveti, çalışma hızı, patinaj ve yatık tüketimi değişkenlerinin ölçümünü sağlayan bir ölçme sistemi geliştirmişlerdir. Araştırmada büyük alanlarda gerekli toprak işleme ve ekim makinaları için, uygun traktör büyüklüğünün saptanmasında gerekli verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen sistemin satın alma bedeli düşük, taşınabilir ve yerleşimi kolaydır. Sistemde datalogger, hidrolik çeki dinamometresi, manyetik algılayıcılar ve yakıt ölçer bulunmaktadır. Büyüklüğü 60 kW olan traktörlerde başarılı bir şekilde kullanılabilen bu sistem ile bazı toprak işleme makinaları (farklı tip diskarolar) için g ç gereksinimleri, patinaj, çalışma hızı ve yakıt tüketimleri saptanmıştır.

Bastaban (1993), Erzurum yöresinde nadas-buğday tarım sisteminde kullanılacak en uygun toprak işleme aletlerinin seçimi konusunda yaptığı araştırmada, Erzurum yöresinde geleneksel toprak işleme yönteminin, diğ r alternatif toprak işleme yöntemleriyle toprak nem birikimi, ürün verimi, yakıt tüketimi, çalışma hızı ve çeki kuvveti yönünden kıyaslanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; 25 cm iş derinliği ve  $1.81 \text{ m s}^{-1}$  çalışma hızında üç gövdeli kulaklı pulluk için çeki direnci  $36.36 \text{ kN m}^{-2}$ , yakıt tüketimi  $30.09 \text{ L ha}^{-1}$ 'dir. İş genişliği 223 cm, iş derinliği 18 cm ve çalışma hızı  $1.70 \text{ m s}^{-1}$  olan çizel için çeki kuvveti değeri  $2.06 \text{ kN/ayak}$ , yakıt tüketimi ise  $10.26 \text{ L ha}^{-1}$ 'dir.

Akıncı (1994), bu çalışmada, çeki kuvveti, çalışma hızı, patinaj, çeki gücü ve yakıt tüketimi gibi mekanizasyon planlanmasında gerekli temel işletmecilik verilerinin elde edilmesi için,  niversal, taşınabilir, kolay bağlanır ve traktör kuyruk mili çalışmalarına da

olanak sağlayacak şekilde bilgisayar destekli bir ölçme sistemi kurulmuş, geliştirilmiş ve kalibrasyon çalışmaları yapılmış. Geliştirilen sistem ile killi-kuru, killi-tavlı ve kumlu-tavlı toprak özelliklerine sahip arazilerde farklı iş derinliği ve farklı çalışma hızı koşullarında, kulaklı pulluk, dipkazan, çizel, kültüvatör ve tırmık gibi toprak işleme makinalarına ait temel işletmecilik verileri ölçülmüş. Araştırma sonucunda, değişik toprak özelliklerine sahip arazilerde, bazı toprak işleme makinaları için farklı iş derinliği ve çalışma hızlarında çeki kuvveti, çalışma hızı, patinaj, çeki gücü ve yakıt tüketimi ile bunlara ilişkin birim değerler belirlenmiştir.

Bastaban (1994), araştırmada, dört gövdeli kültürform tipi bir pullukla 18 cm derinlikte toprak işlenmesi yapılmış. İlerleme hızları 3 km h<sup>-1</sup>, 5 km h<sup>-1</sup>, 6 km h<sup>-1</sup> ve 7 km h<sup>-1</sup> olarak seçilmiş. Seçilen bu hızlarda pulluk çeki kuvveti ve yakıt tüketimi değerleri ölçülmüş. En yüksek çeki kuvveti 13.3 kN'la 7.5 km h<sup>-1</sup>'lık ilerleme hızında, en düşük çeki kuvveti ise 9.4 kN'la 3 km h<sup>-1</sup>'lık ilerleme hızında elde edilmiş. En yüksek yakıt tüketimi 35.3 L ha<sup>-1</sup>'la 3.5 km h<sup>-1</sup> hızda ve en düşük yakıt tüketimi 26.0 L ha<sup>-1</sup>'la 5 km h<sup>-1</sup>'lık ilerleme hızında kaydedilmiştir.

Yalçın ve ark (1996), bu çalışmada, son yıllarda ülkemizde anız bozmada ve koruyucu toprak işleme sisteminde yaygın olarak kullanılan yerli yapım iki çizelin, anızlı tarla koşullarında, farklı ayak diziliş konumlarının ve çalışma hızlarının toprak batma direncine, çeki kuvveti gereksinmesine, yakıt tüketimine ve patinaja etkilerini araştırmışlardır. Denemeler sonucunda, her iki çizelin ön kirişine 3 ayak yerine 4 ayak bağlanarak çalışılması konumunda, çeki kuvveti ve çeki gücü gereksinmesinde önemli ölçüde artışın meydana geldiği belirtilmiştir. İstatistiksel anlamda da, farklı ilerleme hızlarının ve ayak diziliş konumlarının, çeki kuvveti ve çeki gücü gereksinmesine etkisi önemli bulunmuş. Her iki çizel de ikinci vites ilerleme hızında (5.14 km h<sup>-1</sup>), önde 3 ayak bağlanması konumunda diğer ilerleme hızlarına göre daha az çeki kuvveti gereksinmesi göstermiş. Yapılan çalışmada, farklı ilerleme hızlarının ve ayak diziliş konumlarının, yakıt tüketimine etkileri istatistiksel anlamda önemli bulunmuş, patinaja ise, farklı ilerleme hızlarının etkisi önemli, ancak ayak diziliş konumlarının etkisi önemsiz bulunmuşlardır.

Abu-Hamdeh ve Al-Widyan (2000), sonbahar aylarında, işlenen toprak üzerinde; toprağın işlenme şekli, lastik basıncı ve aks yükünün etkilerini, toprağın fiziksel özelliklerindeki değişimleri (hacimsel kütle, porozite, geçirgenlik) ve denemelerin yapıldığı parsellerdeki ürün verimindeki değişimleri ölçerek değerlendirmişlerdir.

Denemelerde elde edilen veriler, geçirgenlik oranının, 0-20 cm arasındaki toprak işleme uygulamalarından önemli düzeyde etkilendiğini göstermiş. Kuru baza göre belirlenen hacimsel kütle değerleri ve porozite, 0-20 cm arasındaki derinliklerde toprak işleme uygulamalarından, 20-40 cm arasındaki derinliklerde aks yükü ve lastik basıncı değerlerinden etkilenmiş. Çalışma döneminde üretilen ürünlerin verimlerinin, toprağın işlenme özelliklerinden, lastik basıncından ve lastik basıncı ile aks yükleri arasındaki etkileşimlerden etkilendiği belirtilmiştir.

Yalçın ve ark (2001), çalışmalarında pulluk'tan (P) sonra yaylı kültivatör-döner tırmık kombinasyonu (YKT), ağır kültivatörden (AK) sonra yaylı kültivatör (YK), ağır kültivatörden (AK) sonra yaylı kültivatör-döner tırmık (YKT) kombinasyonu ve ağır kültivatör-döner tırmık kombinasyonunun (AKT) kullanıldığı dört farklı tohum yatağı hazırlama yönteminin işletme karakteristiklerini (traktör patinajı, ilerleme hızı, iş başarısı, yakıt tüketimi, özgül çeki gücü ve çeki kuvveti) belirlenmişlerdir. 20 cm derinliğe kadar en yüksek penetrasyon dirençleri işlenmemiş parselde yapılan ölçümlerde bulunmuştur. Değerler genel olarak incelendiğinde en düşük penetrasyon direnci değeri, AK+YKT yönteminde elde edilmiştir. Aletler içinde en yüksek penetrasyon direnci ve patinaj (%25.2) değerleri pulluk ile toprak işlemede bulunmuştur. Pulluk sonrası yaylı kültivatör-döner tırmık kombinasyonu kullanımı %15.8 ile ikinci en yüksek patinaj değerine sahipken, en düşük patinaj (%9.0) kültivatör (AK) ile toprak işlemede elde edilmiştir. En yüksek toplam yakıt tüketimi 4.02 L da<sup>-1</sup> ile P+YKT toprak işleme yönteminde bulunmuştur. En düşük yakıt tüketimi 2.12 L da<sup>-1</sup> ile AKT'de elde edilmiştir. Küçük farklılıklar dışında AKT, sırasıyla 8.6 kN m<sup>-1</sup> ve 13.6 kW m<sup>-1</sup> olarak en düşük özgül çeki kuvveti ve gücü ihtiyacını göstermiştir. İş başarısının en yüksek olduğu toprak işleme yöntemi AKT (12.0 da/h) dir. Yöntemler arasında en düşük iş başarısı 4.51 da h<sup>-1</sup> ile P+YKT'de elde edilmiştir.

Yalçın ve ark (2003), İzmir ili Ödemiş ilçesinde yaptıkları bir araştırmada, ikinci ürün mısır tarımında doğrudan ekim ve dipkazan uygulamasının verime olan etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla buğday hasadından sonra ikinci ürün mısır, biri kuru diğeri tavlı olmak üzere iki farklı toprak koşulunda doğrudan ekim yöntemi ile ekilmiştir. Tarlaya hiçbir herbisit uygulaması yapılmamıştır. Geleneksel toprak islemeye göre doğrudan ekim ve dipkazan uygulamasının ikinci ürün mısırdaki verime etkileri araştırılmıştır. Otlanma oranı, aletlerin çalışma hızı ve yakıt tüketimleri ölçülmüştür. Ayrıca ölçülen değerlerden,

her yöntemin birim alanda yakıt tüketimi ve is başarıları hesaplanmıştır. Verim değerleri geleneksel yöntemle karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Yapılan bu araştırmaya dayalı olarak; silajlık mısır verimi genelde tavlı toprak koşullarında ortalama 7600 kg da<sup>-1</sup> olarak bulunurken, kuru şartlarda yapılan ekimde ortalama 6019 kg da<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. En yüksek verim tavlı ve tek yönde dipkazan çekilen parsellerde (8412 kg da<sup>-1</sup>) elde edilirken, en düşük verim kuru şartlarda ekim yapılan geleneksel toprak işleme yönteminde (4873 kg da<sup>-1</sup>) saptanmıştır. Ancak yöntemler arasında verim farkı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Alkan ve Bayhan (2003), çekilir tip tarım alet ve makinaların çeki kuvvetinin belirlenmesinde bilgisayar destekli ölçme sisteminin kullanılması üzerine yaptıkları araştırmada; iki traktör yöntemi ile alet ve makinaların çeki kuvveti, patinaj ve yakıt tüketimini belirlemede kullanılacak yöntemlerin kalibrasyonunu yapmışlardır. Ayrıca, yöredeki işletmelerinin büyüklüğüne bağlı olarak toprak işlemede yoğun olarak kullanılan alet ve makinaların bazı işletme verilerini (çeki kuvveti, patinaj, ve yakıt tüketimi) saptamak araştırmanın diğer bir amacını oluşturmuştur. Bu araştırmada bölgede yaygın olarak kullanılan pulluk, çizel pulluk, kültivatör ve yaylı kültivatör+döner tırmık kombinasyonunun çeki kuvveti, patinaj, ilerleme hızı, yakıt tüketimi değerleri belirlemeye çalışılmışlardır. Pulluk ile toplam çeki kuvveti 20.4 kN, çeki gücü 15.7 kW, patinaj % 26.6, yakıt tüketimi 7.9 L ha<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Çizel pulluk ile toplam çeki kuvveti 19 kN, çeki gücü 14.6 kW, patinaj % 25.6 ve yakıt tüketimi 15.87 L ha<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Kültivatör ile 10 cm toprak işleme derinliğinde; toplam çeki kuvveti 11.28 kN, çeki gücü ihtiyacı 5.64 kW, patinaj % 19.8 ve yakıt tüketimi ise 9.45 L ha<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Yaylı Kültivatör + Döner Tırmık Kombinasyonu ile 10 cm toprak işleme derinliğinde; toplam çeki kuvveti 13.38 kN, çeki gücü ihtiyacı 22.74 kW, patinaj %15.57 ve yakıt tüketimi ise 4.59 L ha<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır.

Selvi ve ark., (2003), pamuk üretiminde pulluk tabanının toprak dinamiği açısından etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada; Türkiye’de ve özellikle Çukurova Bölgesinde önemli ve stratejik bir endüstri bitkisi olan pamukta, toprak sıkışmasının bitki gelişimi ve ürün verimine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme planına göre, 0.25 ha lık 2 farklı alanda, 5 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Arazilerden birinde dipkazan ile derin toprak işleme yapılmış, diğer alanda ise bu işlem uygulanmamıştır. Arazilerdeki sıkışıklığın bir göstergesi olan penetrasyon direncinin

belirlenmesinde, toprak penetrometresi kullanılmış ve her iki ana parseldeki sıklık değerleri, hasat öncesi ve hasat sonrası dönemlerde dipkazan uygulamaları esas alınarak ölçülmüştür. Araştırmanın sonucunda, dipkazan uygulanan parsellerden elde edilen bitki gelişimi ve ürün verimine ait ortalamaların, dipkazan uygulaması yapılmayan parsellere oranla kısmen daha fazla olduğu, fakat ortalamalar arasındaki bu farkın %5 ( $p<0.05$ ) önem seviyesinde istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Küçüksarıyıldız (2006), bu çalışmada dört farklı aks yükü, üç farklı lastik basıncı ve dört farklı çeki kuvvetinin traktör çeki performansını belirlemek üzere; patinaj, çeki gücü, dinamik çeki oranı, çeki verimliliği ve özgül yakıt tüketimi değerleri belirlemiştir. Denemeler beton zeminde oluşan traktör çeki gücü deney pistinde yapılmıştır. Çeki kuvvetine bağlı olarak; patinaj değerleri %0.79 ile % 23.54, çeki gücü değerleri 12.1 kW ile 31 kW, dinamik çeki oranı değerleri 0.213 ile 1.156, çeki verimliliği değerleri 0.54 ile 0.97, özgül yakıt tüketimi değerleri  $296 \text{ g kWh}^{-1}$  ile  $533 \text{ g kWh}^{-1}$  arasında değişmiştir.

Gürsel ve Köftecioğlu (2006), bu çalışmada, üretimi planlanan asılır tip kulaklı bir pulluğa uygulanacak toplam çeki kuvveti, literatür değerlerine dayanarak hesaplanmıştır. Elemanların modellenmesinde “Mechanical Desktop 6” yazılımından yararlanılmış ve sonlu elemanlar çözümünde ise “ANSYS 6.1” kullanılarak kulaklı pulluğa ait ok, kulak ve pulluk uç demiri organlarının mukavemet analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, üretilen elemanların boyutları ve mukavemet değerleri belirlenerek gereken konstrüktif önlemler alınmıştır.

Korucu ve Arslan (2006), kültivatör uç demirlerinde farklı aşınma oranları ve ilerleme hızlarının çeki kuvvetine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada; üç farklı uç demiri tipi (kaz ayağı, dar uç demiri ve üçgen uçdemiri), üç aşınma seviyesi (Y, A1 ve A2) ve üç traktör ilerleme hızının ( $2.1; 2.9; 6.8 \text{ km h}^{-1}$ ) çeki kuvvetine etkisini araştırılmışlardır. Denemeler  $3 \times 3 \times 3$  faktöriyel deneme deseninde tesadüf parselleri planına göre üçer tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Deneme alanında 0-10 cm ve 10-20 cm derinliklerde elde edilen nem içerikleri sırasıyla % 14 ve % 19, hacimsel kütle değerleri ise sırasıyla  $1.16$  ve  $1.21 \text{ g cm}^{-3}$  olarak bulunmuştur. Çalışma derinliklerindeki toprak sıklık seviyesinin bitki kök gelişimi için esik değer olan 2 MPa ile eşdeğer olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler, farklı uçdemiri tiplerinin, aşınma oranlarının ve çalışma hızlarının çeki kuvveti üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak ( $p<0.01$ ) önemli olduğunu göstermiştir. Buna göre temas alanının azalmasından dolayı çeki kuvveti değerinin aşınma

oranı ile ters orantılı, ilerleme hızı ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aşınma arttıkça aletin toprağa yeterince batmadığı ve düzgün bir çalışma derinliği elde edilemediği belirlenmiştir.

Turgut ve ark (2008), bu araştırma, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü (DATAE) Ilıca Deneme İstasyonu arazisindeki hububat üretim alanlarında karşılaşılan toprak sıkışması probleminin penetrasyon ölçümleriyle ortaya konulması, incelenen toprak özellikleri bakımından sıkışmış ve sıkışmamış toprak tabakaları arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla yürütülmüş. Çalışma alanı K-G ve D-B yönlerinde 80m aralıklarla gridlere bölünmüş ve gridlerin çakıştığı 72 noktada penetrasyon testleri yapılarak toprak örnekleri alınmıştır. Anova test sonuçları, sıkışmamış (üst) toprak tabakası ile sıkışmanın tespit edildiği tabakada ölçülen penetrasyon direnci, kütle yoğunluğu, toprak nemi ve ortalama ağırlık çap değerleri arasında çok önemli düzeyde ( $p<0,01$ ), agregat stabilitesi bakımından ise önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde farklılıkların mevcut olduğunu göstermişlerdir.

Boydaş ve Uygan (2010), bu çalışmada toprak özellikleri, kulaklı pulluk geometrik özellikleri ve çalışma parametreleri gibi kulaklı pulluk çeki kuvvetine etki eden faktörler açıklanmış ve geliştirilen kulaklı pulluk çeki kuvveti tahmin modelleri sunulmuştur.

### **3. MATERYAL ve METOT**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Deneme alanı**

Denemeler, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesinin içinde yer aldığı Avşar kampüsündeki bir tarlada yürütülmüştür. Deneme alanında ön bitki olarak buğday yetiştirilmiş ve uygulamalar buğday anızı üzerinde yapılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü tarladaki parsellerin toprak bünye özelliklerini belirlemek amacı ile 0-10 cm derinlikten toprak örnekleri alınarak Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarında analize tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda; kum, kil ve mil fraksiyonlarının yüzdeleri dikkate alınarak bünye üçgeninden toprak bünyesi belirlenmiştir. Buna göre deneme alanı killi-tın toprak bünyesine sahip olduğu ve organik madde miktarının % 0.63 olduğu belirlenmiştir.

##### **3.1.2. İklim özellikleri**

Kahramanmaraş ilinin güneyinde Akdeniz iklimi, kuzeyinde ise sert olmayan kara iklimi görülür. Uzun yıllar verilerine göre yıllık toplam yağış ortalaması 723 milimetredir. Yıllık yağışın yaklaşık % 48'i kış aylarında gerçekleşmektedir. Yılın 40 gününde sıcaklık 0°C'nin altında ve 120 gün 30°C'nin üstünde seyredir. Kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçer. Denemelerin yapıldığı 2010 yılında toplam yağış miktarı 626.4 mm, ortalama sıcaklık 24.7°C olmuştur (Anonim, 2010).

##### **3.1.3. Dipekazan aletinin ve traktörün özellikleri**

Çalışmada kullanılan traktör ve dipkazana ait teknik özellikler sırası ile Çizelge 3.1'de ve Çizelge 3.2'de verilmiştir. Araştırmada, asılır tip, tek ayaklı ve dar uç demirli titreşimli bir dipkazan (Şekil 3.1) kullanılmıştır. Diskli (Şekil 3.2) ve bıçaklı tip (Şekil 3.3) olmak üzere iki farkı keski dipkazanın yapısal durumunu da bozmayacak şekilde işleyici çatı üzerine işleyici üniteden 40 cm uzaklıkta monte edilmiştir. Diskin çapı 35 cm ve et kalınlığı 2 cm'dir. Bıçak keskinin uzunluğu 45 cm ve et kalınlığı ise 5 cm'dir. Dipekazan denemeleri Türk Fiat 60.56 traktörü ile gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Kullanılan traktörün teknik özellikleri (Anonim, 1997)

Tip/model	Lastik tekerlekli, arka tekerden hareketli, bileşik	
Motor Özellikleri	T.T.F., 8035-05-307, su soğutmalı, direkt püskürmeli, 4 zamanlı dizel motor	
Gücü (kW)	37.68	
Silindir sayısı	3	
Çap/Strok (mm)	104 / 115	
Toplam silindir hacmi (cm <sup>3</sup> )	2931	
Sıkıştırma oranı	17/1	
Motor devri hız sınırı (min <sup>-1</sup> )	650 ±25 - 2770±20	
Nominal motor hızı (min <sup>-1</sup> )	2500	
En büyük güçte motor torku (Nm)	144.22 (Nominal motor hızında)	
Hidrolik Sistem Özellikleri		
Marka /Model	Commercial- Hydraulics / 5096-13233	
Pompa debisi (L/min)	33.1 (Nominal motor hızında)	
Açılma basıncı (MPa)	19.4 – 19.9 (~200 Bar)	
Hidrolik güç (kW)	7.78	
Yapımcı tarafından yapılan püskürtme pompası ayarları		
Debi	45-47 cm <sup>3</sup> /100 Strok 1500 min <sup>-1</sup> motor hızında	
Püskürtme zamanı	ÜÖN'dan 0° ± 1° önce	
Püskürtme basıncı (MPa)	23-23.8	
Traktör kütlesi (sürücüsüz)		
Ön (kg)	725	
Arka (kg)	1345	
Toplam (kg)	2070	
Lastik Değerleri		
Lastik özellikleri	Ön	Arka
Lastik ölçüleri	7.50 - 16	14.9 – 30/13- 30
Kat adedi	6	6
Mak. Yük (lastik yapımcısı) (kN)	7.30	16.32
Hava basıncı (lastik yapımcısı) (kPa)	280	140
Dinamik yarıçap indeksi (mm)	376	665
Seçilen iz genişliği (mm)	1450	1425
İz genişliği (mm)	1450 – 1850	1430 – 1930
Minimum toprak aralığı (mm)	355	

Çizelge 3.2. Dipkazan aletinin teknik özellikleri (Anonim, 2009)

Tip	T-TD 1151 Tek ayaklı
İş derinliği	Max. 60 cm (24")
Güç ihtiyacı	40 BG.
Ağırlık	260/kg (575 LBS)
Kuyruk mili devir sayısı	540 d/d (rpm.)
Çatı genişliği	1.00 m (39")



Şekil 3.1. Denemede kullanılan standart dipkazan



Şekil 3.2. Denemede kullanılan ünite kombinasyonlu (disk-keski) dipkazan



Şekil 3.3. Denemede kullanılan ünite kombinasyonlu (bıçak-keski) dipkazan

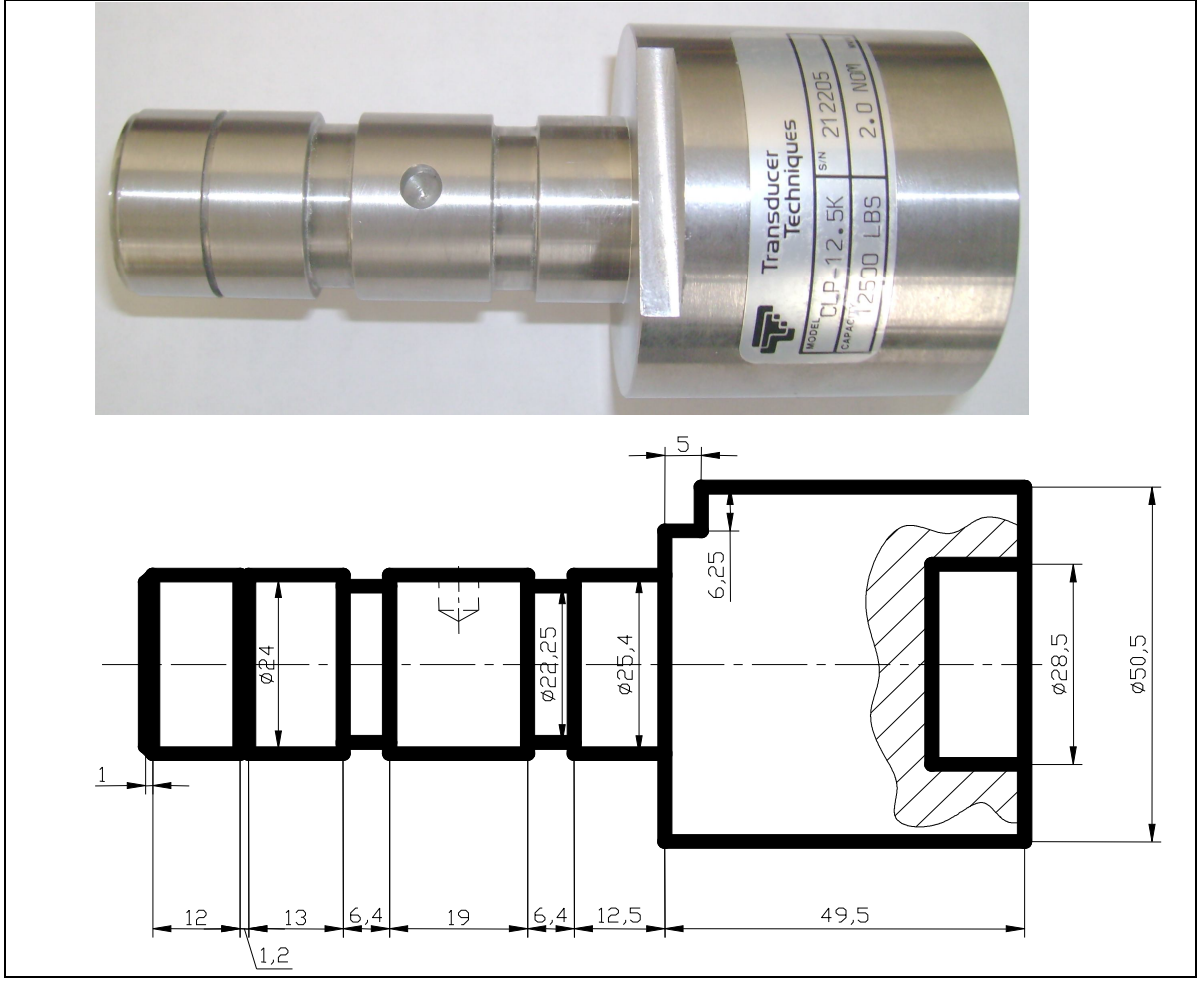
### 3.1.4. Kuvvet ölçme seti

Çeki kuvveti ölçümleri, bölümde mevcut olan traktör üç nokta bağlantı düzenine asılır tip pim esaslı kuvvet ölçüm sistemi ile yapılmıştır (Korucu ve ark., 2007a). Kuvvet ölçme sistemi aşağıdaki kısımlardan meydana gelmektedir.

- Kuvvet ölçüm pimi,
- Bağlantı çatısı ve kolları,
- Veri toplama sistemi
- Güç kaynağı

#### 1) *Kuvvet ölçüm pimi*

Bir tarım makinası ile çalışmada çeki kuvveti, makinenin çekilmesi için gereksinim duyulan toprak-bitki direnci ile traktör ve tarım makinası ağırlığının yenilmesi için gerekli yuvarlanma direncinden oluşan yatay yönlü kuvvettir (Akıncı, 1994). Arazide çalışma sırasında, toprağın traktör ve toprak işleme organına göstereceği direnç değerleri bilgisayar destekli ölçme sisteminde traktör üç nokta askı düzenine, bağlantı çatısı aracılığı ile yerleştirilen kuvvet ölçüm pimleri ile ölçülmektedir. Sistemde üç adet kuvvet ölçüm pimi kullanılmıştır. Pimlerden bir tanesi üst bağlantı noktasına diğer iki tanesi ise alt bağlantı kollarına takılarak ölçümler yapılmıştır. Çeki kuvveti ölçümünün belirlenmesinde kullanılan pimlere ait teknik ölçüler Şekil 3.4 ve Çizelge 3.3 de verilmiştir. Pimler, laboratuvar koşullarında sinyal şartlandırıcılar kullanılarak test edilmiştir. Ön testlerde DAQ kartın okuyabileceği sinyaller elde edilmiş, buna uygun şartlandırıcı seçimi yapılmıştır. Pimlerden gelen sinyallerin bilgisayara aktarılması ve verilerin ham ve işlenmiş veri olarak depolanması için gerekli ara yüz LabView programı kullanılarak geliştirilmektedir.



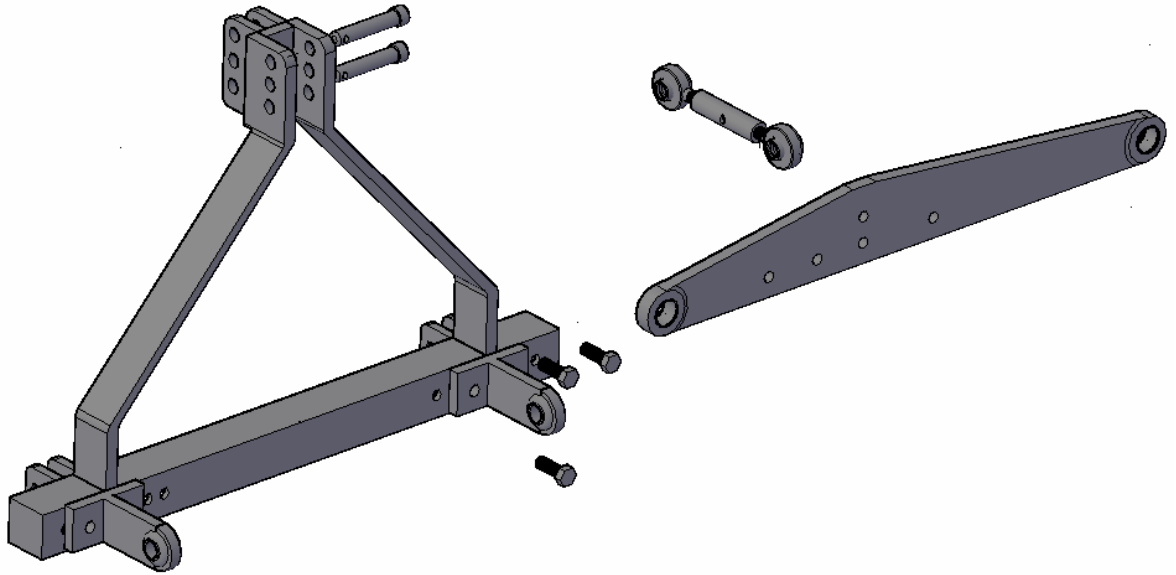
Şekil 3.4. Kuvvet ölçüm pimi

Çizelge 3.3. Kuvvet ölçüm pimine ait ölçüler

Model	Yük Kapasitesi (kN)	Boyutlar (cm)										
		A Çap	B	C	D	E	F	H	J	L	N	O Çap
CLP-12.5K	56.7	2.5	1.6	2.5	1.6	5.7	12.0	0.5	0.6	1.3	0.12	5.0

## 2) Bağlantı çatısı ve kolları

Ölçme sistemi bağlantı çatısı, universal, taşınabilir, kolay bağlanır ve sökülebilir özellikte, kuyruk mili çalışmasına engel olmayacak ve kuvvet ölçüm pimlerinin yerleşimine olanak sağlayacak bir şekilde yapılmıştır. Bağlantı çatısı ve üç nokta bağlantı kollarına ait resim ve teknik görüntü Şekil 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.5. Çeki kuvveti ölçme sistemi (A tipi çatı, kuvvet ölçme pimleri ve bağlantı kolları)

Bağlantı çatısında farklı makinelerin bağlantılarının sağlanması için, çatı alt kirişi üzerinde ve makine yönünde, sağ ve sol yanda yedişer adet bağlantı noktası bulunmaktadır. Çatının makine ile bağlantısının yapılacağı yöndeki alt bağlantı noktalarındaki parçalar değişik aralıklarda yerleşebilir özellikleri ile değişik makinelerin bağlantısına olanak sağlamaktadır. Traktör yönündeki parçalar ise, kuvvet ölçme pimlerinin sabit yerleşimine olanak sağlamak ve ana çatı üzerinde sabit bağlantılı yapılmıştır.

Traktör üç nokta bağlantı düzeninde, üst ve alt bağlantı kollarındaki traktör bağlantı noktaları standartlara uygundur. Bu bağlantı kollarının çatı bağlantı noktaları ise, kuvvet

ölçme pimi boyutlarına uygun ve pim yerleşimine olanak sağlayacak şekilde yapılmıştır. Ölçme pimi çatıya sabit yerleştirilmiştir. Kuvvet ölçme pimlerinin pozitif değerli ölçme yönü, makine doğrultusundadır. Ölçme pimlerinin çatıya sabit yerleşimiyle, kuvvet ölçme yönünün sürekli aynı doğrultuda kalması ve pimin çatı üzerindeki burulma etkilerinden bağımsız olması sağlanmıştır.

### 3) Veri toplama sistemi

Veri toplama sistemi;

- Sensörlerden gelen analog ve dijital sinyalleri eş zamanlı olarak değerlendirip hafızasında kaydedecek bir adet diz üstü bilgisayar,
- Sensörlerden gelen sinyallerin kartlar tarafından algılanabilmesi için iki adet sinyal koşullandırıcı,
- Yakıt ölçüm sensörlerinden gelen sinyallerin kartlar tarafından algılanabilmesi için iki adet sinyal koşullandırıcı (izole edilmiş dijital girişli modül),
- Kuvvet sensörleri ve yakıt ölçerlerden gelen sinyallerin bilgisayara aktarılması için kullanılan bir adet USB girişli DAQ kart (Şekil 3.6) ve
- Veri iletimi için 1 m korumalı kablodan oluşmaktadır.

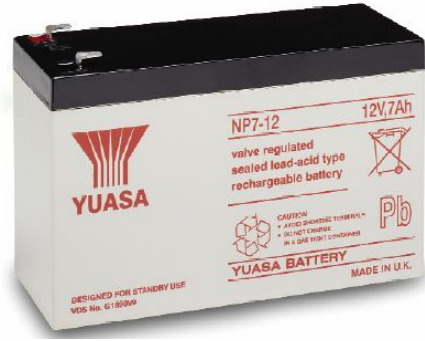
Sensörlerden alınan sinyallerin işlenmesinde ara yüz olarak LabView yazılımından yararlanılmıştır.



Şekil 3.6. DAQ kart

### 4) Güç kaynağı

Tarla çalışmaları sırasında sisteme gerekli elektrik gücü, 12 V, 7 Ah'lik bir kuru aküden (Şekil 3.7) sağlanmıştır.



Şekil 3.7. Kuru akü

### 3.1.5. Yakıt tüketimi ölçüm seti

Tarla denemeleri sırasında kullanılan toprak işleme aletlerinin ekonomik yönden karşılaştırılması için farklı işlemlere ait toplam yakıt tüketiminin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, çalışma koşullarına bağlı olarak traktörün anlık yakıt tüketiminin de belirlenmesi amaçlanabilmektedir. Bunun için traktör yakıt sistemi üzerine monte edilebilen iki yakıt ölçüm sensöründen yararlanılmıştır. Çalışma periyodunda tüketilen yakıt miktarının ölçülmesinde Şekil 3.8’de görünen dijital sayaçlı yakıt sensörü kullanılmıştır. Net yakıt tüketimi, besleme hattı ile geri dönüş hattında ölçülen değerlerin farkından oluşmaktadır.

Yakıt sensörüne ait teknik bilgiler Çizelge 3.4’de verilmiştir. Bu cihaz, anlık ya da toplam yakıt tüketimini dijital olarak göstermektedir. Buna göre, yakıt tüketiminin dijital göstergeden izlenmesi mümkündür. Sadece toplam yakıt tüketiminin belirleneceği çalışmalarda yakıt sensörlerinin bu özelliği kullanılmıştır.



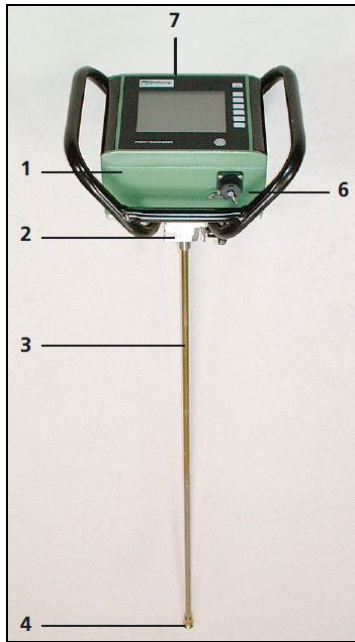
Şekil 3.8. Yakıt sensörü

Çizelge 3.4. Yakıt sensörüne ait teknik özellikler

Marka	Macnaught
Model	M05ASD-1H/Combo
Cinsi	Sıvı sayacı
Seri No	D63784 ve D63785
Sıcaklık aralığı	-10 °C....+60 °C
Ölçüm hassasiyeti	± %0.05
Maksimum çalışma basıncı	500 kPa
Akış oranı	0.5-50 L h <sup>-1</sup>

### 3.1.6. Penetrometre

Denemelerde dipkazanın uygulama öncesi ve uygulama sonrası toprak sıkışıklık düzeyinin belirlenmesi amacı ile Eijkelkamp marka dijital toprak penetrometresi kullanılmıştır (Şekil 3.9). Penetrasyon ölçümlerinde 60° lik konik açılı ve 2 cm<sup>2</sup> koni alanına sahip konik uç kullanılmıştır.



- (1) Penetrometre,
- (2) kuvvet sensörü,
- (3) iki parçadan oluşan ölçüm çubuğu,
- (4) konik uç,
- (5) referans plakası,
- (6) bağlantı noktası ve
- (7) GPS anteni.

Şekil 3.9. Penetrometre ve parçaları

Penetrometre, 80 cm derinliğe kadar ölçüm yapabilmeye uygun komple bir settir. Set, penetrometre, konik uçlar, çubuklar, derinlik referans plakası, alet seti, şarj makinası, bir kablo, yazılım ve bir test sonucundan oluşmaktadır. Set bir alüminyum çanta içerisinde taşınmaktadır.

Penetrometre kendisi, ayarlanabilir bir LCD ekran, bir kontrol paneli ve bir düzlem ayarlayıcıya sahiptir. Veri kaydedici, elektrikten izole edilmiş tutamakları olan su geçirmez

bir blok içerisinde. Penetrometre iki (AA) batarya tarafından beslenir. Penetrometreye ait diğer teknik özellikler Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Penetrometre teknik özellikleri

Çalışma sıcaklığı	0 – 50 °C
Penetrometre ağırlığı	3.4 kg
Settin ağırlığı	15.5 kg
Taşıma kutusu boyutları	58x29x25 cm
Hafıza	1500 ölçüm
Penetrasyon ölçüm aralığı	0-5 MPa
Kuvvet hassasiyeti	1 N
Derinlik kaydı	80 cm
Derinlik hassasiyeti	1 cm
GPS doğruluğu	< 2.5 m

### 3.1.7. Toprak örneği alma seti

Deneme alanındaki toprağın fiziksel özelliklerini (nem içeriği, hacimsel kütle, boşluk oranı, porozite) belirlenmek amacıyla bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Farklı derinliklerde bozulmamış toprak örnekleri alınırken Şekil 3.10’da görünen kor takımları kullanılmıştır.



Şekil 3.10. Bozulmamış toprak örneği alma seti

### 3.1.8. Kurutma dolabı

Deneme alanından alınan bozulmamış toprak örneklerinin nem içeriklerinin belirlenebilmesi amacıyla KSÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü laboratuvarında bulunan Nüve marka FN 120 modeli kurutma dolabı kullanılmıştır (Şekil 3.11). Kurutma dolabına ait teknik özellikler Çizelge 3.6’da verilmiştir.



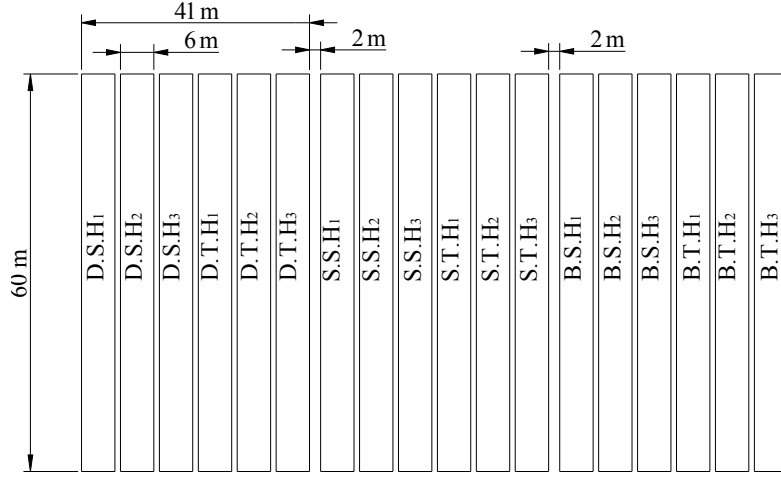
Şekil 3.11.Kurutma dolabı

Çizelge 3.6. Kurutma dolabına ait teknik özellikler

Özellik	Değer
Sıcaklık çalışma aralığı	Ortam sıcaklığı + 5°C / 250°C
Sıcaklık sensörü	Fe-Const.
Kontrol sistemi	Programlanabilir PID mikroişlemcili
Sıcaklık değişimi (100°C – 150°C)	± 2°C
Sıcaklık dalgalanması	± 1°C
Zamanlayıcı	1 dk. - 99.9 saat + Süresiz çalışma
Kullanılabilir hacim (lt)	120
Raf sayısı (adet)	2
Kurulu güç	1600 W
Güç değerleri	230 V, 50 Hz.
İç yüzey yapısı	Paslanmaz çelik
Dış yüzey yapısı	Elektrostatik toz boyalı çelik
İç ölçüler (ExDxY) mm	500x480x500
Dış ölçüler (ExDxY) mm	730x700x850
Paket ölçüleri (ExDxY) mm	800x750x900
Net/Paket ağırlığı kg.	58/65

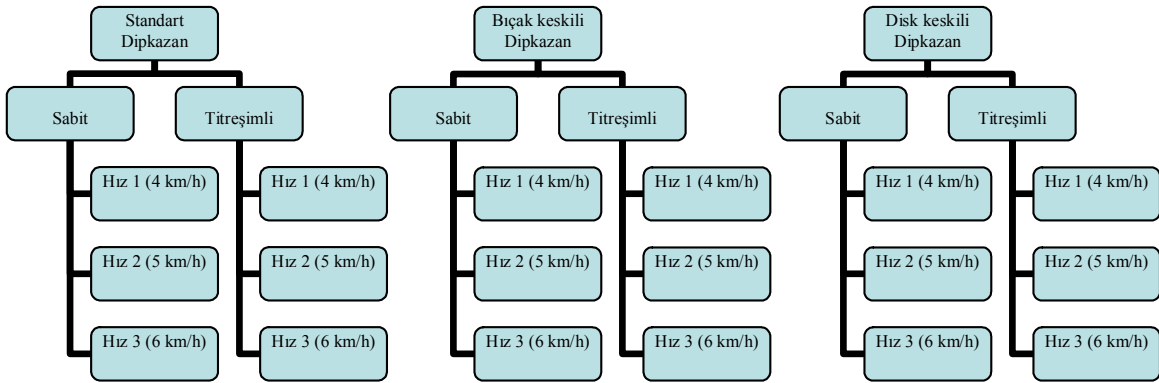
### 3.2. Metod

Tarla denemeleri; yaklaşık 7620 m<sup>2</sup>'lik (127 m x 60 m) taban taşı problemi olan bir alanda tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Şekil 3.12). Dipkazan ünite genişliği ( $w$ ) dikkate alınarak ( $d/w = 6$ ) çalışma derinliği ( $d$ ) sabit olarak ayarlanmıştır. Ünite genişliği ( $w$ ) 7 cm olup çalışma derinliği ( $d$ ) 42 cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.12. Deneme alanı

Dipkazan ile tarla uygulamalarında ihtiyaç duyulan çeki kuvvetinin azaltılabilmesi amacıyla dipkazanın hemen ön kısmına yerleştirilecek ve dipkazana göre daha yüzlek çalışacak iki farklı keski demiri (bıçak keski ve disk keski) yaptırılmıştır. Çalışma derinliklerinin ayarlanabilmesi için keski demirleri dipkazan çatısına düşey düzlemde ayarlanabilir şekilde monte edilmiştir. Deneme planı; dipkazan tipi (standart (*S*), disk keski demirli (*D*) ve bıçak keski demirli (*B*)), çalışma şekli (sabit (*S*) ve titreşimli (*T*)) ve çalışma hızı (4, 5 ve 6 km/h) ( $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ) faktörleri dikkate alınarak onsekiz ana parsel ( $3 \times 2 \times 3 = 18$ ) üzerine kurulmuştur (Şekil 3.13). Ancak çalışma hızlarına, uygulama sırasında ulaşılamadığından dolayı düşük ( $H_1$ ), orta ( $H_2$ ) ve yüksek ( $H_3$ ) şeklinde ele alınmıştır. Elde edilen ortalama hızlar işletmecilik verilerinde incelenmiştir.



Şekil 3.13. Deneme planı

### 3.2.1. Toprak nem içeriği ve hacimsel kütle belirlenmesi

Deneme alanında, üç farklı derinlikten (0-10, 10-20 ve 20-30 cm) 100 cm<sup>3</sup> hacimli standart silindirelerle alınan bozulmamış toprak örneklerinin nem içerikleri, kuru baza göre standart yöntemle 1 no'lu eşitlikten, kuru hacimsel ağırlık, boşluk oranı ve porozite değerleri ise sırası ile 2, 3 ve 4 no'lu eşitliklerden yararlanılarak hesaplanmıştır (Craig, 1984; Korucu ve ark., 2007b).

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \quad (\text{k.b.}) \quad (1)$$

$$\rho_d = \frac{M_s}{V_s} \quad (\text{k.b.}) \quad (2)$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (3)$$

$$n = \frac{V_v}{V} \quad (4)$$

Burada:

$w$  : Toprak nem içeriği (kuru baza göre) (%)

$M_w$  : Topraktan uzaklaştırılan nemin (su) kütlesi (g)

$M_s$  : Kurutulmuş toprağın kütlesi (g)

$\rho_d$  : Hacimsel kütle (kuru baza göre) (g cm<sup>-3</sup>),

$M_s$  : Kuru toprak kütlesi (g),

$e$  : Boşluk oranı,

$n$  : Porozite,

$V_v$  : Boşluk hacmi (cm<sup>3</sup>),

$V_s$  : Katıların hacmi (cm<sup>3</sup>) ve

$V$  : Örnek silindirin hacmi (100 cm<sup>3</sup>)'dir.

### 3.2.2. Penetrasyon direncinin hesaplanması

Toprağın sert katmanı olan pulluk tabanı başta olmak üzere değişik katmanlardaki sıkışıklık durumunun göreceli olarak incelenmesi amacıyla Koni İndeksi (CI) değerleri için konik uçlu penetrometre kullanılmıştır.

Penetrometre içerisindeki ultrasonik sensor, derinlik referans plakasını kullanarak 80 cm ye kadar doğru bir şekilde kayıt yapar. Penetrasyon direnci, penetrometrenin veri kaydedicisine kaydedilir. Ölçülen bu değerlerden ortalama ve standart sapmalar belirlenebilir. Seri bağlantı portu ve bilgisayar arasındaki bir kablo, verilerin

penetrometrede ve bilgisayar arasında aktarılmasını sağlar. Yazılım, verilerin bilgisayarda ve yazıcıdan grafiksel ve sayısal olarak gösterilmesini sağlar.

Penetrometre kullanılarak ölçüm yapılmadan önce, tarla çalışma planı hazırlanmalıdır. Plan, tarla çalışma parsellerinin tanımlanmasını, her parselden yapılacak ölçüm sayısını ve penetrometre ayarlarını (örneğin, konik uç tipi ve penetrometre hızı) içermektedir. Penetrometre üzerinde bir plan oluşturmak veya programlamak mümkündür, fakat bu işi bilgisayar kullanarak yapmak daha uygundur. Bu amaçla, yazılımın bilgisayara yüklenmesi gereklidir. Bilgisayarın penetrometreye bağlantısında kullanılan kablo, programın bilgisayardan penetrometreye aktarılmasına müsaade eder.

Programın planlanması üzerine penetrometre, ölçüm yapmaya hazırdır. Tarlada, gerekli ölçüm sayısı, her programlanmış parsel için yapılır. En çok 500 ölçüm verisi otomatik olarak veri kaydedici hafızasına depolanır. Ölçüm verileri, penetrometrede grafiksel veya sayısal olarak görüntülenebilir. Gerekirse, tarla yazıcısı, sonuçları çıkartmak için kullanılabilir. Yazılım, verilerin bilgisayar üzerinden okunmasına ve yazıcıdan çıktı alınmasına müsaade eder.

Bir plan, projelerin, parsellerin ve penetrasyonların hiyerarşik bir yapısından oluşur. Proje, ölçümler için değişik bölgelerin (parsel) bir karışımıdır. Penetrasyon direnci, her parsel için belirlenir. Bir veya birkaç ölçüm veya penetrasyon, parsele ait ortalama sonuçları yansıtmak için her parselde yapılır.

Penetrometre, elde edilen değerleri kuvvet/tabana alanı esasına (Eşitlik 5) dayalı olarak penetrasyon direncine dönüştürür ve hafızasına kaydeder.

$$PD = \frac{F}{A} \quad (5)$$

Burada:

- $PD$  : Penetrasyon direnci (Pa),
- $F$  : Okunan kuvvet değeri (N) ve
- $A$  : Konik uç taban alanı ( $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ ) dır.

Deneme alanının toprak sıkışıklık durumunun belirlenmesi için her parselde 6 noktada üçer tekerrürlü penetrometre okumaları yapılmıştır. Okuma noktalarının başlangıç noktasına olan uzaklıkları x ve y doğrultusunda belirlenip, buna göre elde edilen penetrasyon sonuçları ArcGIS programları kullanılarak işlendi ve deneme alanının toprak sıkışıklığı haritası elde edilmiştir.

### 3.2.3. Kuvvet pimlerinin kalibrasyonu

Pimlerin kalibrasyonu, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde yapılmıştır. İlk olarak yüksüz ortamda pimler üzerindeki yükler veri toplama sistemi ile ölçülmüştür. Daha sonra her bir pim ayrı ayrı olacak şekilde bir çatıya bağlanmış, 10'ar kg kütleler (100 N) kullanılarak 160 kg'a (1600 N) kadar yüklenmeler yapılmış ve pimlerde meydana gelen kuvvet ölçümleri kaydedilmiştir. Ölçülen bu değerlerden yüksüz koşullarda ölçülen değerler çıkarılmış ve 10'ar kg kütle şeklinde yapılan gerçek değerler ile ölçüm değerleri karşılaştırılmıştır. Ölçümler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.4. Çeki kuvvetinin belirlenmesi

Tarla denemelerinde, traktörün arkasına bağlanan toprak işleme aletinin çekilmesi için gerekli net çeki kuvveti, üç nokta bağlantı düzenindeki kuvvet pimleri ile ölçülen yatay kuvvetlerin vektörel toplamları ile belirlenmektedir. Bu amaçla 6 no'lu eşitlik kullanıldı (Akıncı, 1994).

$$P_{\zeta} = P_1 + P_2 + P_3 \quad (6)$$

Burada;

- $P_{\zeta}$  : Net çeki kuvveti (kN),
- $P_1$  : Sağ alt bağlantı kolu kuvveti (kN),
- $P_2$  : Sol alt bağlantı kolu kuvveti (kN),
- $P_3$  : Üst bağlantı kolu kuvveti (kN) dir.

$P_1$ ,  $P_2$  ve  $P_3$  kuvvet değerleri, aktif tarla çalışma süresince ölçme sistemi ile belirli ölçme aralıklarında bağlantı kollarında kaydedilen değerlerin aritmetik ortalaması ve bunlardan yüksüz değerlerin çıkarılması ile elde edilen net çeki kuvveti değerleridir.

Çeki gücü, traktör çeki kancası veya üç nokta bağlantı düzeni ile çekilir veya asılır tip makinelerin çekilmesi için gereksinim duyulan güçtür (Sabancı, 1993). Diğer bir tanımlamayla çeki gücü, makine ile çalışmada gereksinim duyulan, traktör ve/veya tarım makinesinin bitki-toprak içinde veya üzerinde hareket ettirilip taşınması için traktörün kuvvet tekerlekleri tarafından geliştirilen güçtür (Işık, 1988).

Her bir düzenleme için ölçülen net çeki kuvveti ve ilerleme hızı değerleri kullanılarak çeki gücü değerleri, 7 no'lu eşitlikle hesaplanmıştır.

$$N_{\phi} = \frac{P_{\phi} \times V}{1000} \quad (7)$$

Burada;

$N_{\phi}$  : Çeki gücü (kW),

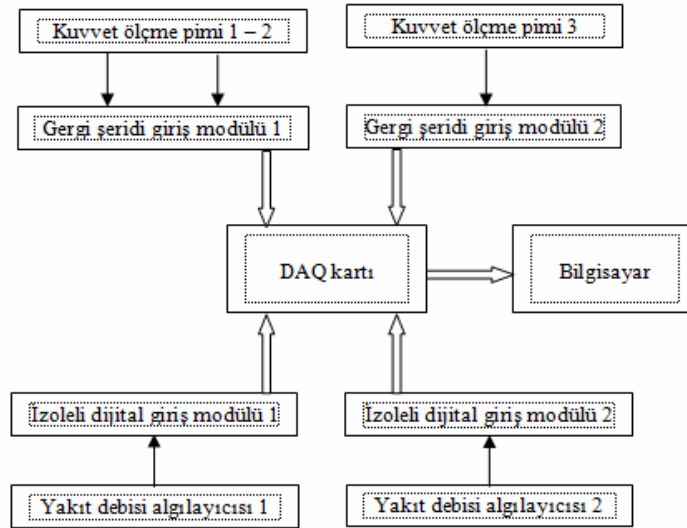
$P_{\phi}$  : Net çeki kuvveti (kN),

$V$  : Traktör ilerleme hızı (m/s) dır.

### 3.2.5. Yakıt tüketiminin ölçülmesi

Debi sensörü yakıt tüketimi ile doğru orantılı puls frekansı da üretmektedir. Traktör yakıt sistemi üzerinde basınç hattına ve geri dönüş hattına bağlanan yakıt sensörlerinin her birinden gelen puls frekansı, veri toplama sistemi aracılığı ile ölçüldü ve anlık ve/veya toplam yakıt tüketimi belirlendi. Yakıt ölçerler, traktöre bağlanarak ve anlık (L/s) ve toplam yakıt tüketimi (L) testleri yapılmıştır. Verilerin bilgisayara aktarılması için gerekli ara yüzün geliştirilmesinden sonra, puls frekansları doğrudan bilgisayara aktarıldı ve yakıt debisi ile ilişkilendirildi.

Ortalama traktör hızı, çalışma koşullarında alınan mesafe ve zaman ölçümleri ile hesaplanmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan sensörler, sinyal şartlandırıcılar ve DAQ kartının mevcut dizüstü bilgisayar ile bağlantısı Şekil 3.14'de şematize edilmiştir.



Şekil 3.14. Veri toplama sisteminin şematik görünümü

### 3.2.6. İlerleme Hızının Belirlenmesi

İlerleme hızını ölçmek için, her parselde traktörün dipkazan ile çalışmaya başladığı andan itibaren kronometre tutulup 60 m'lik mesafeyi ne kadar sürede aldığı ölçülmüştür. Bu işlem her parsel için üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. İlgili katsayılar kullanılarak

ilerleme hızı km/h olarak hesaplanmıştır. Traktör, takviyeli 2. vites kademesinde işlemleri gerçekleştirilmiştir

### 3.2.7. İş Başarısının Hesaplanması

İş başarısı, zaman birimi (saat, gün, yıl) içerisinde alan olarak ( $m^2$ , Ar, dekar, hektar) yapılan iş hâsılasıdır (Dinçer, 1970). İş başarısının hesaplanması için, dipkazan kullanımından sonrası her parsel de onsekiz noktadan dipkazanın işlemiş olduğu genişlik ölçülmüştür. Ölçülen bu değerler 60 m'lik parsel uzunluğu ile çarpılıp işlenmiş alan hesaplanmıştır. İşlenen alan ve toplam işleme süresi dikkate alınarak iş başarısı ha/gün olarak bulunmuştur.

Zaman birimi, iş başarısının elde edilmesi için gerekli çalışma süresidir. Pratikte iş başarısının belirlenmesinde zaman birimi olarak saat, gün veya yıl esas alınmaktadır. Fakat gün ve yıl bize çalışma süresi bakımından mutlak bir büyüklük vermez. Çünkü günde 6 saat çalışılabildiği gibi 12 saat da çalışılabilmektedir (Dinçer, 1970). Denemede günlük çalışma saati ortalama 8 saat olarak hesaplanmıştır. İş başarısı 8 no' lu eşitlikle hesaplanmıştır (Korucu, 2011).

$$S = B.v.t.k \quad (8)$$

Burada;

- $S$  : Bir günde işlenen alan miktarı ( $da\ gün^{-1}$ ),
- $B$  : İş genişliği (m),
- $v$  : Çalışma hızı ( $km\ h^{-1}$ ),
- $t$  : Günlük çalışma süresi (h/gün),
- $k$  : Zamandan yararlanma katsayısı (%)'dir.

### 3.2.8. Toprak bünyesi ve organik madde miktarı

Araştırmanın yürütüleceği parsellere ait toprak bünye özellikleri, her bir parselden 0-10 ve 10-20 cm arasındaki derinliklerden alınan toprak örneklerinin Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Laboratuvarı'nda analize tabi tutulmuş ve bünye üçgeni ile kum, kil ve mil fraksiyonlarının yüzdelere göre belirlenmesi ile ortaya konulmuştur.

### **3.2.9. Verilerin değerlendirilmesi**

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS programı kullanılmıştır. Programda t-testi, varyasyon analizi ve Tukey testi uygulanmıştır. Nem haritası için Surfer programı, penetrasyon haritası için ise ArcMap programı kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Toprak Fiziksel Özellikleri

#### 4.1.1. Toprak nem içeriği

Deneme alanına ait toprak fiziksel özelliklerini belirleyebilmek amacıyla her parselin orta hizasının iki ayrı noktasından (5. ve 40. m) üç farklı derinlikten (0-10, 10-20 ve 20-30 cm) bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Farklı parsellerdeki aynı derinliğe ait nem içeriği değerleri varyans analizi yapılarak değerlendirilmiş ve elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Toprak örneklerinin nem içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.2 ‘de ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Parseller arası nemin derinliklerine göre tek yönlü varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	S.D.	K.O.	F Değeri	P Değeri
Parseller 0-10 cm	296.246	1	17.429	2.684	0.022*
Hata	116.860	18	6.494		
Genel	4413.06	35			
Parseller 10-20 cm	128.981	1	7.587	0.780	0.684
Hata	175.135	18	9.730		
Genel	8533.630	35			
Parseller 20-30 cm	488.036	1	28.780	1.388	0.248
Hata	372.230	18	20.678		
Genel	10329.520	35			

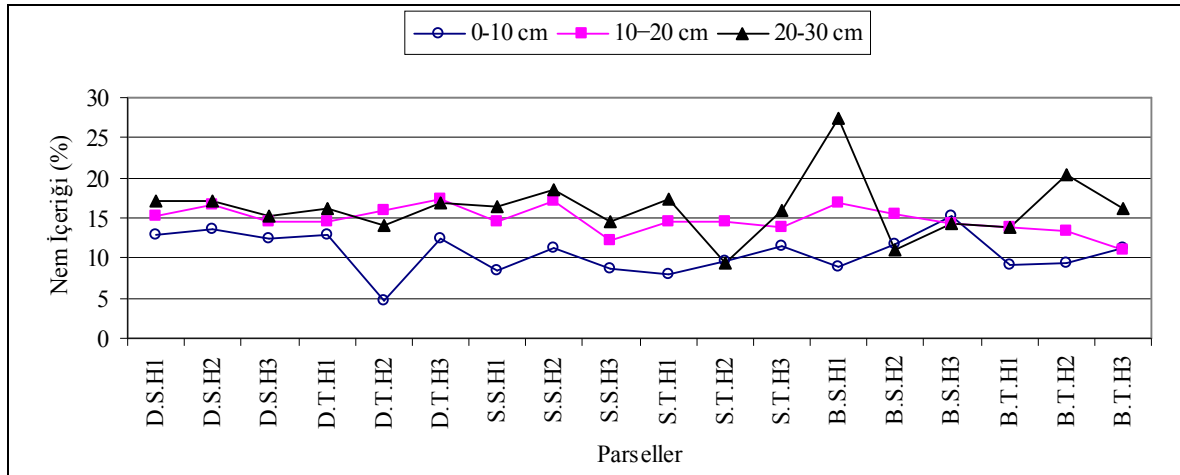
\*P>0.05

Çizelge 4.1 incelendiğinde 0-10 cm derinlikte parseller arası nem içeriği dağılımının %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak farklı olduğu ( $P<0.05$ ), 10-20 ve 20-30 cm derinlikte parseller arası nem içeriği değerlerinin ise önemsiz olduğu bulunmuştur. Buna göre 0-10 cm katman haricinde deneme alanında yapılan ölçümlerin hepsinin eş değer nem içeriklerinde uygulamaya tabi tutuldukları varsayılabilir.

Çizelge 4.2. Deneme alanına ait ortalama toprak nem içeriği değerleri

Parsel isimleri	Nem içeriği (%)			
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	
D.S	$H_1$	12.91 <sup>ab</sup>	15.13	17.12
	$H_2$	13.52 <sup>ab</sup>	16.58	17.08
	$H_3$	12.33 <sup>ab</sup>	14.50	15.35
D.T	$H_1$	13.00 <sup>a</sup>	14.60	16.07
	$H_2$	4.78 <sup>b</sup>	15.84	13.98
	$H_3$	12.54 <sup>ab</sup>	17.45	16.98
S.S	$H_1$	8.35 <sup>ab</sup>	14.62	16.32
	$H_2$	11.17 <sup>ab</sup>	16.99	18.49
	$H_3$	8.76 <sup>ab</sup>	12.18	14.47
S.T	$H_1$	8.08 <sup>ab</sup>	14.42	17.30
	$H_2$	9.53 <sup>ab</sup>	14.58	9.26
	$H_3$	11.39 <sup>ab</sup>	13.78	15.99
B.S	$H_1$	8.96 <sup>ab</sup>	16.90	27.42
	$H_2$	11.67 <sup>ab</sup>	15.50	11.08
	$H_3$	15.21 <sup>a</sup>	14.40	14.22
B.T	$H_1$	9.16 <sup>ab</sup>	13.73	13.90
	$H_2$	9.27 <sup>ab</sup>	13.29	20.49
	$H_3$	11.23 <sup>ab</sup>	11.03	16.09

a,b: Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

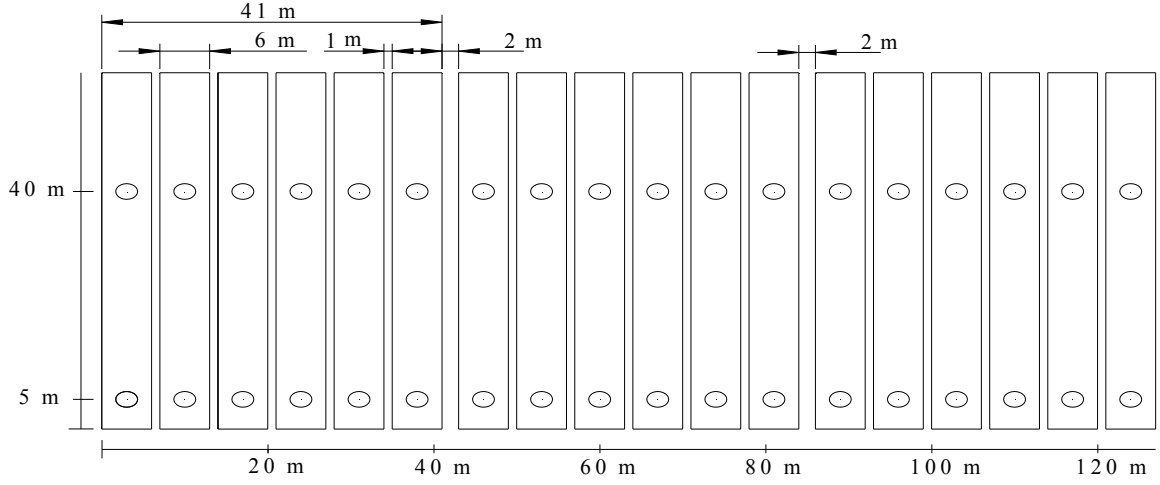


Şekil 4.1. Deneme alanına ait toprak nem içeriği değerleri

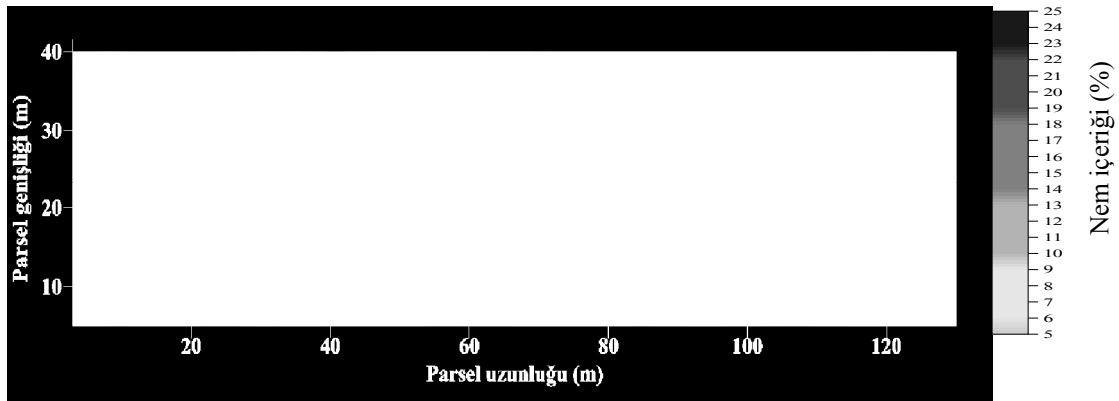
Deneme alanının tamamına ait verilerin ortalaması alındığında nem içeriği değerlerinin (kuru baz) 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm'lik derinlikler için sırası ile % 10.66, % 14.75 ve % 16.20 olduğu hesaplanmıştır. Buna göre nem içeriği değerlerinin derinliğe bağlı olarak artış gösterdiği görülmektedir.

Deneme alanının başlangıç kısmı orjin olarak kabul edilmiş (0,0) ve parsellerin orta noktalarının orjine olan mesafesi yatak düzlem (x), parsel içerisindeki 5. ve 40. m'lerin

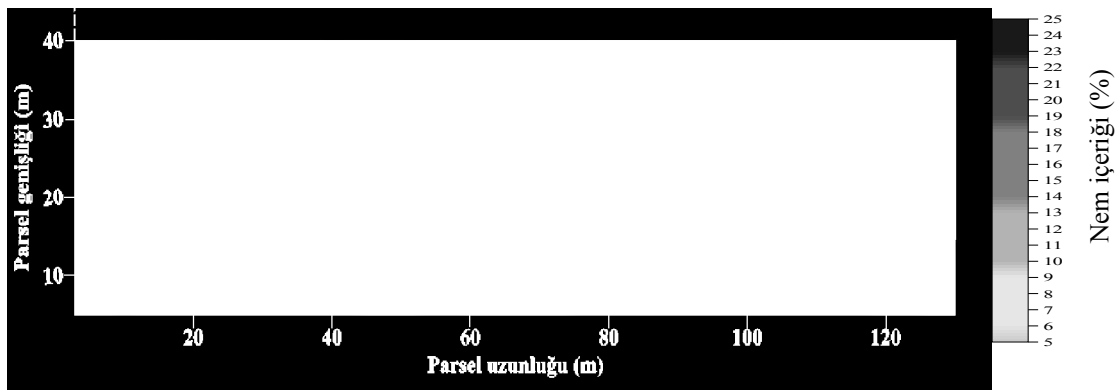
orjine olan mesafeleri ise düşey düzlem (y) olarak dikkate alınmıştır (Şekil 4.2). Surfer programı kullanılarak deneme alanının nem içeriği dağılımı 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm'lik katmanlar için haritalanmış ve sırası ile Şekil 4.3-4.5'de gösterilmiştir.



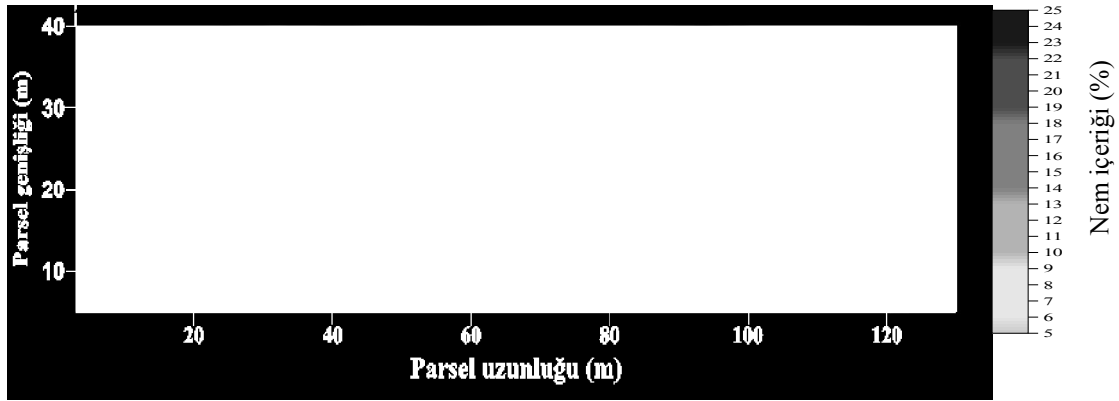
Şekil 4.2. Koordinat noktaları belirli deneme



Şekil 4.3. 0-10 cm toprak katmanı için



Şekil 4.4. 10-20 cm toprak katmanı için



Şekil 4.5. 20-30 cm toprak katmanı için

Toprak nem haritaları incelendiğinde nem miktarlarının derinliğe bağlı olarak artış gösterdiği görülmektedir. 10-20 ve 20-30 cm'lik derinliklerde görsel olarak nem değişiminin olmadığı ancak 0-10 cm lik yüzey katmanında değişimlerin olduğu görülmektedir. Özellikle deneme alanının orta kısmında nem içeriği değerlerinin diğer kısımlara göre daha düşük olduğu gözlenmektedir.

#### 4.1.2. Hacimsel Kütle

Bozulmamış toprak örneklerinden hesaplanan deneme alanına ait hacimsel kütle dağılımlarının istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.3.'de, toprak hacimsel kütle değerleri ortalamaları Çizelge 4.4.' ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.3. Parseller arası hacimsel kütlelerin derinliklere göre tek yönlü varyasyon analiz sonuçları

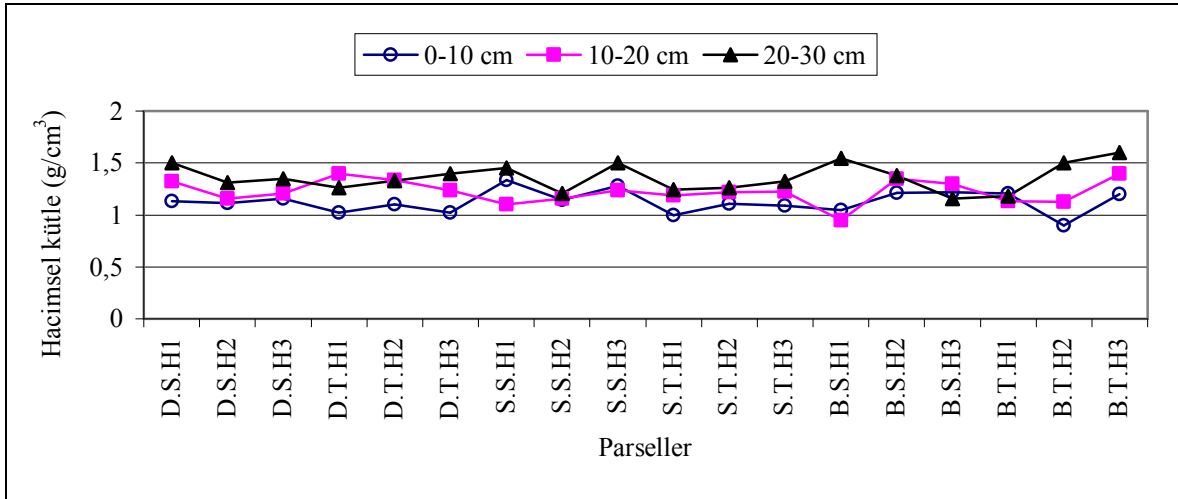
Varyasyon kaynağı	K.T	S.D.	K.O.	F Değeri	P Değeri
Parseller (0-10 cm)	1.054	1	0.062	1.251	0.321
Hata	0.892	18	0.050		
Genel	1.946	35			
Parseller (10-20 cm)	0.392	1	0.023	0.906	0.583
Hata	0.458	18	0.025		
Genel	0.850	35			
Parseller (20-30 cm)	0.527	1	0.031	0.858	0.622
Hata	0.650	18	0.036		
Genel	1.176	35			

\*P>0.05

Çizelge 4.3 incelendiğinde deneme alanının tamamında aynı derinlikteki toprak hacimsel kütle değerleri arasındaki değişimin istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0.05$ ) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.4. Deneme alanına ait ortalama toprak hacimsel kütle değerleri

Parsel isimleri	Hacimsel kütle ( $\text{g cm}^{-3}$ )			
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	
D.S	$H_1$	1.13	1.33	1.50
	$H_2$	1.11	1.16	1.31
	$H_3$	1.16	1.20	1.35
D.T	$H_1$	1.02	1.40	1.26
	$H_2$	1.10	1.34	1.33
	$H_3$	1.02	1.24	1.39
S.S	$H_1$	1.33	1.10	1.45
	$H_2$	1.15	1.15	1.21
	$H_3$	1.28	1.24	1.50
S.T	$H_1$	0.99	1.19	1.25
	$H_2$	1.10	1.22	1.26
	$H_3$	1.09	1.22	1.32
B.S	$H_1$	1.05	0.95	1.54
	$H_2$	1.21	1.35	1.38
	$H_3$	1.22	1.30	1.16
B.T	$H_1$	1.21	1.13	1.18
	$H_2$	0.90	1.13	1.50
	$H_3$	1.20	1.40	1.60



Şekil 4.6. Deneme alanına ait toprak hacimsel kütle değerleri

Deneme alanına ait verilerin ortalaması alındığında, hacimsel kütle değerleri 0-10, 10-20, 20-30 cm'ler için sırası ile 1.13, 1.22 ve  $1.36 \text{ g cm}^{-3}$  olarak hesaplanmıştır. Toprak hacimsel kütle değerlerinin derinliğe bağlı olarak artış gösterdiği görülmektedir.

#### 4.1.3. Toprak Boşluk Oranı ve Porozite

Deneme alanına ait toprak boşluk oranı ve porozite dağılımlarının istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.5 ve 4.6’de, ortalama değerleri ise Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’de porozite değerleri ise Şekil 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Parseller arası boşluk oranının derinliklere göre tek yönlü varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	S.D.	K.O.	F Değeri	P Değeri
Parseller (0-10 cm)	2.2488	1	0.132	1.757	0.123
Hata	1.355	18	0.075		
Genel	3.604	35			
Parseller (10-20 cm)	1.563	1	0.092	0.984	0.511
Hata	1.681	18	0.093		
Genel	3.244	35			
Parseller (20-30 cm)	2.196	1	0.129	1.116	0.409
Hata	2.083	18	0.116		
Genel	4.278	35			

Çizelge 4.5 incelendiğinde 0-10, 10-20 ve 20-30’cmlerdeki derinliklerde, parsellerin boşluk oranı dağılımı arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Bu derinliklerde parseller arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

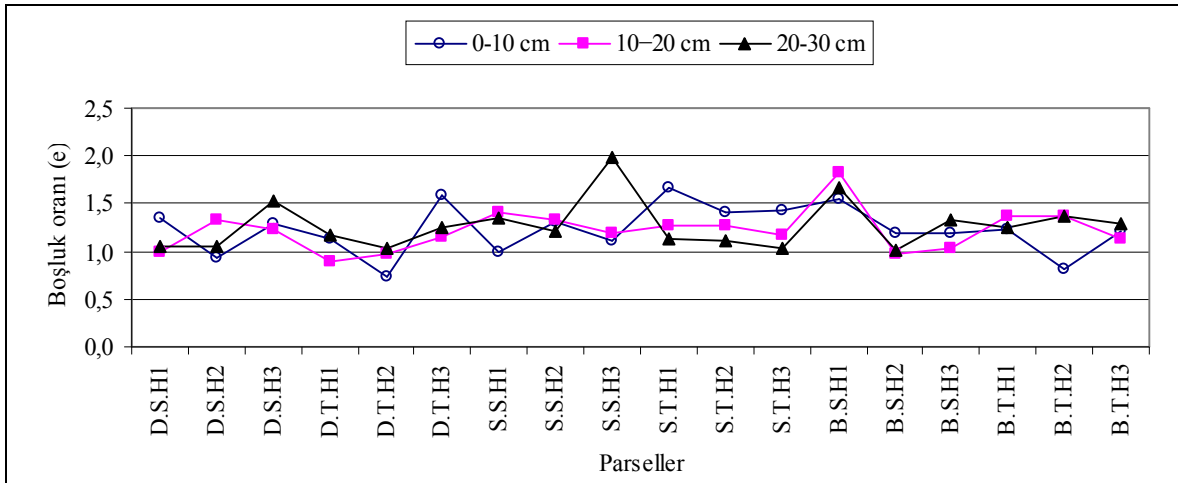
Çizelge 4.6. Parseller arası porozite oranının derinliklere göre tek yönlü varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	K.T	S.D.	K.O.	F Değeri	P Değeri
Parseller 0-10 cm	0.250	1	0.015	1.314	0.285
Hata	0.201	18	0.011		
Genel	0.451	35			
Parseller 10-20 cm	0.055	17	0.003	0.922	0.564
Hata	0.064	18	0.004		
Genel	0.119	35			
Parseller 20-30 cm	0.072	1	0.004	0.793	0.681
Hata	0.097	18	0.005		
Genel	0.169	35			

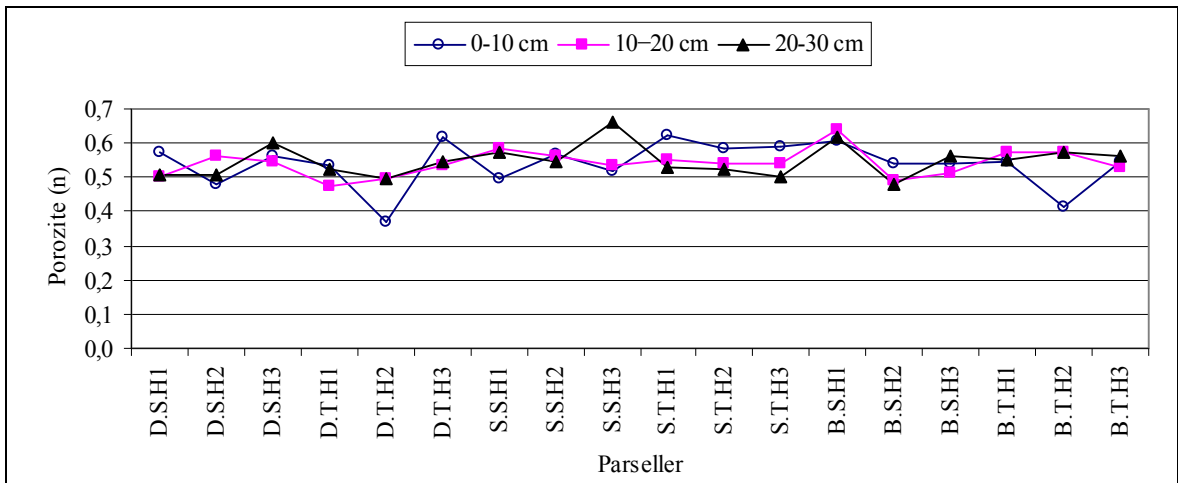
Çizelge 4.6 incelendiğinde 0-10, 10-20 ve 20-30’cmlerdeki derinliklerde, parsellerin porozite dağılımı arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Bu derinliklerde parseller arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Çizelge 4.7. Deneme alanına ait ortalama toprak boşluk oranı ve porozite değerleri

Parsel isimleri	Boşluk oranı ( e )			Porozite ( n )		
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
D.S	1.35	1.00	1.05	0.57	0.50	0.51
	0.92	1.33	1.05	0.48	0.56	0.51
	1.29	1.23	1.52	0.56	0.55	0.60
D.T	1.14	0.90	1.16	0.53	0.47	0.52
	0.73	0.98	1.03	0.37	0.50	0.50
	1.60	1.16	1.25	0.61	0.53	0.55
S.S	0.99	1.42	1.35	0.50	0.58	0.57
	1.31	1.32	1.22	0.57	0.56	0.55
	1.10	1.19	1.99	0.52	0.53	0.66
S:T	1.67	1.26	1.13	0.62	0.55	0.53
	1.40	1.27	1.12	0.58	0.54	0.53
	1.43	1.17	1.03	0.59	0.54	0.50
B.S	1.54	1.82	1.67	0.61	0.64	0.62
	1.19	0.98	1.02	0.54	0.49	0.48
	1.19	1.04	1.33	0.54	0.51	0.56
B.T	1.22	1.36	1.24	0.54	0.57	0.55
	0.80	1.36	1.36	0.41	0.58	0.58
	1.20	1.14	1.30	0.55	0.53	0.56



Şekil 4.7. Toprak boşluk oranı değerleri



Şekil 4.8. Toprak porozite değerleri

Deneme alanına ait verilerin ortalaması alındığında 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinlikler için boşluk oranı değerleri sırası ile 1.23, 1.22 ve 1.27 olarak, porozite değerleri ise sırası ile 0.54, 0.54 ve 0.55 olarak hesaplanmıştır.

#### **4.1.4. Penetrasyon Direnci**

Pulluk tabanı probleminin ortadan kaldırılması için kullanılan dipkazan uygulamalarına ait iş başarısının belirlenmesi amacı ile deneme öncesi ve deneme sonrası penetrasyon direnci değerleri ölçülmüştür. Her bir parsel kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Böylece farklı donanımlara sahip dipkazan aletinin toprak işleme etkinliği araştırılmıştır. Penetrasyon değerleri çizelge ve grafiksel olarak incelenmiştir. Ayrıca SPSS istatistik programı ile birbiri arasındaki fark incelenmiştir.

Parsellerin işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri Çizelge 4.8 ve 4.9'da verilmiştir. Çizelgeler dörder cm'lik değerlerin ortalaması alınarak hazırlanmıştır. Parseller arasında herbir derinlik katmanı için Tukey testi uygulanmıştır. Parsellerdeki her uygulama şekli için penetrasyon değerleri, işleme öncesi ve sonrası şeklinde kendi içerisinde ayrı başlıklar halinde detaylıca incelenmiştir.

Çizelge 4.8. Deneme alanı uygulamalar öncesi penetrasyon direnci değerleri (MPa)

Parseller	Derinlik (cm)										
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
D.S.H <sub>1</sub>	0.7 <sup>ab</sup>	1.4 <sup>ab</sup>	1.76 <sup>cde</sup>	2.02 <sup>bcd</sup>	2.04 <sup>cd</sup>	1.84 <sup>bcd</sup>	1.98 <sup>bcdef</sup>	2.39 <sup>cd</sup>	2.89 <sup>bcde</sup>	2.9 <sup>a</sup>	2.74 <sup>ab</sup>
D.S.H <sub>2</sub>	0.72 <sup>ab</sup>	1.66 <sup>ab</sup>	1.77 <sup>cd</sup>	1.61 <sup>def</sup>	1.79 <sup>de</sup>	1.92 <sup>abcd</sup>	2.18 <sup>bcdef</sup>	2.3 <sup>cd</sup>	2.11 <sup>def</sup>	2.14 <sup>bc</sup>	2.39 <sup>abc</sup>
D.S.H <sub>3</sub>	0.37 <sup>ab</sup>	1.15 <sup>cd</sup>	1.52 <sup>cdef</sup>	1.59 <sup>def</sup>	1.52 <sup>e</sup>	1.75 <sup>cd</sup>	1.54 <sup>f</sup>	1.77 <sup>d</sup>	2.12 <sup>f</sup>	1.82 <sup>cd</sup>	1.79 <sup>cde</sup>
D.T.H <sub>1</sub>	1.05 <sup>a</sup>	1.84 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>	2.25 <sup>ab</sup>	2.17 <sup>bcd</sup>	2.17 <sup>abcd</sup>	2.31 <sup>abc</sup>	1.68 <sup>cd</sup>	3.05 <sup>bc</sup>	3 <sup>a</sup>	–
D.T.H <sub>2</sub>	0.73 <sup>ab</sup>	1.53 <sup>abc</sup>	1.48 <sup>def</sup>	2.19 <sup>ab</sup>	2.68 <sup>a</sup>	2.16 <sup>abcd</sup>	2.79 <sup>ab</sup>	2.34 <sup>cd</sup>	2.79 <sup>bcd</sup>	2.04 <sup>bc</sup>	2.13 <sup>bcd</sup>
D.T.H <sub>3</sub>	0.47 <sup>ab</sup>	0.72 <sup>d</sup>	0.95 <sup>g</sup>	1.29 <sup>f</sup>	1.41 <sup>e</sup>	1.65 <sup>d</sup>	2.39 <sup>abcde</sup>	2.18 <sup>cd</sup>	2.03 <sup>cdef</sup>	2.46 <sup>ab</sup>	2.06 <sup>abc</sup>
S.S.H <sub>1</sub>	0.53 <sup>ab</sup>	1.41 <sup>abc</sup>	1.7 <sup>cde</sup>	1.72 <sup>cde</sup>	2.11 <sup>cd</sup>	2.49 <sup>a</sup>	2.92 <sup>a</sup>	1.99 <sup>cd</sup>	2.35 <sup>cde</sup>	–	–
S.S.H <sub>2</sub>	0.64 <sup>ab</sup>	1.18 <sup>cd</sup>	1.45 <sup>def</sup>	1.44 <sup>ef</sup>	1.54 <sup>e</sup>	2.12 <sup>abcd</sup>	1.99 <sup>bcdef</sup>	1.89 <sup>cd</sup>	2.06 <sup>def</sup>	2.06 <sup>ab</sup>	3.2 <sup>ab</sup>
S.S.H <sub>3</sub>	0.98 <sup>ab</sup>	1.34 <sup>abc</sup>	1.39 <sup>ef</sup>	1.77 <sup>cde</sup>	1.78 <sup>de</sup>	1.82 <sup>bcd</sup>	1.88 <sup>def</sup>	1.76 <sup>d</sup>	1.76 <sup>f</sup>	1.66 <sup>cd</sup>	1.72 <sup>cde</sup>
S.T.H <sub>1</sub>	0.76 <sup>ab</sup>	1.38 <sup>abc</sup>	1.6 <sup>cde</sup>	2.02 <sup>bc</sup>	2.03 <sup>cd</sup>	1.88 <sup>abcd</sup>	1.84 <sup>cdef</sup>	2.98 <sup>b</sup>	–	–	–
S.T.H <sub>2</sub>	1.1 <sup>a</sup>	1.61 <sup>abc</sup>	2.13 <sup>ab</sup>	2.49 <sup>a</sup>	2.55 <sup>ab</sup>	2.08 <sup>abcd</sup>	1.7 <sup>ef</sup>	–	–	–	–
S.T.H <sub>3</sub>	0.68 <sup>ab</sup>	1.26 <sup>c</sup>	1.69 <sup>cde</sup>	1.96 <sup>bcd</sup>	2.23 <sup>bc</sup>	2.23 <sup>abcd</sup>	1.44 <sup>bcdef</sup>	1.88 <sup>cd</sup>	1.88 <sup>ef</sup>	2.59 <sup>ab</sup>	2.89 <sup>a</sup>
B.S.H <sub>1</sub>	0.31 <sup>b</sup>	1.19 <sup>cd</sup>	1.79 <sup>bcd</sup>	1.91 <sup>bcd</sup>	2.17 <sup>bcd</sup>	2.43 <sup>ab</sup>	1.77 <sup>bcdef</sup>	1.71 <sup>cd</sup>	0.2 <sup>def</sup>	–	–
B.S.H <sub>2</sub>	0.55 <sup>ab</sup>	1.41 <sup>abc</sup>	1.7 <sup>cde</sup>	1.64 <sup>cdef</sup>	2.14 <sup>bcd</sup>	2.3 <sup>abc</sup>	2.32 <sup>abcde</sup>	4.19 <sup>a</sup>	–	–	–
B.S.H <sub>3</sub>	0.8 <sup>ab</sup>	1.81 <sup>abc</sup>	1.86 <sup>bc</sup>	1.95 <sup>bcd</sup>	2.18 <sup>bcd</sup>	2.28 <sup>abcd</sup>	2.32 <sup>abcde</sup>	2.5 <sup>cd</sup>	2.79 <sup>bcd</sup>	2.98 <sup>a</sup>	2.35 <sup>a</sup>
B.T.H <sub>1</sub>	0.8 <sup>ab</sup>	1.14 <sup>cd</sup>	1.24 <sup>fg</sup>	1.42 <sup>ef</sup>	1.97 <sup>cd</sup>	2.34 <sup>abc</sup>	2.43 <sup>abcd</sup>	2.76 <sup>cd</sup>	1.87 <sup>def</sup>	2.18 <sup>bc</sup>	1.19 <sup>cde</sup>
B.T.H <sub>2</sub>	0.79 <sup>ab</sup>	1.32 <sup>bc</sup>	1.58 <sup>cdef</sup>	1.5 <sup>ef</sup>	1.48 <sup>e</sup>	1.64 <sup>d</sup>	1.74 <sup>def</sup>	1.84 <sup>cd</sup>	2.02 <sup>def</sup>	2 <sup>bc</sup>	1.63 <sup>e</sup>
B.T.H <sub>3</sub>	0.66 <sup>ab</sup>	1.34 <sup>abc</sup>	1.86 <sup>bc</sup>	1.92 <sup>bcd</sup>	2.31 <sup>abc</sup>	2.33 <sup>abc</sup>	2.32 <sup>abcde</sup>	2.14 <sup>cd</sup>	2.4 <sup>cdef</sup>	1.52 <sup>d</sup>	1.51 <sup>de</sup>

a,b,c,d,e,f,g,h,i: Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

Çizelge değerlerine göre sıkışıklık oranı en fazla olan parsel D.T.H<sub>1</sub>'dir. 8-12 cm'ler arasında, bitkisel üretim açısından eşik değer olan 2 MPa'lık (Taylor ve Gardner, 1963; Korucu, 2002; Önal, 2003) sıkışma değerine ulaşmıştır. 40 cm'den sonradaki derinliklerde ölçüm yapılamamıştır.

Çizelge 4.9. Deneme alanı uygulamalar sonrası penetrasyon direnci değerleri (MPa)

Parseller	Derinlik (cm)										
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
D.S.H <sub>1</sub>	0.45 <sup>ab</sup>	0.59 <sup>ab</sup>	0.60 <sup>bc</sup>	0.76 <sup>b</sup>	1.07 <sup>a</sup>	1.80 <sup>a</sup>	2.38 <sup>a</sup>	2.60 <sup>a</sup>	2.52 <sup>a</sup>	1.86 <sup>a</sup>	2.57 <sup>ab</sup>
D.S.H <sub>2</sub>	0.30 <sup>abc</sup>	0.42 <sup>bcdef</sup>	0.52 <sup>cd</sup>	0.66 <sup>bc</sup>	0.75 <sup>bcd</sup>	1.04 <sup>bc</sup>	1.54 <sup>bc</sup>	2.12 <sup>ab</sup>	2.14 <sup>a</sup>	2.16 <sup>bc</sup>	2.16 <sup>bc</sup>
D.S.H <sub>3</sub>	0.52 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.62 <sup>bc</sup>	0.58 <sup>cde</sup>	0.47 <sup>efg</sup>	0.51 <sup>efgh</sup>	0.73 <sup>efgh<sub>1</sub></sup>	1.37 <sup>cd</sup>	1.71 <sup>bc</sup>	1.31 <sup>cd</sup>	1.43 <sup>cde</sup>
D.T.H <sub>1</sub>	0.30 <sup>abc</sup>	0.41 <sup>bcdef</sup>	0.38 <sup>f</sup>	0.44 <sup>efgh</sup>	0.53 <sup>ef</sup>	0.73 <sup>cdef</sup>	1.59 <sup>b</sup>	2.03 <sup>bc</sup>	3.04 <sup>ab</sup>	3.64 <sup>a</sup>	2.38 <sup>a</sup>
D.T.H <sub>2</sub>	0.28 <sup>abc</sup>	0.55 <sup>abc</sup>	0.91 <sup>a</sup>	1.04 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	1.08 <sup>bc</sup>	1.02 <sup>def</sup>	1.33 <sup>cd</sup>	1.33 <sup>cde</sup>	0.18 <sup>c</sup>	2.05 <sup>bc</sup>
D.T.H <sub>3</sub>	0.33 <sup>abc</sup>	0.47 <sup>abcde</sup>	0.41 <sup>def</sup>	0.53 <sup>cdef</sup>	0.61 <sup>cde</sup>	0.78 <sup>cde</sup>	0.89 <sup>ef</sup>	1.02 <sup>de</sup>	0.43 <sup>ef</sup>	0.98 <sup>de</sup>	1.49 <sup>cde</sup>
S.S.H <sub>1</sub>	0.30 <sup>abc</sup>	0.40 <sup>cdef</sup>	0.50 <sup>cde</sup>	0.47 <sup>defg</sup>	0.52 <sup>ef</sup>	0.52 <sup>cdef</sup>	0.73 <sup>efgh</sup>	1.35 <sup>cd</sup>	1.50 <sup>bcd</sup>	0.86 <sup>de</sup>	0.96 <sup>def</sup>
S.S.H <sub>2</sub>	0.35 <sup>abc</sup>	0.42 <sup>bcdef</sup>	0.39 <sup>ef</sup>	0.38 <sup>efgh<sub>1</sub></sup>	0.41 <sup>efgh</sup>	0.58 <sup>efgh</sup>	0.74 <sup>efgh<sub>1</sub></sup>	0.76 <sup>defg</sup>	1.11 <sup>cdef</sup>	0.83 <sup>de</sup>	0.82 <sup>def</sup>
S.S.H <sub>3</sub>	0.28 <sup>bc</sup>	0.55 <sup>abc</sup>	0.70 <sup>b</sup>	0.65 <sup>bc</sup>	0.79 <sup>bc</sup>	1.00 <sup>bcd</sup>	1.20 <sup>bcd</sup>	1.12 <sup>de</sup>	1.07 <sup>cdef</sup>	0.90 <sup>de</sup>	0.90 <sup>def</sup>
S.T.H <sub>1</sub>	0.31 <sup>abc</sup>	0.44 <sup>bcdef</sup>	0.37 <sup>fg</sup>	0.35 <sup>gh<sub>1</sub></sup>	0.32 <sup>gh</sup>	0.31 <sup>gh</sup>	0.38 <sup>gh<sub>1</sub></sup>	0.58 <sup>efg</sup>	0.34 <sup>f</sup>	0.22 <sup>e</sup>	0.27 <sup>f</sup>
S.T.H <sub>2</sub>	0.32 <sup>abc</sup>	0.58 <sup>abc</sup>	0.54 <sup>c</sup>	0.49 <sup>defg</sup>	0.58 <sup>de</sup>	0.89 <sup>bcd</sup>	1.09 <sup>cde</sup>	0.95 <sup>def</sup>	1.56 <sup>bc</sup>	1.57 <sup>cd</sup>	0.56 <sup>ef</sup>
S.T.H <sub>3</sub>	0.32 <sup>abc</sup>	0.49 <sup>abcd</sup>	0.52 <sup>cd</sup>	0.60 <sup>cd</sup>	0.60 <sup>cde</sup>	0.64 <sup>defg</sup>	0.56 <sup>efgh<sub>1</sub></sup>	0.35 <sup>g</sup>	0.40 <sup>ef</sup>	0.28 <sup>e</sup>	0.58 <sup>ef</sup>
B.S.H <sub>1</sub>	0.19 <sup>c</sup>	0.31 <sup>def</sup>	0.31 <sup>fg</sup>	0.33 <sup>gh<sub>1</sub></sup>	0.89 <sup>ab</sup>	1.24 <sup>b</sup>	0.85 <sup>efg</sup>	0.58 <sup>efg</sup>	1.04 <sup>cdef</sup>	0.43 <sup>e</sup>	0.45 <sup>f</sup>
B.S.H <sub>2</sub>	0.27 <sup>bc</sup>	0.54 <sup>abc</sup>	0.56 <sup>c</sup>	0.48 <sup>defg</sup>	0.42 <sup>efgh</sup>	0.38 <sup>efg</sup>	0.86 <sup>efg</sup>	0.87 <sup>defg</sup>	0.74 <sup>def</sup>	2.09 <sup>bc</sup>	1.78 <sup>bcd</sup>
B.S.H <sub>3</sub>	0.34 <sup>abc</sup>	0.45 <sup>bcdef</sup>	0.56 <sup>c</sup>	0.55 <sup>cde</sup>	0.53 <sup>efg</sup>	0.57 <sup>efgh</sup>	1.42 <sup>bcd</sup>	1.72 <sup>bc</sup>	0.75 <sup>def</sup>	0.36 <sup>e</sup>	0.46 <sup>f</sup>
B.T.H <sub>1</sub>	0.31 <sup>abc</sup>	0.28 <sup>f</sup>	0.31 <sup>fg</sup>	0.35 <sup>gh<sub>1</sub></sup>	0.36 <sup>efgh</sup>	0.34 <sup>gh</sup>	0.30 <sup>h<sub>1</sub></sup>	0.40 <sup>fg</sup>	0.51 <sup>ef</sup>	0.25 <sup>e</sup>	0.23 <sup>f</sup>
B.T.H <sub>2</sub>	0.20 <sup>c</sup>	0.29 <sup>ef</sup>	0.30 <sup>fg</sup>	0.30 <sup>h<sub>1</sub></sup>	0.40 <sup>efgh</sup>	0.79 <sup>cde</sup>	1.14 <sup>bcd</sup>	0.71 <sup>efg</sup>	0.36 <sup>ef</sup>	0.79 <sup>de</sup>	2.14 <sup>bcd</sup>
B.T.H <sub>3</sub>	0.21 <sup>c</sup>	0.29 <sup>ef</sup>	0.26 <sup>g</sup>	0.26 <sup>l</sup>	0.23 <sup>h</sup>	0.20 <sup>l</sup>	0.28 <sup>l</sup>	0.33 <sup>g</sup>	0.50 <sup>ef</sup>	0.98 <sup>de</sup>	1.17 <sup>cdef</sup>

a,b,c,d,e,f,g,h,<sub>1</sub>: Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

Çizelge 4.9 incelendiğinde D.S.H<sub>1</sub>, D.S.H<sub>2</sub>, ve D.T.H<sub>1</sub> parsellerinde dip patlatma işleminde istenilen düzeye ulaşamamıştır. Bunun nedeni anızın disk-keski önüne toplanması ve dipkazanın batmasını engel olmasıdır.

Penetrasyon değerlerine göre; toprak sıkışıklık probleminin çözülmesi açısından dipkazan ile yapılan en başarılı toprak işleme yöntemi standart donanıma sahip dipkazanın titreşimli olarak çalıştırılması ile elde edilmiştir.

#### 4.1.4.1. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarının penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması

Dipkazan ön kısmına disk keskinin yerleştirilerek denemelerin yapıldığı parsellerde uygulama alanının işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma 4 cm'lik katmanlar şeklinde incelenip t-testi analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci t-testi analiz sonuçları

Parsel	Derinlik (cm)	P	Parsel	Derinlik (cm)	P	Parsel	Derinlik (cm)	P
	0-4	0.283		0-4	0.048*		0-4	0.214
	4-8	0.000**		4-8	0.000**		4-8	0.000**
	8-12	0.000**		8-12	0.001**		8-12	0.000**
	12-16	0.000**		12-16	0.000**		12-16	0.000**
	16-20	0.000**		16-20	0.000**		16-20	0.000**
D.S.H <sub>1</sub>	20-24	0.000**	D.S.H <sub>2</sub>	20-24	0.000**	D.S.H <sub>3</sub>	20-24	0.000**
	24-28	0.009**		24-28	0.001**		24-28	0.000**
	28-32	0.130		28-32	0.066		28-32	0.020*
	32-36	0.595		32-36	0.000**		32-36	0.814
	36-40	0.093		36-40	0.990		36-40	0.001**
	40-44	0.001**		40-44	0.069		40-44	0.001**

\*P<0.05, \*\*P<0.01

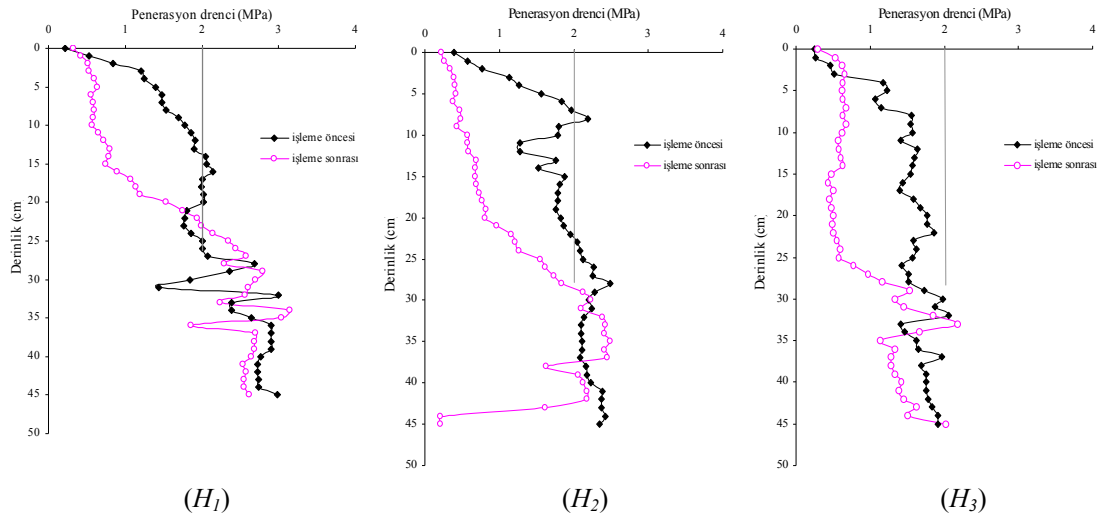
Toprak işleme etkinliği açısından, pulluk tabanı oluşabilecek derinlikler (20-30 cm arası) incelendiğinde, D.S.H<sub>1</sub> uygulamasında 4 cm lik derinlikten 28 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda ve 40-44 cm lik katmanda penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde (P<0.01) fark olduğu, diğer katmanlarda ise istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür. D.S.H<sub>2</sub> ve D.S.H<sub>3</sub> uygulamalarında da özellikle 4-28 cm arasındaki katmanlarda benzer istatistiksel değişimlerin (P<0.01) olduğu görülmüştür. D.S.H<sub>2</sub> uygulamasında 32-36 cm lik katmanlar arasında ve D.S.H<sub>3</sub> uygulamasında 36 cm lik derinlikten 44 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde (P<0.01) fark olduğu diğer katmanlarda ise istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür. D.S.H<sub>3</sub> parseli diğer parsellere göre dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından penetrasyon değerlerine göre etkin kullanılmıştır.

Dipkazanın işleme öncesi ve sonrasına ait penetrasyon direnci değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.11 ve Şekil 4.9'da verilmiştir. Çizelge ve Şekilde verilen değerler her 4 cm'lik katman için o katmandaki derinliklere ait değerlerin ortalaması alınarak hazırlanmıştır.

Çizelge 4.11. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına alanına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa)

Parseller	Derinlik (cm)											
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	
D.S.H <sub>1</sub>	İ.Ö	0.7	1.4	1.76	2.02	2.04	1.84	1.98	2.39	2.89	2.9	2.78
	İ.S	0.45	0.59	0.60	0.76	1.07	1.61	2.23	2.60	2.75	2.48	2.58
D.S.H <sub>2</sub>	İ.Ö	0.72	1.66	1.77	1.61	1.79	1.92	2.18	2.3	2.11	2.14	2.35
	İ.S	0.3	0.42	0.52	0.66	0.75	1.04	1.54	2.07	2.43	2.14	1.42
D.S.H <sub>3</sub>	İ.Ö	0.37	1.15	1.52	1.59	1.52	1.75	1.54	1.77	1.64	1.77	1.83
	İ.S	0.52	0.64	0.62	0.58	0.47	0.51	0.73	1.37	1.71	1.31	1.57

İ.Ö= İşleme öncesi, İ.S= İşleme sonrası

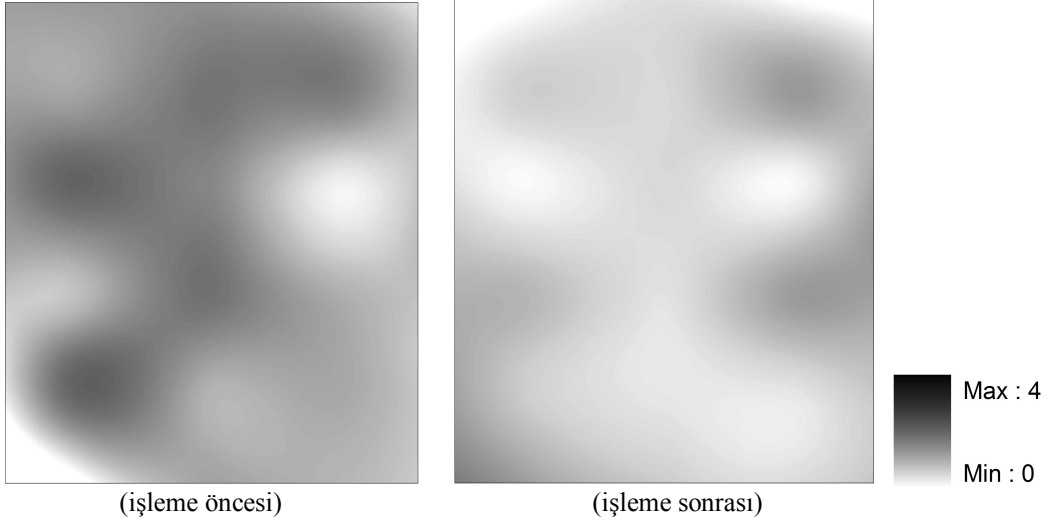


Şekil 4.9. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri

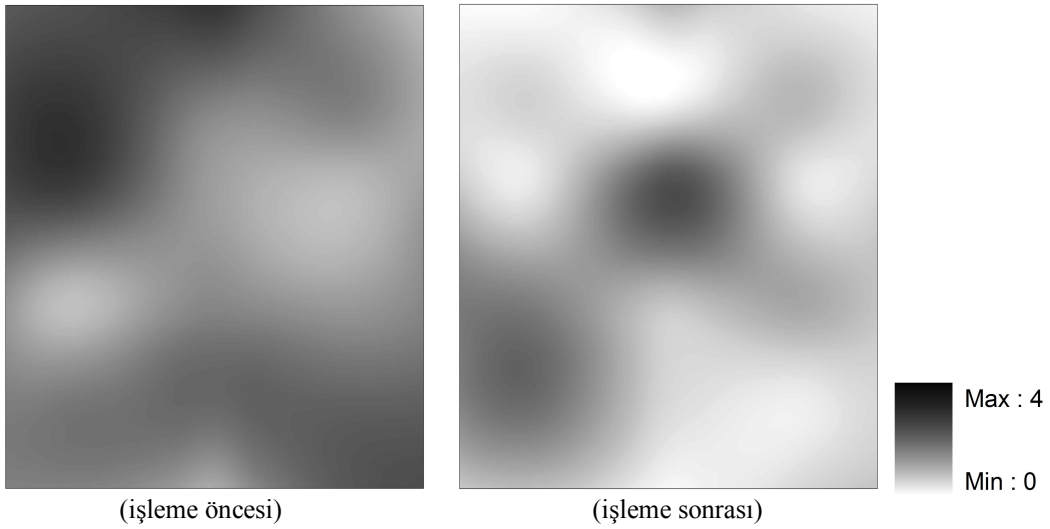
Çizelge ve Şekiller incelendiğinde bitkisel üretim açısından eşik değer olan 2 MPa'lık (Taylor ve Gardner, 1963; Korucu, 2002; Önal, 2003) sıkışma değerine,  $H_1$ ,  $H_2$  ve  $H_3$  parsellerinde dipkazan uygulama öncesi için sırası ile 15, 8 ve 30 cm'lerde ulaşılırken uygulama sonrasında belirtilen eşik değere sırası ile 25, 28 ve 45 cm'lerde ulaşılmıştır.

Bu parsellerden  $H_1$  ve  $H_2$  uygulamalarında 28 cm'ye kadar dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından etkin kullanılmış, 28 cm'den sonra 2 MPa'lık eşik değere ulaşmıştır.  $H_1$  ve  $H_2$  parsellerinde işleme sonrası ölçülen işleme derinliklerinin ortalaması sırası ile 41.6 ve 34.4 cm'dir.  $H_1$  parselinde dip patlatma açısından uygun derinliğe ulaşılmış ancak eşik değere 28 cm'den sonra görülmüştür, bunun sebebi arazi yapısının taşlı olması ve ölçüm sırasında penetrasyon aletinin zorlanması olabilir.  $H_2$  parselinde ortalama derinliğin düşük olmasının sebebi anız boyu yüksek bırakılan tarlada disk-keski aletinin ön tarafında anızın birikmesi ile dipkazan aletinin batmasını engellemesidir.

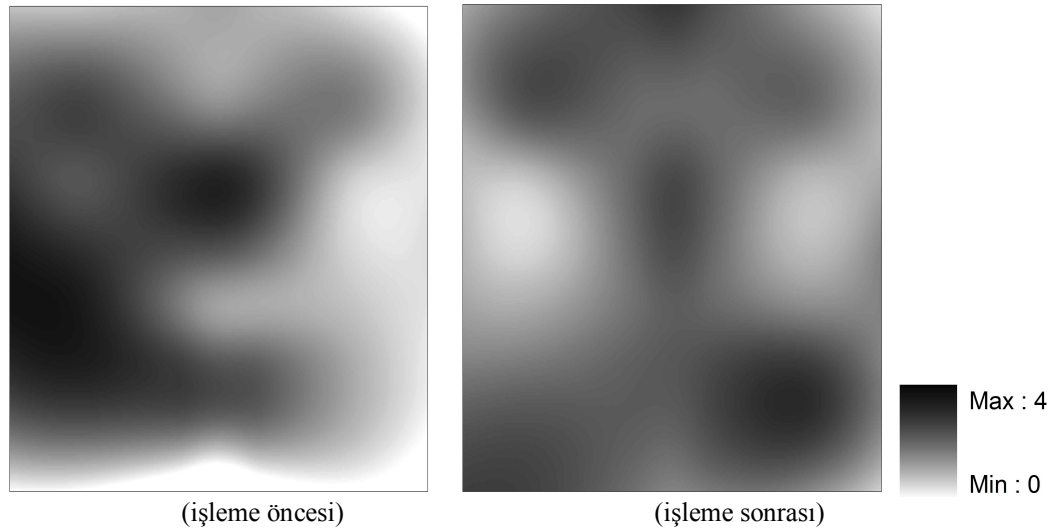
Sabit konumda disk keski donanımlı dipkazana ait işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm lik katmanlar şeklinde haritalanmış (Şekil 4.10-4.12) ve sonuçlar görsel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.10. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazana ait penetrasyon haritaları (0-10 cm)



Şekil 4.11. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazana ait penetrasyon haritaları (10-20 cm)



Şekil 4.12. Sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (20-30 cm)

Haritaları incelediğimizde 0-10 ve 10-20 cm'lik katmanların işleme sonralarına ait haritalarında değişim görülmektedir. 20-30 cm'lik katmanın bazı bölgelerinde ise disk-keskinin ön tarafına biriken anızdan dolayı işleme derinliğine tam olarak ulaşamamıştır. Bu durum haritanın bazı bölgelerinde görülmektedir.

#### 4.1.4.2. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarının penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması

Dipkazan ön kısmına disk keskinin yerleştirilerek denemelerin yapıldığı parsellerde titreşimli dipkazan uygulama alanının işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma 4 cm'lik katmanlar şeklinde incelenip varyasyon analizi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci t-testi analiz sonuçları

Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri	Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri	Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri
	0-4	0.001**		0-4	0.009**		0-4	0.239
	4-8	0.000**		4-8	0.001**		4-8	0.000**
	8-12	0.000**		8-12	0.001**		8-12	0.001**
	12-16	0.000**		12-16	0.001**		12-16	0.000**
	16-20	0.000**		16-20	0.000**		16-20	0.000**
D.T.H <sub>1</sub>	20-24	0.000**	D.T.H <sub>2</sub>	20-24	0.007**	D.T.H <sub>3</sub>	20-24	0.000**
	24-28	0.030*		24-28	0.000**		24-28	0.000**
	28-32	0.013*		28-32	0.001**		28-32	0.001**
	32-36	-		32-36	0.000**		32-36	0.000**
	36-40	-		36-40	0.000**		36-40	0.001**
	40-44	-		40-44	0.903		40-44	0.001**

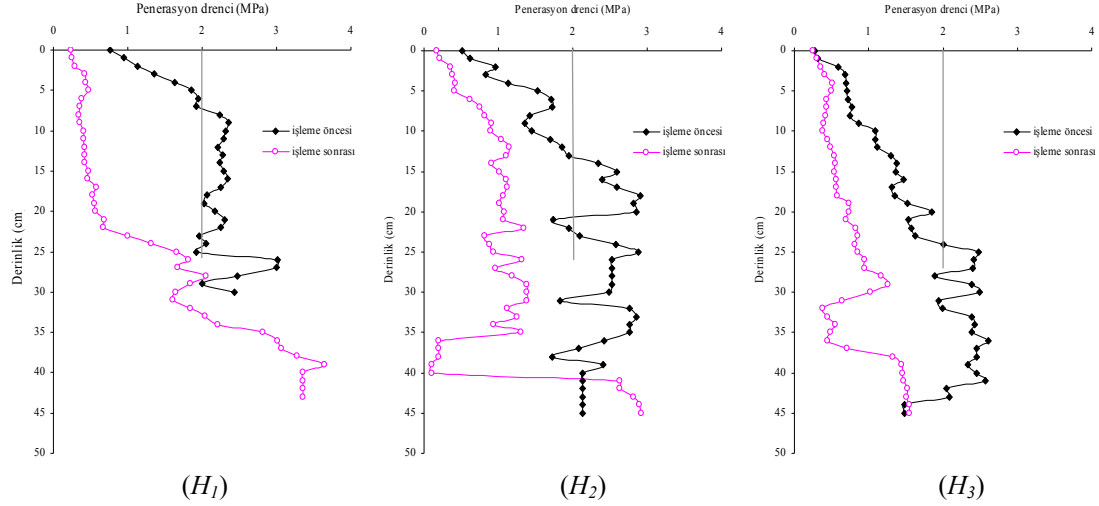
\*P<0.05, \*\*P<0.01

Toprak işleme etkinliği açısından, pulluk tabanı oluşabilecek derinlikler (20-30 cm arası) incelendiğinde, D.T.H<sub>1</sub> uygulamasında 4 cm lik derinlikten 24 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde (P<0.01) fark olduğu, 24 cm lik derinlikten 32 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde (P<0.05) fark olduğu, diğer katmanlarda ise istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür. D.T.H<sub>2</sub> ve D.T.H<sub>3</sub> uygulamalarında da özellikle 4-40 cm arasındaki katmanlarda benzer istatistiksel değişimlerin (P<0.01) olduğu görülmüştür. D.T.H<sub>3</sub> parseli diğer parsellere göre dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından penetrasyon değerlerine göre etkin kullanılmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasına ait penetrasyon direnci değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.13 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Çizelge ve Şekilde verilen değerler her 4 cm'lik katman için o katmandaki derinliklere ait değerlerin ortalaması alınarak hazırlanmıştır.

Çizelge 4.13. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa)

Parseller	Derinlik (cm)											
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	
D.T.H <sub>1</sub>	İ.Ö	1.05	1.84	2.3	2.25	2.17	2.17	2.5	2.31	-	-	-
	İ.S	0.3	0.41	0.38	0.44	0.53	0.73	1.62	1.78	2.22	3.25	3.36
D.T.H <sub>2</sub>	İ.Ö	0.73	1.53	1.48	2.19	2.68	2.16	2.63	2.34	2.79	2.16	2.13
	İ.S	0.28	0.55	0.91	1.04	1.07	1.08	1.02	1.33	1.15	0.18	2.34
D.T.H <sub>3</sub>	İ.Ö	0.47	0.72	0.95	1.29	1.41	1.65	2.32	2.18	2.3	2.46	2.06
	İ.S	0.33	0.47	0.41	0.53	0.61	0.78	0.89	1.02	0.47	0.98	1.5

İ.Ö= İşleme öncesi, İ.S= İşleme sonrası

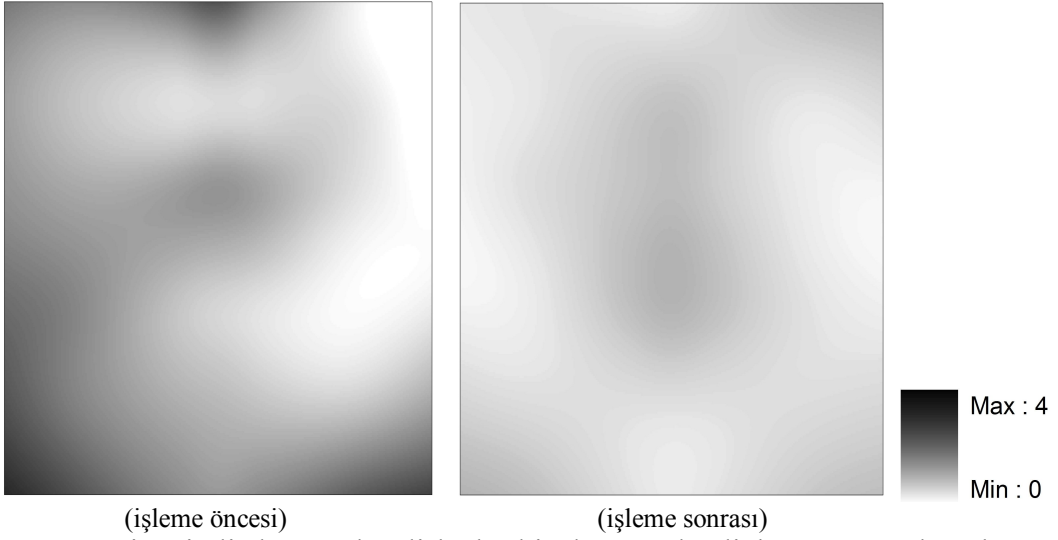


Şekil 4.13. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri

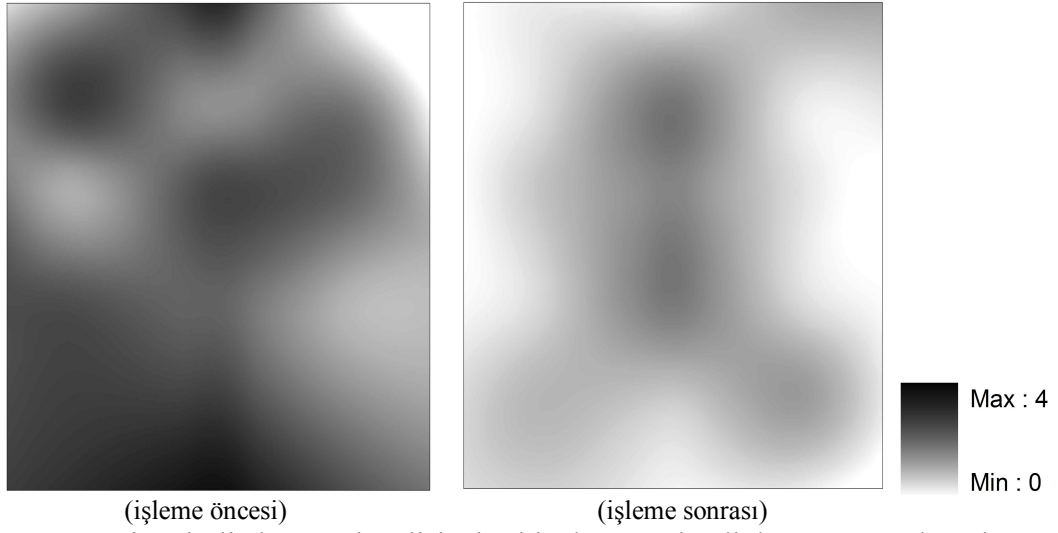
Çizelge 4.12 ve Şekil 4.13 incelendiğinde bitkisel üretim açısından eşik değer olan 2 MPa'lık sıkışma değerine,  $H_1$ ,  $H_2$  ve  $H_3$  parsellerinde dipkazan uygulama öncesi için sırası ile 9, 13 ve 26. cm'lerde ulaşılırken uygulama sonrasında belirtilen eşik değere sırası ile 29 ve 41. cm'lerde ulaşılmışken  $H_3$  parselinde 45 cm'ye kadar ulaşılmadığı görülmüştür.

Bu parsellerden  $H_1$  ve  $H_2$  uygulamalarında sırası ile 36 ve 40. cm'ye kadar dipkazanın pulluk tabanını patlatması açısından etkin kullanılmış, 36 ve 40 cm'den sonra 2 MPa'lık eşik değere ulaşmıştır.  $H_1$  ve  $H_2$  parsellerinde işleme sonrası ölçülen işleme derinliklerinin ortalaması sırası ile 44 ve 37.2 cm'dir.  $H_1$  parselinde dip patlatma açısından uygun derinliğe ulaşılmış ancak eşik değer 28 cm'den sonra görülmüştür. Bunun sebebi arazi yapısının taşlı olması ve ölçüm sırasında penetrasyon aleti zorlaması olabilir.  $H_2$  parselinde ortalama derinliğin düşük olmasının sebebi anız boyu yüksek bırkılan tarlada disk-keski aletinin ön tarafında anızın birikmesi ile dipkazan aletinin batmasını engellemesidir.

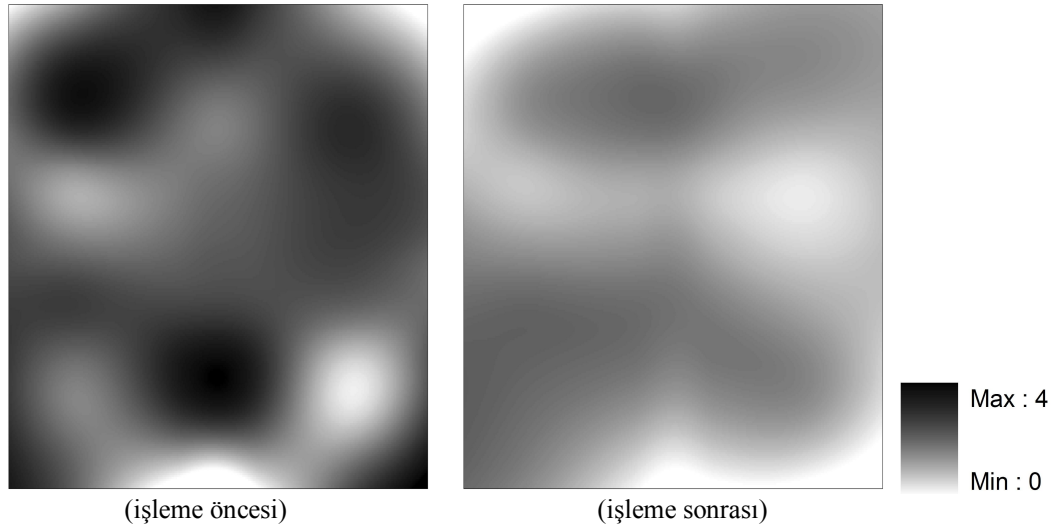
Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazana ait işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm lik katmanlar şeklinde haritalanmış (Şekil 4.14-4.16) ve sonuçlar görsel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.14. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (0-10 cm)



Şekil 4.15. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm)



Şekil 4.16. Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (20-30 cm)

Haritaları incelediğimizde 0-10, 10-20 ve 20-30 cm'lik katmanların hepsinde işleme sonralarına ait haritalarında büyük değişim görülmektedir. Sabit konumda disk keski donanımlı dipkazana kıyasla, titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazanın daha verimli bir patlatma sağladığı söylenebilir.

#### 4.1.4.3. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamaların penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması

Dipkazanın standart kullanımı ile denemelerin yapıldığı parsellerde dipkazan uygulama alanının işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma 4 cm'lik katmanlar şeklinde incelenip varyasyon analizi sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri t-testi analiz sonuçları

Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri	Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri	Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri
	0-4	0.097		0-4	0.136		0-4	0.002**
	4-8	0.001**		4-8	0.000**		4-8	0.000**
	8-12	0.000**		8-12	0.000**		8-12	0.000**
	12-16	0.000**		12-16	0.000**		12-16	0.000**
	16-20	0.000**		16-20	0.000**		16-20	0.000**
S.S.H <sub>1</sub>	20-24	0.000**	S.S.H <sub>2</sub>	20-24	0.000**	S.S.H <sub>3</sub>	20-24	0.000**
	24-28	0.000**		24-28	0.000**		24-28	0.000**
	28-32	0.017*		28-32	0.000**		28-32	0.003**
	32-36	0.002**		32-36	0.001**		32-36	0.055
	36-40	-		36-40	0.000**		36-40	0.000**
	40-44	-		40-44	0.001**		40-44	0.000**

\*P<0.05, \*\*P<0.01

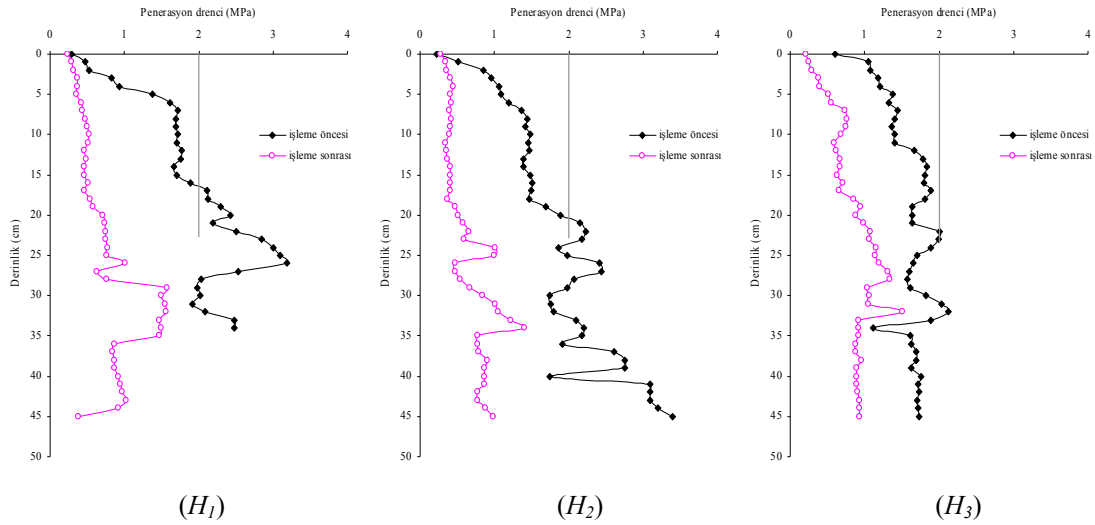
Toprak işleme etkinliği açısından, pulluk tabanı oluşabilecek derinlikler (20-30 cm arası) incelendiğinde, S.S.H<sub>1</sub> uygulamasında 4 cm lik derinlikten 28 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda ve 32-26 cm lik katmanlarda penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde (P<0.01) fark olduğu, 28-32 cm lik katmanlarda penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde (P<0.05) fark olduğu, diğer katmanlarda ise istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür. S.S.H<sub>2</sub> ve S.S.H<sub>3</sub> uygulamalarında da özellikle 4-32 cm ve 36-44 cm arasındaki katmanlarda benzer istatistiksel değişimlerin (P<0.01) olduğu görülmüştür. Bu parsellerde dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından penetrasyon değerlerine göre etkin kullanılmıştır.

Uygulama öncesi ve sonrasına ait penetrasyon direnci değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.15’de ve Şekil 4.17’de verilmiştir. Çizelge ve Şekilde verilen değerler her 4 cm’lik katman için o katmandaki derinliklere ait değerlerin ortalaması alınarak hazırlanmıştır.

Çizelge 4.15. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa)

Parseller	Derinlik (cm)											
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	
S.S.H <sub>1</sub>	İ.Ö	0.53	1.41	1.70	1.72	2.11	2.49	2.95	1.99	2.35	–	–
	İ.S	0.30	0.40	0.50	0.47	0.52	0.73	0.80	1.35	1.51	0.91	0.82
S.S.H <sub>2</sub>	İ.Ö	0.64	1.18	1.45	1.44	1.54	2.12	2.18	1.89	2.07	2.51	3.20
	İ.S	0.35	0.42	0.39	0.38	0.41	0.58	0.74	0.76	1.11	0.83	0.85
S.S.H <sub>3</sub>	İ.Ö	0.98	1.34	1.39	1.77	1.78	1.82	1.71	1.76	1.69	1.66	1.72
	İ.S	0.28	0.55	0.70	0.65	0.79	1.00	1.20	1.12	1.07	0.90	0.92

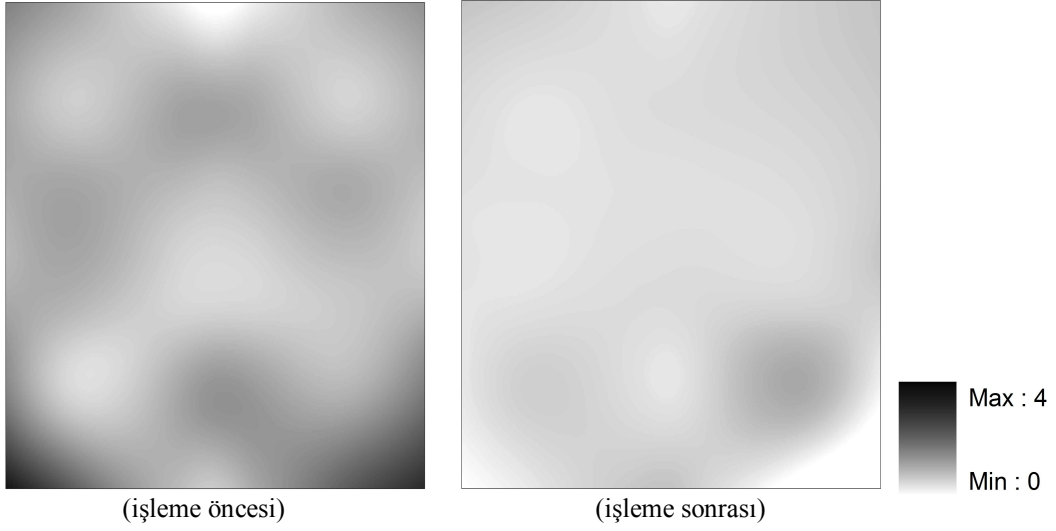
İ.Ö= İşleme öncesi, İ.S= İşleme sonrası



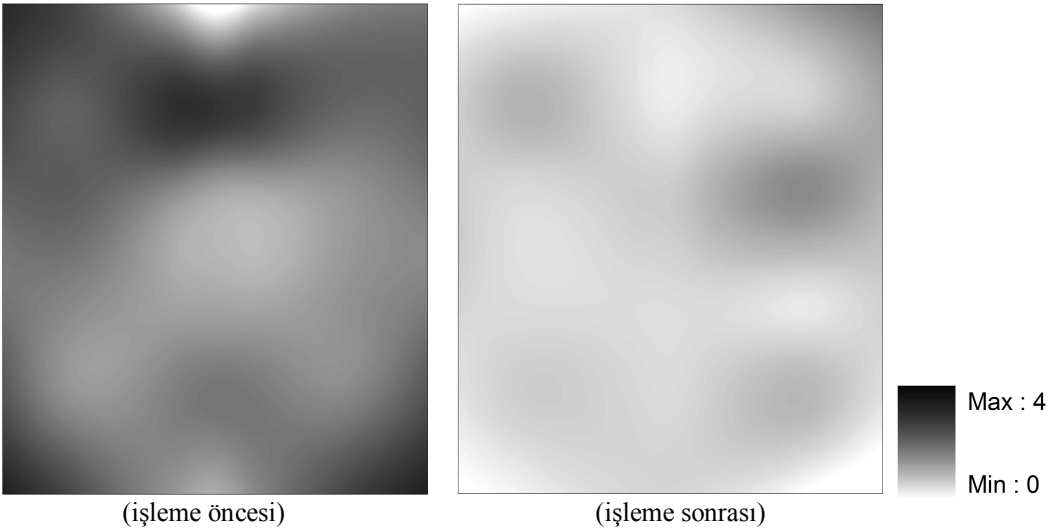
Şekil 4.17. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri

Çizelge 4.15 ve Şekil 4.17 incelendiğinde bitkisel üretim açısından eşik değer olan 2 MPa’lık (Taylor ve Gardner, 1963; Korucu, 2002; Önal, 2003) sıkışma değerine,  $H_1$ ,  $H_2$  ve  $H_3$  parsellerinde dipkazan uygulama öncesi için sırası ile 17, 20 ve 23. cm’lerde ulaşılırken uygulama sonrasında belirtilen eşik değere 45. cm’ye kadar ulaşılmadığı görülmüştür. Bu parsellerde dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından etkin kullanılmıştır.

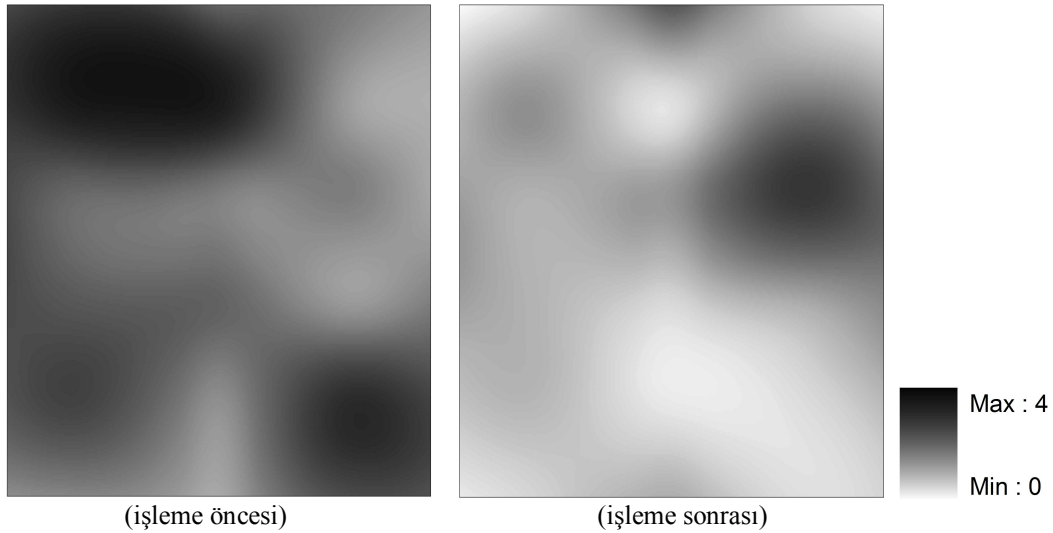
Sabit konumda standart donanımlı dipkazana ait işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm lik katmanlar şeklinde haritalanmış (Şekil 4.18-4.20) ve sonuçlar görsel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.18. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait alanı penetrasyon haritaları (0-10 cm)



Şekil 4.19. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm)



Şekil 4.20. Sabit konumlu standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm)

Haritaları incelediğimizde 0-10, 10-20 ve 20-30 cm'lik katmanların hepsinde işleme sonralarına ait haritalarında büyük değişim görülmektedir.

#### 4.1.4.4. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamaların penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması

Dipkazanın titreşimli konumda standart donanımlı kullanımı ile denemelerin yapıldığı parsellerde dipkaza uygulama alanının işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma 4 cm'lik katmanlar şeklinde incelenip varyasyon analizi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri t-testi analiz sonuçları

Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri	Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri	Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri
	0-4	0.013*		0-4	0.001**		0-4	0.073
	4-8	0.000**		4-8	0.000**		4-8	0.000**
	8-12	0.000**		8-12	0.000**		8-12	0.000**
	12-16	0.000**		12-16	0.000**		12-16	0.000**
	16-20	0.000**		16-20	0.000**		16-20	0.000**
S.T.H <sub>1</sub>	20-24	0.000**	S.T.H <sub>2</sub>	20-24	0.013*	S.T.H <sub>3</sub>	20-24	0.000**
	24-28	0.000**		24-28	0.048*		24-28	0.002**
	28-32	0.002**		28-32	0.000**		28-32	0.000**
	32-36	-		32-36	-		32-36	0.000**
	36-40	-		36-40	-		36-40	0.000**
	40-44	-		40-44	-		40-44	0.000**

\*P<0.05, \*\*P<0.01

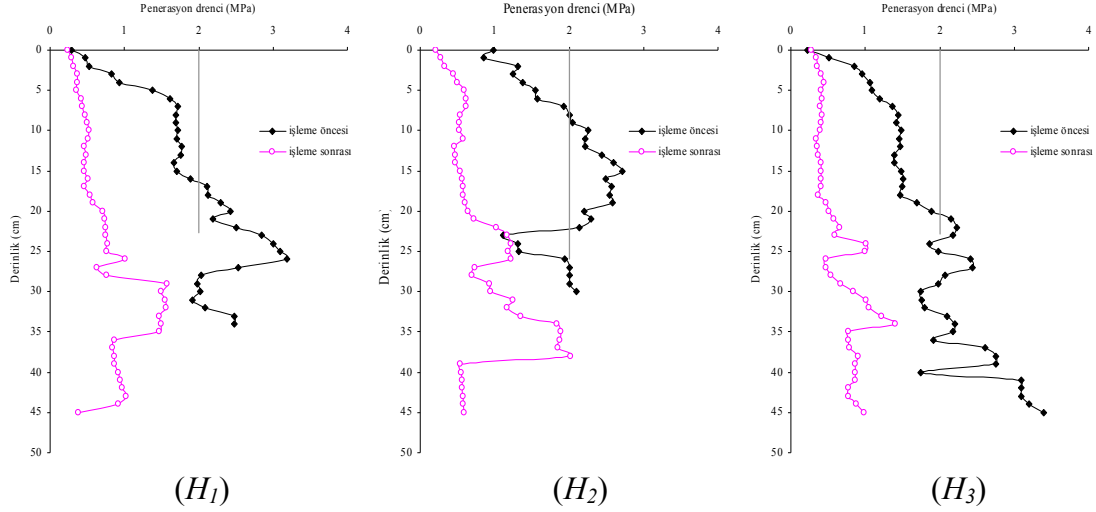
Toprak işleme etkinliği açısından, pulluk tabanı oluşabilecek derinlikler (20-30 cm arası) incelendiğinde, S.T.H<sub>1</sub> uygulamasında 4 cm lik derinlikten 32 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde (P<0.01) fark olduğu görülmüştür. 0 cm lik derinlikten 20 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda ve 28-32 cm lik katmanlar arasında penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde (P<0.01) fark olduğu, 20 cm lik derinlikten 28 cm lik derinliğe kadar penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %5 önem düzeyinde (P<0.05) fark olduğu görülmüştür. H<sub>2</sub> ve H<sub>3</sub> uygulamalarında da özellikle 4-32 cm ve 36-44 cm arasındaki katmanlarda benzer istatistiksel değişimlerin (P<0.01) olduğu görülmüştür. H<sub>3</sub> uygulamasında 4cm lik derinlikten 44 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlar arasında penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önem düzeyine (P<0.01) fark olduğu görülmüştür. H<sub>3</sub> parselinde dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından penetrasyon değerlerine göre etkin kullanılmıştır.

Uygulama öncesi ve sonrasına ait penetrasyon direnci değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.17 ve Şekil 4.21’de verilmiştir. Çizelge ve Şekilde verilen değerler her 4 cm’lik katman için o katmandaki derinliklere ait değerlerin ortalaması alınarak hazırlanmıştır.

Çizelge 4.17. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa)

Parseller	Derinlik (cm)											
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	
S.S.H <sub>1</sub>	İ.Ö	0.76	1.38	1.60	2.02	2.01	1.91	1.84	3.20	-	-	-
	İ.S	0.31	0.44	0.37	0.35	0.32	0.31	0.38	0.58	0.34	0.22	0.29
S.S.H <sub>2</sub>	İ.Ö	1.10	1.61	2.13	2.49	2.55	1.94	1.64	2.03	-	-	-
	İ.S	0.32	0.58	0.54	0.49	0.58	0.89	1.09	0.86	1.40	1.91	0.56
S.S.H <sub>3</sub>	İ.Ö	0.68	1.26	1.69	1.96	2.23	2.23	2.05	1.87	1.88	2.59	2.89
	İ.S	0.32	0.49	0.52	0.60	0.60	0.64	0.56	0.35	0.40	0.28	0.58

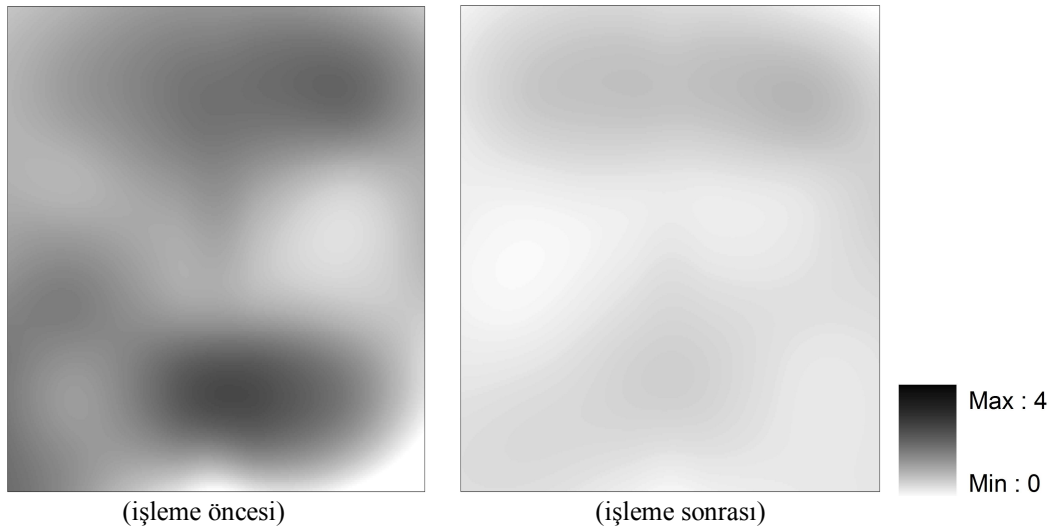
İ.Ö= İşleme öncesi, İ.S= İşleme sonrası



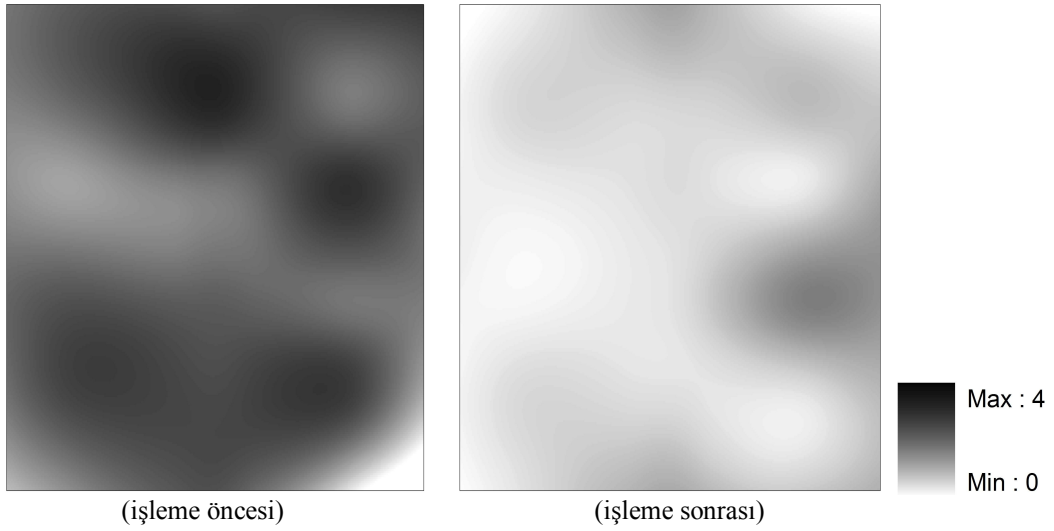
Şekil 4.21. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri

Çizelge 4.17 ve Şekil 4.21 incelendiğinde bitkisel üretim açısından eşik değer olan 2 MPa'lık (Taylor ve Gardner, 1963; Korucu, 2002; Önal, 2003) sıkışma değerine,  $H_1$ ,  $H_2$  ve  $H_3$  parsellerinde dipkazan uygulama öncesi için sırası ile 16, 12 ve 20. cm'lerde ulaşılırken uygulama sonrasında belirtilen eşik değere 45 cm'ye kadar ulaşılmadığı görülmüştür. Bu parsellerde dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından etkin kullanılmıştır.

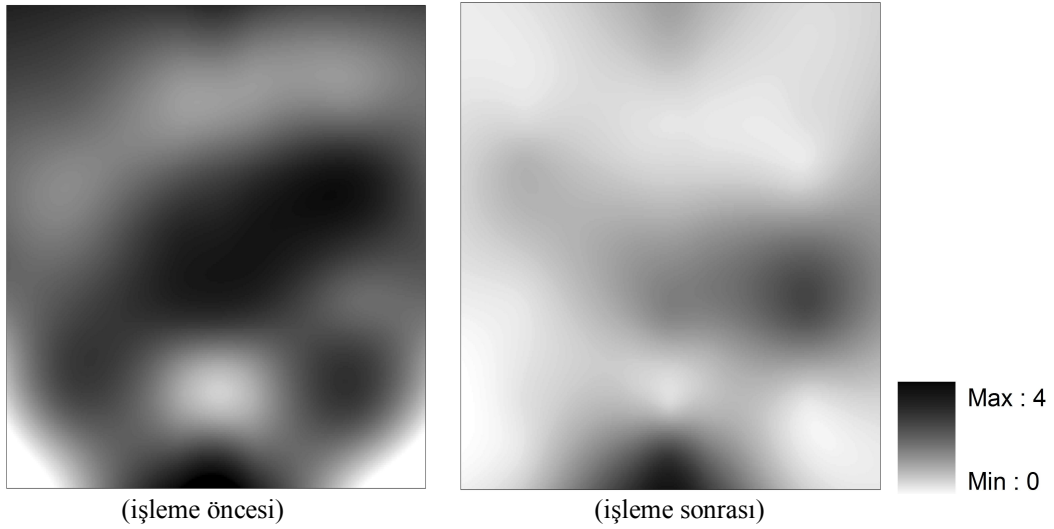
Titreşimli konumda standart donanımlı dipkazana ait işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm lik katmanlar için ArcMap programı ile haritalanmış (Şekil 4.22-4.23) ve sonuçlar görsel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.22. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (0-10 cm)



Şekil 4.23. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm)



Şekil 4.24. Titreşimli konumda standart dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (20-30 cm)

Haritaları incelediğimizde 0-10, 10-20 ve 20-30 cm'lik katmanların hepsinde işleme sonralarına ait haritalarında büyük değişim görülmektedir. Sabit konumda standart donanımlı dipkazana kıyasla titreşimli konumda standart donanımlı dipkazanın daha verimli bir patlatma sağladığını söyleyebiliriz.

#### 4.1.4.5. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarının penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması

Dipkazan ön kısmına bıçak keskinin yerleştirilerek denemelerin yapıldığı parsellerde dipkazan uygulama alanının işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri

istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma 4 cm'lik katmanlar şeklinde incelenip varyasyon analizi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri t-testi sonuçları

Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri	Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri	Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri
	0-4	0.064		0-4	0.170		0-4	0.026*
	4-8	0.001**		4-8	0.000**		4-8	0.000**
	8-12	0.000**		8-12	0.000**		8-12	0.000**
	12-16	0.000**		12-16	0.000**		12-16	0.000**
	16-20	0.000**		16-20	0.000**		16-20	0.000**
B.S.H <sub>1</sub>	20-24	0.000**	B.S.H <sub>2</sub>	20-24	0.000**	B.S.H <sub>3</sub>	20-24	0.000**
	24-28	0.003**		24-28	0.001**		24-28	0.000**
	28-32	0.000**		28-32	0.000**		28-32	0.001**
	32-36	-		32-36	-		32-36	0.000**
	36-40	-		36-40	-		36-40	0.000**
	40-44	-		40-44	-		40-44	0.000**

\*P<0.05, \*\*P<0.01

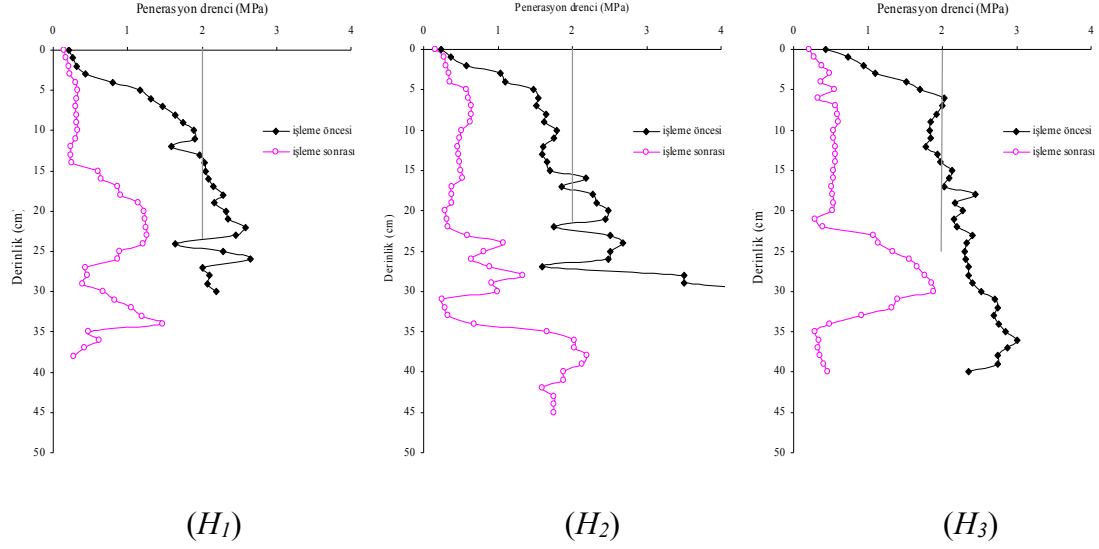
Toprak işleme etkinliği açısından, pulluk tabanı oluşabilecek derinlikler (20-30 cm arası) incelendiğinde, B.S.H<sub>1</sub> ve B.S.H<sub>2</sub> uygulamalarında 4 cm lik derinlikten 32 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda benzer istatistiksel değişimlerin (P<0.01) olduğu görülmüştür. B.S.H<sub>3</sub> uygulamasında 4 cm lik derinlikten 24 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde (P<0.01) fark olduğu görülmüştür. Bütün parsellerde dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından penetrasyon değerlerine göre etkin kullanılmıştır.

Uygulama öncesi ve sonrasına ait penetrasyon direnci değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.19 ve Şekil 4.25'de verilmiştir. Çizelge ve Şekilde verilen değerler her 4 cm'lik katman için o katmandaki derinliklere ait değerlerin ortalaması alınarak hazırlanmıştır.

Çizelge 4.19. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulama alanına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa)

Parseller	Derinlik (cm)											
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	
B.S.H <sub>1</sub>	İ.Ö	0.31	1.19	1.79	1.91	2.17	2.43	2.14	2.12	-	-	-
	İ.S	0.19	0.31	0.31	0.33	0.89	1.24	0.85	0.58	1.04	0.43	-
B.S.H <sub>2</sub>	İ.Ö	0.55	1.41	1.70	1.64	2.16	2.30	2.32	4.19	-	-	-
	İ.S	0.27	0.54	0.56	0.48	0.42	0.38	0.86	0.87	2.09	1.87	1.75
B.S.H <sub>3</sub>	İ.Ö	0.80	1.81	1.86	1.95	2.18	2.25	2.33	2.50	2.76	2.85	2.35
	İ.S	0.34	0.45	0.56	0.55	0.53	0.57	1.42	1.72	0.75	0.36	0.46

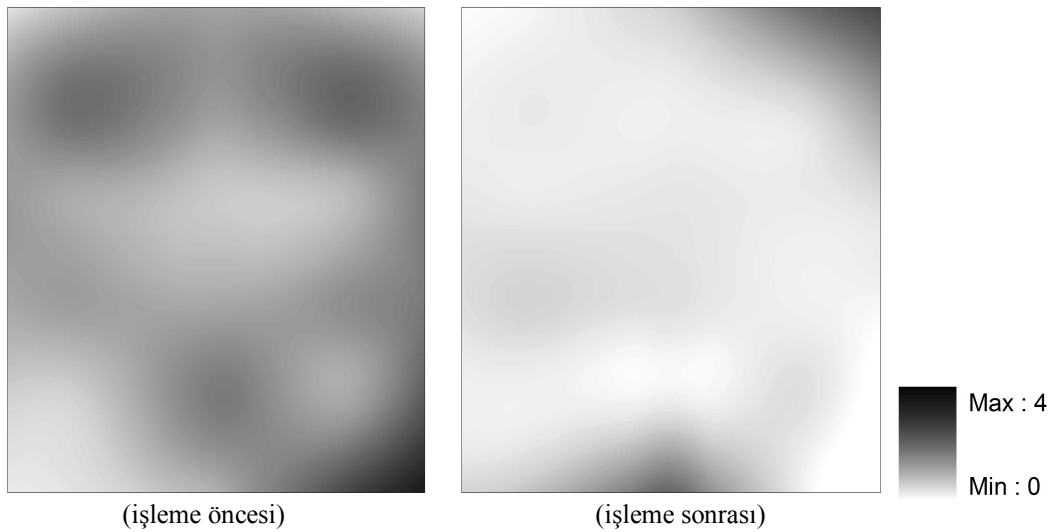
İ.Ö= İşleme öncesi, İ.S= İşleme sonrası



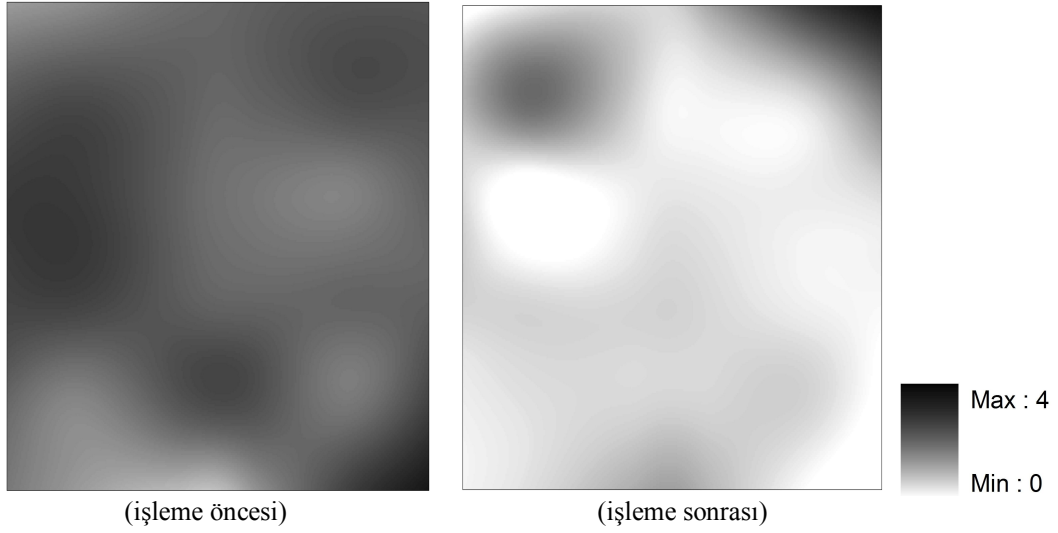
Şekil 4.25. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri

Çizelge 4.19 ve Şekil 4.25 incelendiğinde bitkisel üretim açısından eşik değer olan 2 MPa'lık (Taylor ve Gardner, 1963; Korucu, 2002; Önal, 2003) sıkışma değerine,  $H_1$ ,  $H_2$  ve  $H_3$  parsellerinde dipkazan uygulama öncesi için sırası ile 17, 15 ve 7. cm'lerde ulaşılırken uygulama sonrasında belirtilen eşik değere  $H_1$  ve  $H_3$  uygulamalarında ulaşılammıştır.  $H_2$  uygulamasında ise 36 cm'de ulaşılmıştır. Bu parsellerden  $H_1$  ve  $H_3$  uygulamalarında dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından etkin kullanılmıştır.  $H_2$  uygulamasında ise 36 cm'ye kadar etkin kullanılmıştır.

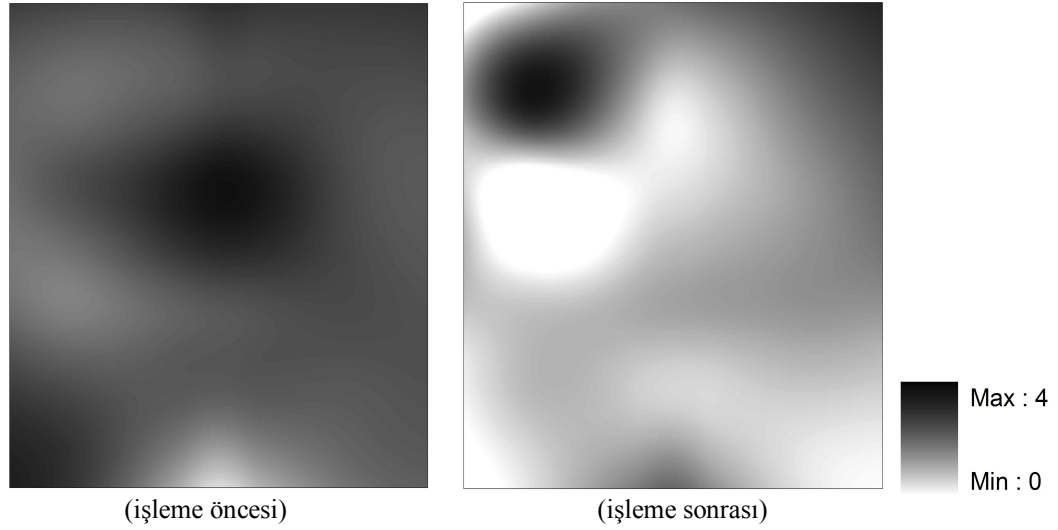
Sabit konumda bıçak keski donanımlı dipkazana ait işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm lik katmanlar şeklinde haritalanmış (Şekil 4.26-4.27) ve sonuçlar görsel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.26. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (0-10 cm)



Şekil 4.27. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm)



Şekil 4.28. Sabit konumlu bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (20-30 cm)

Haritaları incelediğimizde 0-10, 10-20 ve 20-30 cm'lik katmanların hepsinde işleme sonralarına ait haritalarında büyük değişim görülmektedir.

#### 4.1.4.6. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarının penetrasyon değerlerinin karşılaştırılması

Dipkazan ön kısmına bıçak keskinin yerleştirilerek denemelerin yapıldığı parsellerde titreşimli dipkazan uygulama alanının işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma 4 cm'lik katmanlar şeklinde incelenip varyasyon analizi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri t-testi sonuçları

Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri	Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri	Parsel	Derinlik (cm)	P Değeri
	0-4	0.057		0-4	0.020*		0-4	0.006**
	4-8	0.000**		4-8	0.000**		4-8	0.000**
	8-12	0.000**		8-12	0.000**		8-12	0.000**
	12-16	0.000**		12-16	0.000**		12-16	0.000**
	16-20	0.000**		16-20	0.000**		16-20	0.000**
B.T.H <sub>1</sub>	20-24	0.000**	B.T.H <sub>2</sub>	20-24	0.000**	B.T.H <sub>3</sub>	20-24	0.000**
	24-28	0.000**		24-28	0.000**		24-28	0.000**
	28-32	0.000**		28-32	0.001**		28-32	0.000**
	32-36	0.000**		32-36	0.000**		32-36	0.000**
	36-40	0.000**		36-40	0.000**		36-40	0.052
	40-44	0.000**		40-44	0.600		40-44	0.065

\*P<0.05, \*\*P<0.01

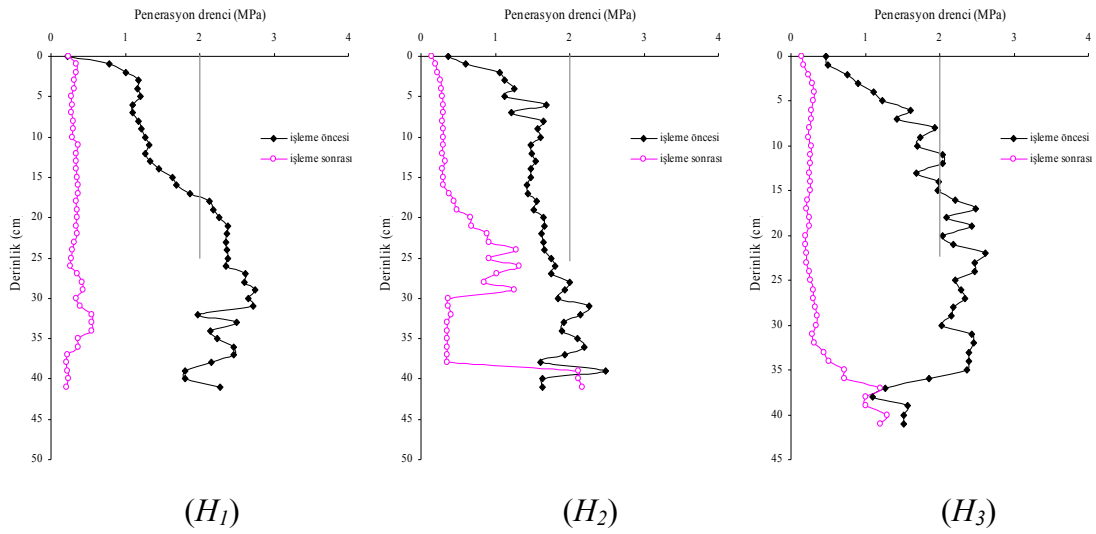
Toprak işleme etkinliği açısından, pulluk tabanı oluşabilecek derinlikler (20-30 cm arası) incelendiğinde, B.T.H<sub>1</sub>, B.T.H<sub>2</sub> ve B.T.H<sub>3</sub> uygulamalarında 4 cm lik derinlikten 36 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda benzer istatistiksel değişimlerin (P<0.01) olduğu görülmüştür. B.T.H<sub>1</sub> uygulamasında 36 cm lik derinlikten 44 cm lik derinliğe kadarki bütün katmanlarda penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde (P<0.01) fark olduğu görülmüştür. B.T.H<sub>2</sub> uygulamasında 36-44 cm lik katmanlarda parsellerde penetrasyon direnci değerleri arasında istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde (P<0.01) fark olduğu görülmüştür. B.T.H<sub>1</sub> uygulamasında 44 cm'ye kadar, B.T.H<sub>2</sub> uygulamasında 40 cm'ye kadar, B.T.H<sub>3</sub> uygulamasında ise 36 cm'ye kadar dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından penetrasyon değerlerine göre etkin kullanılmıştır.

Uygulama öncesi ve sonrasına ait penetrasyon direnci değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.21 ve Şekil 4.29'de verilmiştir. Çizelge ve Şekilde verilen değerler her 4 cm'lik katman için o katmandaki derinliklere ait değerlerin ortalaması alınarak hazırlanmıştır.

Çizelge 4.21. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değerleri (MPa)

Parseller	Derinlik (cm)											
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	
B.T.H <sub>1</sub>	İ.Ö	0.8	1.1	1.2	1.4	2.0	2.3	2.4	2.7	2.2	2.2	1.2
	İ.S	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3
B.T.H <sub>2</sub>	İ.Ö	0.8	1.3	1.6	1.5	1.5	1.6	1.7	2.0	2.0	2.1	1.6
	İ.S	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.8	1.1	0.7	0.4	0.8	2.2
B.T.H <sub>3</sub>	İ.Ö	0.7	1.3	1.9	1.9	2.3	2.3	2.3	2.2	2.4	1.5	1.5
	İ.S	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	1.0	1.3

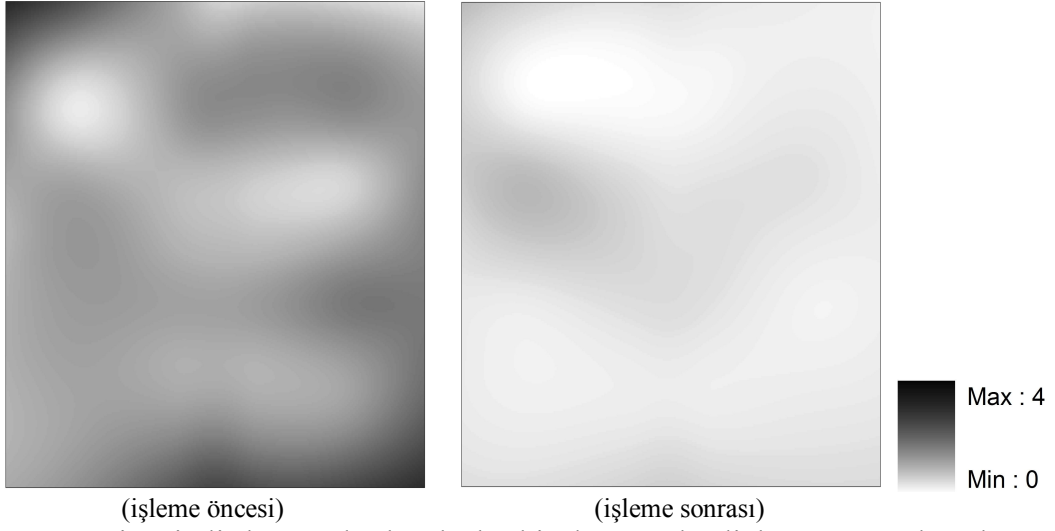
İ.Ö= İşleme öncesi, İ.S= İşleme sonrası



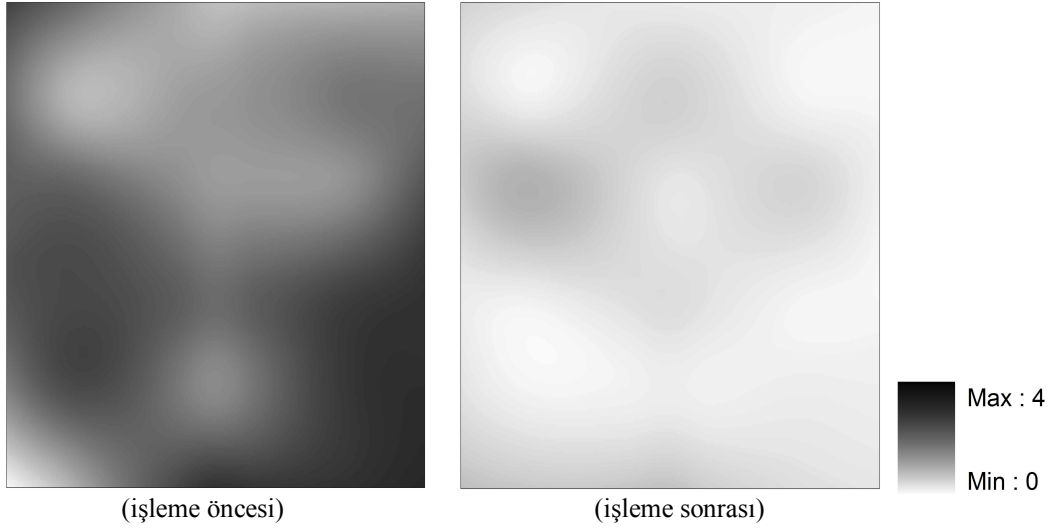
Şekil 4.29. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon direnci değişimleri

Çizelge 4.21 ve Şekil 4.29 incelendiğinde bitkisel üretim açısından eşik değer olan 2 MPa'lık (Taylor ve Gardner, 1963; Korucu, 2002; Önal, 2003) sıkışma değerine,  $H_1$ ,  $H_2$  ve  $H_3$  parsellerinde dipkazan uygulama öncesi için sırası ile 18, 32 ve 16. cm'lerde ulaşılırken uygulama sonrasında belirtilen eşik değere  $H_1$  ve  $H_3$  uygulamalarında ulaşılabilmiştir.  $H_2$  uygulamasında ise 44 cm'de ulaşılmıştır. Bu parsellerden  $H_1$  ve  $H_3$  uygulamalarında dipkazan aleti pulluk tabanını patlatması açısından etkin kullanılmıştır.  $H_2$  uygulamasında ise 42 cm'ye kadar etkin kullanılmıştır.

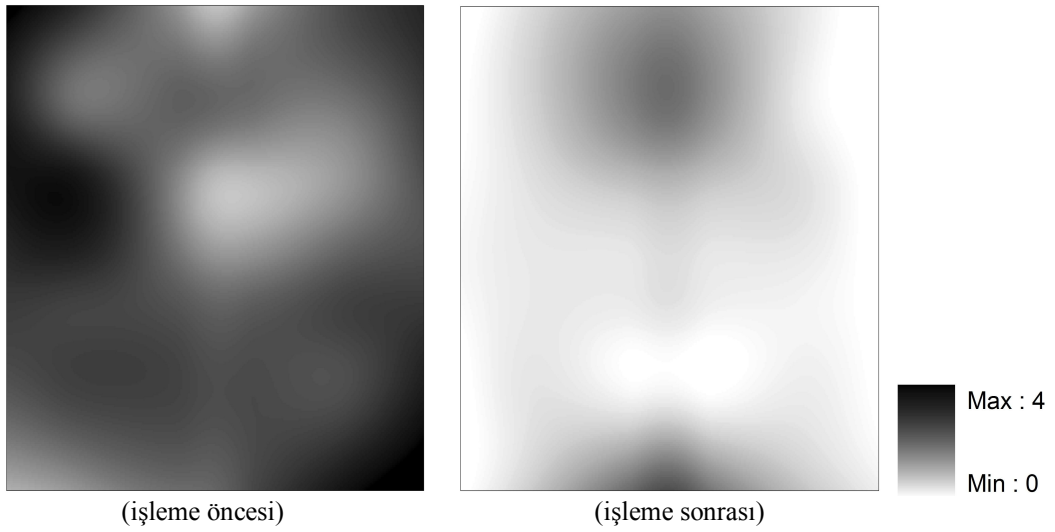
Titreşimli konumda disk keski donanımlı dipkazana ait işleme öncesi ve sonrası penetrasyon değerleri 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm lik katmanlar şeklinde haritalanmış (Şekil 4.30-4.32) ve sonuçlar görsel olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.30. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (0-10 cm)



Şekil 4.31. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (10-20 cm)



Şekil 4.32. Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan uygulamalarına ait penetrasyon haritaları (20-30 cm)

Haritaları incelediğimizde 0-10, 10-20 ve 20-30 cm'lik katmanların hepsinde işleme sonralarına ait haritalarında büyük değişim görülmektedir. Sabit konumda bıçak keski donanımlı dipkazana kıyasla, Titreşimli konumda bıçak keski donanımlı dipkazan daha verimli bir patlatma sağladığını söyleyebiliriz.

Tüm uygulamaların haritalarını incelediğimizde titreşimli dipkazan kullanımının penetrasyon drenajının azaltılmasında daha etkin olduğunu söyleyebiliriz.

## 4.2. Kuvvet Ölçer Kalibrasyon Değerleri

### 4.2.1. Kuvvet ölçüm pimlerine ait statik yük değerleri

Çeki kuvveti ölçümü sırasında ölçülen değerlerin hatasız belirlenebilmesi için pimplere ait statik yüklenmelerin belirlenmesi ve ölçüm değerlerinden çıkarılması gerekmektedir. Bu nedenle ölçüm öncesi sistem çalıştırılarak her pime ait statik yüklenmeler tespit edilmiş ve elde edilen değerler Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Pimplere ait statik yük değerleri (kN)

Tekrar Sayısı	Kuvvet Ölçme Pimleri		
	1. Pim	2. Pim	3. Pim
1	0.0235	-0.0067	0.125
2	0.0239	-0.0065	0.115
3	0.0241	-0.0066	0.116
Ortalama	0.0233	-0.0066	0.118
VK (%)	8.762	0.3857	2.699

Çizelge incelendiğinde kuvvet ölçüm pimlerine ait statik yük değerlerinin tekrarlı ölçümlerinde önemli bir değişimin olmadığı görülmüştür. Ölçme pimlerine ait ortalama statik yük değerleri 1. pim için 0.024 kN, 2. pim için -0.0067 kN ve 3. pim için ise 0.116 kN'dur. Pimplere ait varyasyon katsayısı değerleri de sırasıyla % 8.762, % 0.3857 ve % 2.699 gibi küçük değerlerdir.

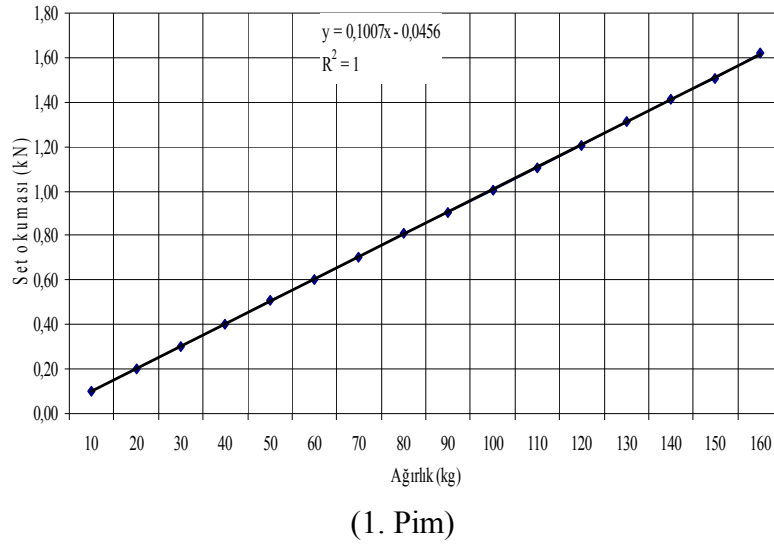
### 4.2.2. Kuvvet ölçme pimlerine ait yüklenme değerler

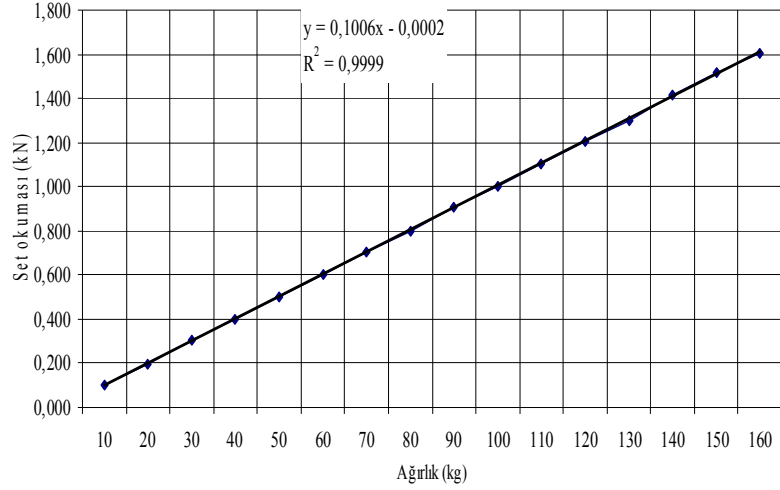
Tarla çalışmaları sırasında elde edilen çeki kuvveti ölçüm değerlerinin doğruluğunun tespit edilmesi amacı ile laboratuvar koşullarında kalibrasyon ayarı yapılmıştır. Her pim ayrı ayrı ve üç tekerrürlü olarak kalibrasyon testine tabi tutulmuştur. Kalibrasyon sırasında pimler çeki kancasına sabit olarak bağlanmış ve 10 kg'lık (0.1 N)

kütleler kullanılarak yüklemeler yapılmıştır. Kuvvet ölçme pimlerine ait yüklenme ve ölçüm değerleri Çizelge 4.23 ve Şekil 4.33’de verilmiştir.

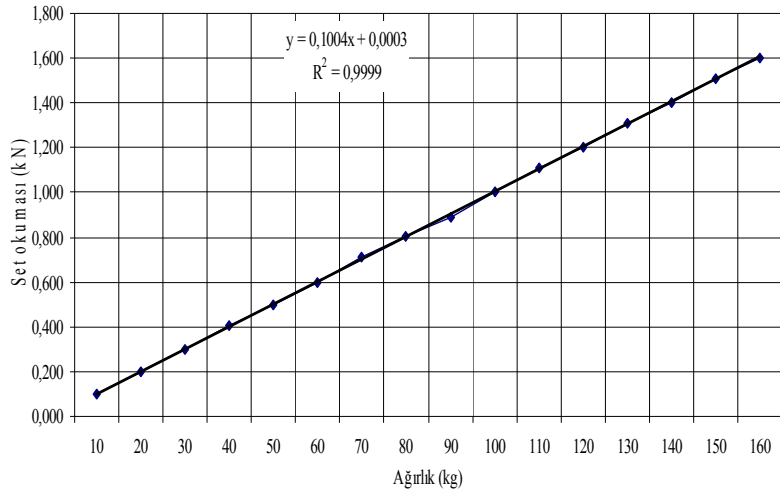
Çizelge 4.23. Kuvvet ölçme pimlerine ait yüklenme değerleri

Kütle (kg)	1. Pim (kN)	2.Pim (kN)	3.Pim (kN)
10	0.102	0.104	0.099
20	0.199	0.199	0.201
30	0.304	0.304	0.302
40	0.403	0.402	0.405
50	0.509	0.500	0.500
60	0.604	0.606	0.600
70	0.703	0.704	0.713
80	0.807	0.801	0.804
90	0.907	0.905	0.891
100	1.003	1.004	1.006
110	1.103	1.106	1.112
120	1.208	1.204	1.206
130	1.310	1.302	1.310
140	1.410	1.419	1.404
150	1.509	1.514	1.507
160	1.618	1.608	1.603





(2. Pim)



(3. Pim)

Şekil 4.33. Kuvvet ölçme pimlerinin yüklenme değerleri

Çizelge ve şekiller incelendiğinde kuvvet ölçme pimlerinde yük etkisi ile ölçme sisteminde okunan değerler arasında doğrusal (linear) bir ilişkinin olduğu ve her bir pime ait regresyon eşitliğinin  $r^2 = 0.999$  ile  $1.000$  arasında oldukça yüksek bir değerde olduğu görülmüştür. Regresyon derecelerinin yüksek olması, kuvvet ölçme sisteminde ağırlık etkisine bağlı eşdeğer bir okumanın yapıldığını göstermektedir.

#### 4.3. Parsellere Ait Ortalama Temel İşletmecilik Verileri

Dipkazan uç demirinin ünite genişliği dikkate alınarak standart bir çalışma derinliğinde denemeler gerçekleştirilmeye çalışılmıştır (42 cm). Ancak dipkazana takılan ön kesikler, tarlada bulunan anızın tıkama problemi ve toprağın fiziksel özelliklerinin homejen olmaması tarlanın her yerinde eşit derinlikte sürüm yapılmasını olanaksız

kılmıştır. Bazı uygulamalarda belirtilen derinliğin altında bazılarında ise üzerinde işleme derinliği oluşmuştur. Değerlerin birbirine çok yakın olmasından dolayı yapılan değerlendirmeler derinlik eş değeri olarak düşünülerek yapılmıştır. Parsellere ait ortalama temel işletmecilik verileri Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Parsellere ait ortalama temel işletmecilik verileri

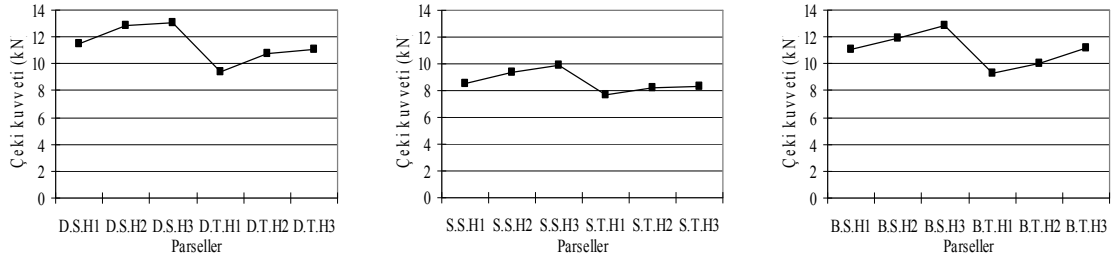
Parseller	İş Derinliği (cm)	İlerleme Hızı (km h <sup>-1</sup> )	Çeki Kuvveti (kN)	Çeki Gücü (kW)	Yakıt Tüketimi (L ha <sup>-1</sup> )	İş Başarısı (ha gün <sup>-1</sup> )	
D.S	H <sub>1</sub>	41.61	2.06	11.45	6.55	27.3	1.20
	H <sub>2</sub>	34.44	2.85	12.86	10.18	28.8	1.48
	H <sub>3</sub>	36.67	3.02	13.09	10.98	31.9	1.80
D.T	H <sub>1</sub>	44.78	1.37	9.38	3.57	23.4	0.91
	H <sub>2</sub>	37.28	2.08	10.71	6.19	24.5	1.41
	H <sub>3</sub>	43.06	2.42	11.09	7.45	28.3	1.70
S.S	H <sub>1</sub>	47.67	1.72	8.53	4.08	21.7	1.08
	H <sub>2</sub>	47.83	2.15	9.39	5.61	23.4	1.33
	H <sub>3</sub>	46.33	2.49	9.95	6.88	25.9	1.62
S.T	H <sub>1</sub>	43.17	1.79	7.72	3.84	21.8	1.20
	H <sub>2</sub>	48.83	1.85	8.19	4.21	22.3	1.46
	H <sub>3</sub>	46.06	2.22	8.36	5.16	23.8	1.72
B.S	H <sub>1</sub>	41.94	1.44	11.12	4.45	25.4	0.98
	H <sub>2</sub>	44.50	1.92	11.92	6.36	25.70	1.24
	H <sub>3</sub>	38.50	2.29	12.82	8.15	27.60	1.43
B.T	H <sub>1</sub>	38.11	2.22	9.29	5.73	23.30	1.43
	H <sub>2</sub>	40.72	2.36	10.05	6.59	25.90	1.57
	H <sub>3</sub>	40.39	2.55	11.21	7.94	27.00	1.77

Parsellere ait çeki kuvveti değişim grafiği ve çeki kuvveti varyasyon analiz sonuçları sırası ile Çizelge 4.25’de ve Şekil 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Çeki kuvveti varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	K.D	S.D	K.O	F Değeri	Olasılık
İşleme yöntemi (Disk. Standart. Bıçak)	80.32	2	40.162	87.913	0.00**
İşleme durumu (Sabit. Titreşimli)	33.31	1	33.308	72.908	0.00**
Hız (Düşük. Orta. Yüksek)	16.04	2	8.020	17.556	0.00**
İşleme yöntemi x İşleme durumu	0.92	2	0.461	1.009	0.37
İşleme yöntemi x Hız	2.66	4	0.664	1.454	0.24
İşleme durumu x Hız	0.07	2	0.033	0.071	0.93
İşleme yöntemi x İşleme durumu x Hız	3.06	4	0.765	1.674	0.18
Hata	16.45	36	0.457		
Genel	6009.49	54			

\*P<0.05, \*\*P<0.01



Şekil 4.34. Uygulama alanlarına ait çeki kuvveti ortalama verilerinin değişimi

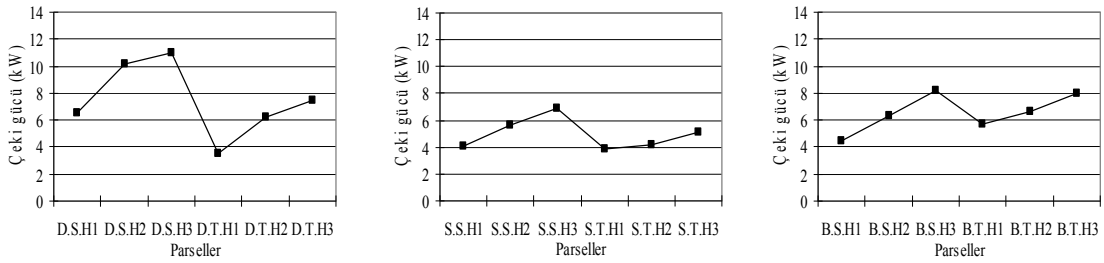
En yüksek çeki kuvveti değeri 13.09 kN ile D.S.H<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük çeki kuvveti değeri ise 7.72 kN ile S.T.H<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Her uygulama kendi içerisinde değerlendirildiğinde hız artışının çeki kuvveti değerini de artırdığı görülmektedir. Birbirine yakın ilerleme hızı ve iş derinliğine sahip uygulamalarda titreşimli uygulamalarda elde edilen çeki kuvveti değerlerinin sabit uygulamalara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak da incelediğimizde (Çizelge 3.25) dipkazanın sabit ve titreşimli kullanımının, çeki kuvveti değerleri üzerine etkisi %1 önem düzeyinde (P<0.01) çok önemli bulunmuştur. Hem titreşimli hem de sabit konumda dipkazanın standart kullanımı sonucunda elde edilen çeki kuvveti değerlerinin, dipkazanın ön keskinler (bıçak ve disk) takılarak çalıştırıldığı durumlarda elde edilen çeki kuvveti değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak da incelediğimizde (Çizelge 4.25) standart, bıçak ve disk kullanımının, çeki kuvveti değerleri üzerine etkisi %1 önem düzeyinde (P<0.01) çok önemli bulunmuştur. Bu ise çeki kuvvetinin azaltılması amacı ile kullanılan ön keskinlerin beklenenin aksine çeki kuvveti değerlerini artırdığını göstermiştir. Çizelge 4.25 incelendiğinde çeki kuvveti üzerinde, işleme yöntemi, işleme durumu ve hız etkisinin %1 düzeyinde çok önemli (P<0.01), işleme yöntemi x işleme durumu, işleme yöntemi x hız, işleme durumu x hız, işleme yöntemi x işleme durumu\*hız interaksiyon etkilerinin önemsiz (P>0.05) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.25).

Parsellere ait çeki gücü değişim grafiği ve çeki gücü varyasyon analiz sonuçları sırası ile Çizelge 4.26 ve Şekil 4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Çeki gücü varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	K.D	S.D	K.O	F Değeri	Olasılık
İşleme yöntemi (Disk. Standart. Bıçak)	55.608	2	27.8	44.549	0.00**
İşleme durumu (Sabit. Titreşimli)	22.093	1	22.09	35.398	0.00**
Hız (Düşük. Orta. Yüksek)	78.001	2	39	62.489	0.00**
İşleme yöntemi x İşleme durumu	31.796	2	15.9	25.472	0.00**
İşleme yöntemi x Hız	8.373	4	2.093	3.354	0.02*
İşleme durumu x Hız	2.751	2	1.376	2.204	0.13
İşleme yöntemi x İşleme durumu x Hız	0.5604	4	0.14	0.224	0.92
Hata	22.468	36	0.624		
Genel	2380.1	54			

\*P<0.05, \*\*P<0.01



Şekil 4.35. Uygulama alanlarına ait çeki gücü ortalama verilerinin değşimi

En yüksek çeki gücü değeri 10.98 kW ile D.S.H<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük çeki gücü değeri ise 3.57 kW ile D.T.H<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Her uygulama kendi içerisinde değerlendirildiğinde hız artışının çeki gücü değerini de artırdığı görülmektedir. Birbirine yakın ilerleme hızı ve iş derinliğine sahip uygulamalarda titreşimli uygulamalarda elde edilen çeki gücü değerlerinin sabit uygulamalara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak da incelediğimizde (Çizelge 4.26) dipkazanın sabit ve titreşimli kullanımının, çeki gücü değerleri üzerine etkisi %1 önem düzeyinde (P<0.01) çok önemli bulunmuştur. Hem titreşimli hem de sabit konumda dipkazanın standart kullanımı sonucunda elde edilen çeki kuvveti değerlerinin, dipkazanın ön kesikler (bıçak ve disk) takılarak çalıştırıldığı durumlarda elde edilen çeki kuvveti değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak da incelediğimizde (Çizelge 4.26) standart, bıçak ve disk kullanımının, çeki kuvveti değerleri üzerine etkisi %1 önem düzeyinde (P<0.01) çok önemli bulunmuştur. Bu ise çeki gücünün azaltılması amacı ile kullanılan ön kesiklerin beklenilen aksine çeki kuvveti değerlerini artırdığını göstermiştir. Çizelge 4.26 incelendiğinde çeki gücü üzerinde, işleme yöntemi, işleme durumu ve hız etkisinin %1 düzeyinde (P<0.01), işleme yöntemi x işleme durumu

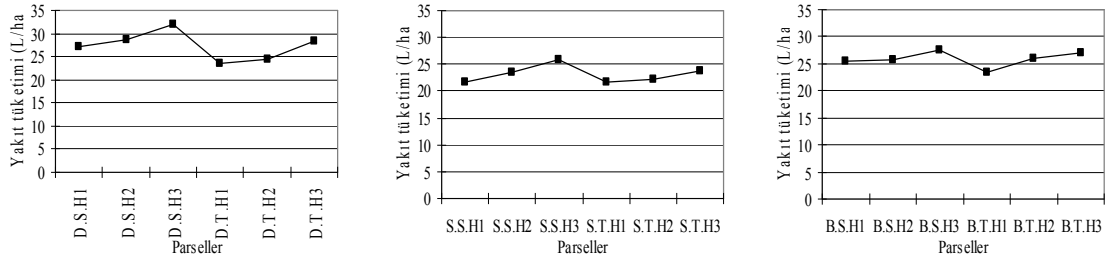
interaksiyon etkisinin %1 düzeyinde ( $P<0.01$ ) çok önemli olduğu, işleme yöntemi x hız interaksiyon etkisinin %5 düzeyinde ( $P<0.05$ ) önemli olduğu, işleme durumu x hız, işleme yöntemi x işleme durumu x hız interaksiyon etkilerinin önemsiz ( $P>0.05$ ) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.26).

Parsellere ait yakıt tüketimi değişim grafiği ve yakıt tüketimi varyasyon analiz sonuçları sırası ile Çizelge 4.27’de ve Şekil 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.27. Yakıt tüketimi varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	K.D	S.D	K.O	F Değeri	Olasılık
İşleme yöntemi (Disk, Standart, Bıçak)	42.513	2	21.26	2.039	0.14
İşleme durumu (Sabit, Titreşimli)	62.813	1	62.81	6.025	0.02*
Hız (Düşük, Orta, Yüksek)	101.56	2	50.78	4.871	0.01*
İşleme yöntemi x İşleme durumu	64.201	2	32.1	3.079	0.06
İşleme yöntemi x hız	42.16	4	10.54	1.011	0.41
İşleme durumu x hız	32.565	2	16.28	1.562	0.22
İşleme yöntemi x İşleme durumu x hız	58.743	4	14.69	1.409	0.25
Hata	375.29	36	10.42		
Genel	34274	54			

\* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$



Şekil 4.36. Uygulama alanlarına ait yakıt tüketimi ortalama verilerinin değişimi

En yüksek yakıt tüketimi değeri  $31.90 \text{ L h}^{-1}$  S.T.H<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük yakıt tüketimi değeri ise  $21.7 \text{ L h}^{-1}$  S.S.H<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Her uygulama kendi içerisinde değerlendirildiğinde hız artışının yakıt tüketim değerini de artırdığı görülmektedir. Birbirine yakın ilerleme hızı ve iş derinliğine sahip uygulamalarda titreşimli uygulamalarda elde edilen yakıt tüketimi değerlerinin sabit uygulamalara göre biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak da incelediğimizde (Çizelge 4.27) dipkazanın sabit ve titreşimli kullanımının, yakıt tüketimi değerleri üzerine etkisi %5 önem düzeyinde ( $P<0.05$ ) önemli bulunmuştur. Hem titreşimli hem de sabit konumda dipkazanın standart ve ön kesimler (bıçak, disk) takılarak kullanımı sonucunda elde edilen yakıt tüketim değerleri birbirine yakın çıkmıştır. İstatistiksel olarak da

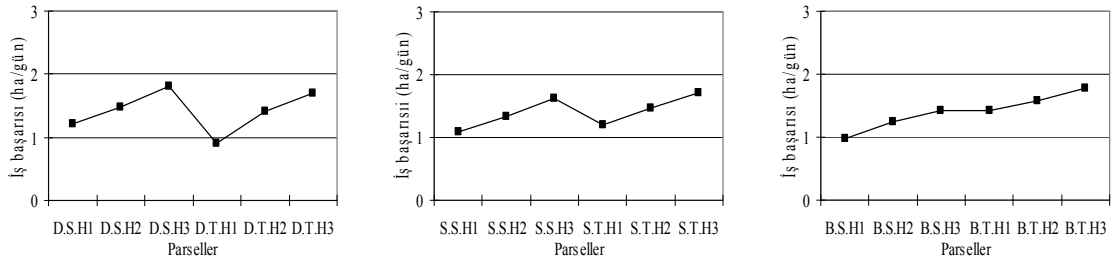
incelediğimizde (Çizelge 4.27) standart, disk-keski ve bıçak-keski kullanımının yakıt tüketimi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Çizelge 4.27 incelendiğinde yakıt tüketimi üzerinde, işleme durumu ve hız etkisinin %5 düzeyinde önemli ( $P<0.05$ ) olduğu, işleme yönteminin önemsiz olduğu ( $P<0.05$ ), işleme yöntemi x işleme durumu, işleme yöntemi x hız, işleme durumu x hız, işleme yöntemi x işleme durumu x hız interaksiyon etkilerinin önemsiz ( $P>0.05$ ) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.27).

Parsellere ait iş başarısı değişim grafiği ve iş başarısı varyasyon analiz sonuçları sırası ile Çizelge 4.28’de ve Şekil 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. İş başarısı varyasyon analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	K.D	S.D	K.O	F Değeri	Olasılık
İşleme yöntemi (Disk, Standart, Bıçak)	0.955	2	0.477	19.120	0.00**
İşleme durumu (Sabit, Titreşimli)	0.622	1	0.622	24.916	0.00**
Hız (Düşük, Orta, Yüksek)	0.665	2	0.333	13.321	0.00**
İşleme yöntemi x İşleme durumu	0.877	2	0.438	17.560	0.00**
İşleme yöntemi x hız	0.073	4	0.018	0.732	0.58
İşleme durumu x hız	0.069	2	0.034	1.378	0.27
İşleme yöntemi x İşleme durumu x hız	0.030	4	0.008	0.305	0.87
Hata	0.899	36	0.025		
Genel	34.632	54			

\* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$



Şekil 4.37. Uygulama alanlarına ait iş başarısı ortalama verilerinin değişimi

En yüksek iş başarısı değeri  $1.80 \text{ ha gün}^{-1}$  D.S.H<sub>3</sub> uygulamasında, en düşük iş başarısı değeri ise  $0.91 \text{ ha gün}^{-1}$  D.T.H<sub>1</sub> uygulamasında elde edilmiştir. Her uygulama kendi içerisinde değerlendirildiğinde hız artışının iş başarısı değerini de artırdığı görülmektedir. Birbirine yakın ilerleme hızı ve iş derinliğine sahip uygulamalarda titreşimli uygulamalarda elde edilen iş başarısı değerlerinin sabit uygulamalara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak da incelediğimizde (Çizelge 4.28) dipkazanın sabit ve titreşimli kullanımının, iş başarısı değerleri üzerine etkisi %1 önem düzeyinde ( $P<0.01$ ) çok önemli bulunmuştur. Dipkazan aletinin ön kısmına takılan disk

keski ve bıçak keskinin işleme durumuna (sabit, titreşimli) göre artış gösterdiği görülmektedir. İstatistiksel olarak da incelediğimizde (Çizelge 4.28) standart, disk-keski ve bıçak-keski kullanımının, iş başarısı değerleri üzerine etkisi %1 önem düzeyinde ( $P<0.01$ ) çok önemli bulunmuştur. Çizelge 4.28 incelendiğinde iş başarısı üzerinde, işleme yöntemi, işleme durumu ve hız etkisinin %1 düzeyinde ( $P<0.01$ ), işleme yöntemi x işleme durumu interaksiyon etkisinin %1 düzeyinde ( $P<0.01$ ) çok önemli olduğu, işleme yöntemi x hız, işleme durumu x hız, işleme yöntemi x işleme durumu x hız interaksiyon etkilerinin önemsiz ( $P>0.05$ ) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.28).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma 2010 yılı Temmuz ayı içerisinde Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü yerleşkesinde taban taşı problemi bulunan bir arazide buğday hasadı sonrası gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada, sabit ve titreşimli dipkazanlar ile çalışma sırasında gereksinim duyulan yüksek traktör gücünün azaltılmasına yönelik alternatif yöntemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla dipkazana göre çalışma derinliği daha az olan ve dipkazan işleyici ünitesi ön kısmına yerleştirilen değişik tipte (bıçak keski ve disk keski) ek donanımları ile, farklı çalışma hızlarında dipkazanlara ait çalışma karakteristikleri, güç, yakıt ve enerji gereksinimleri belirlenmiştir

Parseller arası nem değerlerini 10 cm'lik katmanlar olarak incelendiğinde 0-10 cm katman aralığı önemli ( $P<0.05$ ), 10-20 ve 20-30 cm'lik katmanlar arasın önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Parseller arası hacimsel kütle değerleri 10 cm'lik katmanlar olarak incelendiğinde 0-10, 10-20 ve 20-30 cm'lik katmanlar arasında önemsiz bulunmuştur. ( $P>0.05$ ). Parseller arası boşluk oranı ve prozite değerleri ise 10 cm'lik katmanlar olarak (0-10, 10-20 ve 20-30 cm'lik) önemsiz çıkmıştır ( $P>0.05$ ).

Dipkazan kullanımından önce deneme parsellerine ait penetrasyon direnç değerleri, disk keski (sabit), disk keski (titreşimli), standart sabit, standart titreşimli, bıçak keski (sabit), bıçak keski (titreşimli) uygulamaları ortalama olarak sırası ile 1.77 MPa, 1.93 MPa, 1.71 MPa, 1.83 MPa, 1.89 MPa, 1.76 MPa olarak bulunmuştur. Dipkazan kullanımından sonra deneme parsellerine ait penetrasyon direnç değerleri ortalama olarak sırası ile 1.24 MPa, 1.04 MPa, 0.73 MPa, 0.56 MPa, 0.71 MPa, 0.48 MPa olarak bulunmuştur. Toprağın en fazla drencini azaltan uygulamalar 1.27-1.28 MPa lık değerler ile titreşimli konumda standart donanımlı dipkazan ve titreşimli konumunda bıçak keski donanımlı dipkazan ile elde edilmiştir.

Çeki kuvvetinin ortalama değerleri incelediğinde disk keski (sabit), disk keski (titreşimli), standart sabit, standart titreşimli, bıçak keski (sabit), bıçak keski (titreşimli) uygulamaları sırası ile 12.46 kN, 10.39 kN, 9.29 kN, 8.08 kN, 11.95 kN, 10.18 kN bulunmuştur. En düşük çeki kuvveti değeri titreşimli konumunda standart dipkazanda, en yüksek değeri ise sabit konumunda disk keski donanımlı dipkazan ile elde edilmiştir. Ön kısma takılan disk keski ve bıçak keskinin çeki kuvvetini arttırdığı belirlenmiştir. Standart ve titreşimli uygulamaların ortalama çeki kuvveti değerleri sırası ile 11.24 kN ve 9.56 kN

bulunmuştur. Titreşimli uygulamalarda, standart uygulamalara göre çeki kuvveti değerlerinde bir azalma olduğu belirlenmiştir. Yüksek, orta ve düşük hız kademelerine göre ortalama çeki kuvveti değerleri sırası ile 11.09 kN, 10.52 kN, , 9.58 kN olarak bulunmuştur. Hız artışına bağlı olarak çeki kuvveti değerinde de bir artış olduğu belirlenmiştir.

Çeki gücünün ortalama değerleri disk keski (sabit), disk keski (titreşimli), standart sabit, standart titreşimli, bıçak keski (sabit), bıçak keski (titreşimli) uygulamaları sırası ile 9.24 kW, 5.73 kW, 5.52 kW, 4.40 kW, 6.32 kW, 6.75 kW olarak bulunmuştur. En düşük çeki gücü değeri titreşimli konumunda standart dipkazanda, en yüksek değeri ise sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan ile elde edilmiştir. Dipkazanın ön kısmana takılan disk keski ve bıçak keskinin çeki gücünü arttırdığı belirlenmiştir. Standart ve titreşimli uygulamaların ortalama çeki gücü değerlerini sırası ile 7.03 kW ve 5.63 kW bulunmuştur. Titreşimli uygulamalarda, standart uygulamalara göre çeki gücü değerlerinde bir azalma olduğu belirlenmiştir. Yüksek, orta ve düşük hız kademelerine göre ortalama çeki gücü değerlerini incelediğimizde sırası ile 11.09 kW, 6.53 kW, 4.07 kW olarak bulunmuştur. Hız artışına bağlı olarak çeki gücü değerinde de bir artış olduğu belirlenmiştir.

Yakıt tüketiminin ortalama değerleri disk keski (sabit), disk keski (titreşimli), standart sabit, standart titreşimli, bıçak keski (sabit), bıçak keski (titreşimli) uygulamaları sırası ile 29.33 L ha<sup>-1</sup>, 25.4 L ha<sup>-1</sup>, 23.6 L ha<sup>-1</sup>, 22.6 L ha<sup>-1</sup>, 26.23 L ha<sup>-1</sup>, 25.4 L ha<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. En düşük yakıt tüketimi değerine titreşimli konumunda standart dipkazanda, en yüksek değere ise sabit konumunda disk keski donanımlı dipkazan ile elde edilmiştir. Dipkazan aletinin ön kısmına takılan disk keski ve bıçak keskinin yakıt tüketimini arttırdığı belirlenmiştir. Standart ve titreşimli uygulamaların ortalama yakıt tüketimi değerleri sırası ile 26.42 L ha<sup>-1</sup> ve 24.48 L ha<sup>-1</sup> bulunmuştur. Titreşimli uygulamalarda, standart uygulamalara göre yakıt tüketiminde bir azalma olduğu belirlenmiştir. Yüksek, orta ve düşük hız kademelerine göre ortalama yakıt tüketimi değerleri sırası ile 27.42 L ha<sup>-1</sup>, 25.10 L ha<sup>-1</sup>, 23.82 L ha<sup>-1</sup> bulunmuştur. Hız artışına bağlı olarak yakıt tüketiminde de bir artış olduğu belirlenmiştir.

İş başarısının ortalama değerleri disk keski (sabit), disk keski (titreşimli), standart sabit, standart titreşimli, bıçak keski (sabit), bıçak keski (titreşimli) uygulamaları sırası ile 1.6 ha gün<sup>-1</sup>, 1.29 ha gün<sup>-1</sup>, 1.40 ha gün<sup>-1</sup>, 1.34 ha gün<sup>-1</sup>, 1.25 ha gün<sup>-1</sup>, 1.59 ha gün<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. En düşük iş başarısı değerini standart konumlu bıçak keski donanımlı dipkazanda, en yüksek değeri ise sabit konumlu disk keski donanımlı dipkazan ile elde

edilmiştir. Dipkazanın ön kısmına takılan disk keski ve bıçak keskinin işleme durumuna (sabit, titreşimli) göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Standart ve titreşimli uygulamaların ortalama iş başarısı değerleri sırası ile 1.35 ha gün<sup>-1</sup> ve 1.46 ha gün<sup>-1</sup> bulunmuştur. Titreşimli uygulamalarda iş başarısının artış gösterdiği belirlenmiştir. Yüksek, orta ve düşük hız kademelerine göre ortalama iş başarısı değerleri sırası ile 1.67 ha gün<sup>-1</sup>, 1.42 ha gün<sup>-1</sup>, 1.13 ha gün<sup>-1</sup> bulunmuştur. Hız artışına bağlı olarak iş başarısında bir artış olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak dipkazanın ön kısmına yerleştirilen disk keski ve bıçak keskinin çeki kuvveti, çeki gücü ve yakıt tüketimini artırmıştır. İş başarısı ise disk keski ve bıçak keskinin titreşimli veya standart kullanımına göre artmıştır. Penetrasyon direncinde en fazla azalma bıçak keski de sağlanmıştır.

Bu araştırmanın sonucunda şunlar önerilebilir:

- Bilgisayar destekli ölçme sistemine motor devri, hava, yakıt, yağ sıcaklığı için ölçme ünitelerinin yerleştirilmesiyle, traktör motor ve çeki deneylerinde kullanılabilir.
- Bilgisayar destekli ölçme sistemine torkmetre bağlantısının sağlanmasıyla, kuyruk milinden hareketli tüm makinalar için enerji gereksinimlerinin saptanması mümkündür.
- Kombinasyonlu dipkazanlar değişik toprak özelliklerinde ayrıntılı şekilde incelenebilir.
- Kombinasyonlu dipkazan uygulaması sırasında arazinin anız boyu miktarına dikkat edilerek uygulanabilir.

## KAYNAKLAR

- Abu-Hamdeh, N.H., ve Al-Winyan, M.I., 2000. Effect of Axle Load, Tire Inflation Pressure, and Tillage System on Soil Physical Properties and Crop Yield of a Jordanian Soil. Transactions of the ASAE 43(1): s.13-21.
- Akıncı, İ., 1994. Traktör-Tarım Makinası Enerji İlişkilerinin Saptanması İçin Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Geliştirilmesi ve Mekanizasyon Planlamasında Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Akıncı, İ., Sabancı, A. ve Işık, A., 1994. Traktör-Makine Sisteminde Bilgisayar Destekli Ölçme Setinin Kurulması ve Geliştirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, s.491-502, Antalya.
- Alkan, V., Bayhan, Y., 2003. Çekilir Tip Tarım Alet ve Makinaların Çeki Kuvveti Belirlenmesinde Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Kullanılması. Trakya Üniversitesi J Sci, 4(2): s.195-202.
- Anonim, 1996. Soil Compaction and Conservation Tillage. College of Agricultural Sciences Cooperative Extension. Conservation Tillage Series, Number Three. [www.agronomy.psu.edu/Extension/CT/uc125.pdf](http://www.agronomy.psu.edu/Extension/CT/uc125.pdf).
- Anonim, 1997. Türk Fiat 60-56 S Test No: 299/1324 TG.23. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarım Alet ve Makinaları Test Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2006. Toprak İşleme Alet ve Makineleri Modülü. Meleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara, s.12.
- Anonim, 2009. Titreşimli Dipkazan <http://www.turkaytarim.com.tr/pdf/16.pdf>. 5/2011.
- Anonim, 2010. Kahramanmaraş Meteoroloji İl Müdürlüğü Gözlem Kayıtları.
- Arslan, S., 2006. Toprak Sıkışmasının Azaltılması İçin Alternatif Bir Yöntem: Kontrollü Tarla Trafiği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(1), s.135-141.
- Atwell, B.J. 1990. The Effect of Compaction on Wheat During Early Tillering: 1. Growth, Development and Root Structure. New Phytol. 115: s.29-35.
- Bastaban, S., 1993. Erzurum Yöresinde Nadas-Buğday Tarım Sisteminde Kullanılabilecek En Uygun Toprak İşleme Aletlerinin Seçimi Üzerine Bir Araştırma. 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı. s.47-58. 14-12 Ekim, Kuşadası, İzmir.
- Bastaban, S., 1994. Toprak İşlemede Farklı İlerleme Hızlarının Pulluk Çeki Kuvvetine ve Yakıt Tüketimine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 25 (2), s.202- 209, Erzurum

- Botta, G.F., Jorajuriac, D., Balbuena, R., Ressia, M., Ferrero, C., Rosatto, H., Tourn, M. 2006. Deep Tillage and Traffic Effects on Subsoil Compaction and Sunflower Yields. *Soil and Tillage Research*, 90: s.164-172.
- Boydaş, M.G., Uygan, F., 2010. Kulaklı Pulluk Çeki Kuvvetine Etki Eden Faktörler. 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, s.235-242. 22-23 Eylül Hatay.
- Campbell, R.B., Reicosky, D.C., Doty, C.W., 1974. Physical Properties and Tillage of Paleudults in the Southeastern Coastal Plain. *J. Soil Water Conserv.* 29, s.220-227
- Cater, J., 1981. Instrumentation for Measuring Average Draft. *Trans of The ASEA.* s.23-30.
- Chaplin, J., Jenane, C., Lueders, M., 1988. Drawbar Energy Use for Tillage Operations on Loamy Sand *Trans of The ASAE.* s.1692-1694.
- Chaudhary, M.R., Garji, P.R., Prihar, S.S., Khera, R., 1985. Effect of Deep Tillage on Soil Physical Properties and Maize Yields on Coarse Textured Soils. *Soil and Tillage Research*, s.31-44.
- Clearence, E.J., Voorhees, W.B., 1979. A Force Dynamometre for Three-Point Hitches. *Trans. of The ASEA.* s.226-232.
- Cooper, A.W., Trowse, A.C., Dumas, W.T., 1969. Controlled Traffic in Row Crop Production. In: *Proceeding of the Seventh International Congress of CIGR*, Baden-Baden, Germany, s.1-6.
- Craig, R.F., 1984. *Soil Mechanics (Third Edition)*. Wokingham, England. Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd.
- Dinçer, H., 1970. Tarla Alet ve Makinalarının İş başarıları Hesaplanmasında Pratik Metod. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi/ Journal of the Faculty of Agriculture*, Cilt 1 Sayı 2.s.49-62. Erzurum.
- Evcim, Ü., 1984. Elektronik Çeki Kuvveti Ölçme Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü Seti. *Seminer Notu*, s.18. 15-18 Mayıs, İzmir.
- Flowers, M.D., Lal, R., 1998. Axle Load and Tillage Effects on Soil Physical Properties and Soybean Grain Yield on a Mollic Ochraqualf in Orthwest Ohio. *Soil Till. Res.* 48, s.21-35.
- Garner, 1991. Draught Condition Energy Requirement and Subsoiling Effectiveness for Selected Deep Tillage Implements, *Transactions of the ASAE*, Vol. 34 (5).
- Graham, W.D, Gaultney, L.D., Cullum, R.F., 1990. Tractor Instrumentation for Tillage Research. *Trans. of The ASEA.*s.24-28.
- Grevis-James, I.W., De Voe, D.R., Bloome, P.D., Batchelder, D.G., Lambert, B.W., 1983. Microcomputer-Based Data Acquisition for Tractors. *Transaction of The ASEA.* s.692-695.
- Gürsel, K.T., Köftecioğlu, E.Y., 2006. İki Soklu Kulaklı Pulluk Elemanlarının Yapısal Analizi. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, İzmir, s.46-55.

- Hamza, M.A., Anderson, W.K., 2005. Soil Compaction in Cropping Systems. A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Tillage Res.* 82, s.121–145.
- Hartge, K.H., Stewart, B.A. 1995. *Soil Structure, Its Development and Function*, s.393. Lewis Publisher, New York.
- Işık, A., 1988. Sulu Tarımda Kullanılan Mekanizasyon Araçlarının Optimum Makine ve Güç Seçimine Yönelik İşletme Değerlerinin Belirlenmesi ve Uygun Seçim Modellerinin Oluşturulması Üzerinde Bir Araştırma (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayın No:108. Adana.
- Jones, A.J., E.C. Dickey, D.D. Eisenhauer ve R.A. Wiese, 1997. Identification of Soil Compaction and Its Limitations to Root Growth. Published by Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. <http://www.ianr.unl.edu/pubs/soil/g831.htm>
- Jones, A.J., R.A. Wiese ve E.C. Dickey 1999. Management Strategies to Minimize and Reduce Soil Compaction. Published by Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln. <http://www.ianr.unl.edu/pubs/Soil/g896.htm>
- Jorajuria, D., Draghi, L., Aragon, A., 1997. The Effect of Vehicle Weight on the Distribution of Compaction with Depth and the Yield of Lolium/Trifolium Grassland. *Soil Tillage Research* 41, s.1–12.
- Keçecioglu, G. ve Gülsoylu, E., 2002. Toprak İşleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Ders Kitabı, Yayın No: 545. Ege Üniversitesi Matbaası. s.265, İzmir.
- Kendal, C.K., Nachigal, C.L., Dooley, J.H., 1984. Three-Point Hitch Dynamometer Data Acquisitions System. Winter Meeting of The ASEA. ASEA s.84-1596, St Joseph, MI-49085-9659.
- Kirişçi, V. 1999a. Toprak İşleme Mekanizasyonu Ders Notları (Yayınlanmamış). Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Balcalı, Adana.
- Kirişçi, V. 1999b. Pulluk Tabanı ve Dipkazan Kullanımı. *Cine Tarım Dergisi*. Sayı:17, Adana.
- Kirişçi, V., Korucu, T., 2001. Ekolojik Tarımda Toprak İşleme Uygulamaları. *Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu Bildiri Kitabı*, Antalya, s.144-160.
- Kirkegaard, J.A., So, H.B., Troedson, R.J., Wallis, E.S., 1992. The Effect of Compaction on the Growth of Pigeonpea on Clay Soils. I. Mechanisms of crop response and seasonal effects on a Vertisol in a sub-humid environment. *Soil Tillage Res.* 24, s.107–127.
- Kok, H., Taylor, R.K., Lamond, R.E., Kessen, S. 1996. *Soil Compaction Problems and Solutions*. [www.oznet.ksu.edu/library/CRPSL2/AF115.pdf](http://www.oznet.ksu.edu/library/CRPSL2/AF115.pdf)

- Korucu, T., 2002. Çukurova Bölgesinde İkinci Ürün Mısırın Doğrudan Ekim Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Korucu, T., Kirişçi, V., Selvi, K.Ç., 2003. Toprak Sıkışmasını Azaltmaya Yönelik Traktör ve Makina Kullanım İlkeleri, Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi, 3-5 Eylül 2003, 172-178, Konya.
- Korucu, T., Arslan, S., Aybek, A., Say, S.M., Üçgül, M., 2007a. Çeki Kuvveti Ölçüm Setinin Oluşturulması İçin Alt Yapı Hazırlığı, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Araştırma Projeleri Yönetim Birimi, Proje No: 2005/5.
- Korucu, T., Arslan, S., Dikici H., Tanrıverdi, Ç., 2007b. Hasat Sonrası Dönemin ve Anız Yakmanın Toprak Penetrasyonu ve Nem İçeriği Değişimine Etkisi, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 3(1), s.41-49.
- Korucu, T., Arslan, S., 2008. Kültivatör Uç Demirlerinde Farklı Aşınma Oranları ve İlerleme Hızlarının Çeki Kuvvetine Etkisi. KSÜ Fen Bilimleri Mühendislik Dergisi, 11(1), s.82-88.
- Korucu, T., 2011. Toprak İşleme Ders Notları (Yayınlanmamış). Kahramanmaraş Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Malinaları Bölümü, Kahramanmaraş.
- Küçüksarıyıldız, H., 2006. Traktörlerde Çeki Performansı Üzerine Bazı Faktörlerin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Lyne, P.W., Meiring, P., 1977. A Wheel Slip Meter for Traction Studies. Trans. of The ASEA. s.238-240.
- Marshall, D., Buckley, DJ., 1984. Design, Development and Testing of a Magnetic Bubble- Based Tractor Data Acquisition System. Winter Meeting of The ASEA. ASEA. s.84-1628, St. Joseph, MI-49085-9559
- Masle, J., Passioura, J.B., 1987. Effect of Soil Strength on the Growth of Wheat Seedlings. Aust. J. Plant Physiol. 14:643-656.
- Önal, İ., 2003. Toprağın Fiziksel Kalite (Soil Tilth) İndeksi ve Toprak İşleme Performansının Belirlenmesinde Kullanılması, Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı, İzmir-Türkiye, s.57-96.
- Pagliai, M., Marsili, A., Servadio, P., Vignozzi, N., Pellegrini, S., 2003. Changes in Some Physical Properties of a Clay Soil in Central Italy Following the Passage of Rubber Tracked and Wheeled Tractors of Medium Power. Soil Till. Res. 73, s.119-129
- Panayiotopoulos, K.P., Papadopoulou C.R., Hatjiioannidou, A., 1994. Compaction and Penetration Resistance of an Alfisol and Entisol and Their Influence on Root Growth of Maize Seedlings. Soil Tillage Res. 31: s.323-337.
- Peet, M., 2002. Managing Soil Physical Characteristics.  
[http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/soil/phy\\_char.html](http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/soil/phy_char.html)

- Petersen, M. ve P. AYERS, 1999.  
<http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/PUBS/CROPS/00519.html>.
- Poincelot, R.P., 1986. Toward a More Sustainable Agriculture. AVI Publ., Westport. CT
- Porterfield, J.W., Carpenter, T.G. 1986. Soil Compaction: An Index of Potential Compaction for Agricultural Tires. Transactions of the ASAE Vol. 29(4): s.917-922.
- Radford, B.J., D.F. Yule, D. McGarry, C. Playforf, 2001. Crop Responses to Applied Soil Compaction and to Compaction Repair Treatments. Soil and tillage research, 61: s.157-166.
- Raper, R.L., Reeves, D.W., Burt, E.C., 1998. Using in-Row Subsoiling to Minimize Soil Compaction Caused by Traffic. J. Cotton Sci. 2, s.130–135.
- Reid, J.T., 1979. A System for Measuring Tractor Fuel Use on Small Plots. Trans of The ASEA. s.57-58.
- Richard, G., Cousin, I., Sillon, J.F., Bruand, A., Gue´rif, J., 2001. Effect of Compaction on the Porosity of a Silty Soil: Influence on Unsaturated Hydraulic Properties. Eur. J. Soil Sci. 52, s.49–58.
- Sabancı, A. 1993. Tarım Traktörleri Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No:46, Adana.
- Selvi, K.Ç., Kirişçi, V., Korucu, T., 2003. Pamuk Üretiminde Pulluk Tabanının Toprak Dinamiği Açısından Etkiler. Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi, 3-5 Eylül.
- Turgut, B., Aksakal, E.L., Öztaş. T., 2008. Babagil, G.E., Penetrasyon Direncine Etki Eden Toprak Özelliklerine Ait Etki Katsayılarının Çoklu Regresyon Analizi ile Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Dergisi. 39 (1), s.115-121, Erzurum.
- Upadhyaya, S.K., Kemble, L.J., Collins, N.E. and F.A. Camargo, Jr., 1985. Accuracy of Mounted Implement Draft Prediction Using Strain Gages Mounted Directly on Three-Point Linkage System. Transactions of the ASAE, Vol. 28 (1). s.209.
- Upadhyaya, S.K., Williams, T.H., Kemble, L.J. and N.E. Collins, 1984. Energy Requirements for Chiseling in Coastal Plain Soils. Transactions of the ASAE, Vol. 27 (6).
- Wilhelm, L.R., Tompkins, F.D., Cantrell, M.W., 1981. Software for A Mounted Data Acquisition System. Winter Meeting of The ASEA. ASEA s.81-1576, St. Joseph, MI-49085-9659.
- Yalçın, H., Çakır, E., 2005. Tillage Effects And Energy Efficiencies of Subsoiling and Direct Seeding in Light Soil on Yield On Second Crop Corn for Silage in Western Turkey.

- Yalçın, H., Çakır, E., Gülsoylu, E., Keçecioğlu, G., 2001. Tohum Yatağı Hazırlamada Uygulanan Farklı Toprak İşleme Yöntemleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38(1): s.71-78.
- Yalçın, H., Demir, V., Uçucu, R., 1996. Çizel Aktif Organlarının Farklı Diziliş Konumlarında ve Farklı Çalışma Hızlarında İşlevsel Etkinliğinin (Toprağa Erkisinin) ve İşletme Karakteristiklerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt:33 Sayı:2-3.
- Yalçın, H., E. Çakır, H. Akdemir, T. Öcel, H. Soya, 2003. “Doğrudan Ekim ve Dipekazan Uygulamalarının İkinci Ürün Mısırdaki Verime Etkileri”, Tarımsal Mekanizasyon 21.Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, s.167-171, 3-5 Eylül 2003, Konya.
- Zhang, S., H. Grip, L. Lövdahl, 2006. Effect of Soil Compaction on Hydraulic Properties of Two Loess in China. Soil & Tillage Research 90: s.117-125.

## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel Bilgiler**

Adı, soyadı : Nuri ORHAN  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 27.03.1986 Çayıralan/Yozgat  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 0-542-4947596  
Faks :  
e-posta : [orhan6638@hotmail.com](mailto:orhan6638@hotmail.com).

### **Eğitim**

<b>Derece</b>	<b>Eğitim Birimi</b>	<b>Mezuniyet tarihi</b>
Yüksek lisans	KSÜ / Tarım Makinaları	2011
Lisans	KSÜ/ Tarım Makinaları	2008
Lise	75. Cumhuriyet Lisesi	2002

### **Yabancı Dil**

İngilizce

### **Hobiler**

Spor yapmak, kitap okumak, müzik dinlemek.