

155594

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

BUĞDAY TARIMINDA KULLANILAN BAZI BİRİNCİL TOPRAK
İŞLEME ALETLERİNDE DEĞİŞİK YAPISAL ÖZELLİKLERİN
TOPRAĞIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE, İŞ BAŞARISINA, ÇEKİ
GÜCÜ VE YAKIT TÜKETİMİNE ETKİLERİ

Mustafa Gökalep BOYDAŞ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

ERZURUM
2004

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Nihat TURGUT danışmanlığında, Mustafa Gökalp BOYDAŞ tarafından hazırlanan bu çalışma 26/11/2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hasan BAL

İmza : H. Bal

Üye : Prof. Dr. Nihat TURGUT

İmza : Nihat Turgut

Üye : Prof. Dr. Yücel ERKMEN

İmza : Y. Ermen

Üye : Prof. Dr. Mazhar KARA

İmza : M. Kara

Üye : Prof. Dr. İbrahim ÖRÜNG

İmza : İ. Örüng

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(imza)

...M. Ermen...

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

BUĞDAY TARIMINDA KULLANILAN BAZI BİRİNCİL TOPRAK İŞLEME
ALETLERİNDE DEĞİŞİK YAPISAL ÖZELLİKLERİN TOPRAĞIN FİZİKSEL
ÖZELLİKLERİNE, İŞ BAŞARISINA, ÇEKİ GÜCÜ VE YAKIT TÜKETİMİNE ETKİLERİ

Mustafa Gökalep BOYDAŞ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nihat TURGUT

Toprak işleme bitki üretimine, toprak özelliklerine ve çevreye etkisinden dolayı tarımdaki temel agroteknik işlemlerden biridir. Hasattan sonra yapılan ilk toprak işleme birincil toprak işleme olarak adlandırılır ve tarımsal işlemler içinde önemli bir yere sahiptir. Bu çalışma ile bölgemiz buğday tarımı için en uygun birincil toprak işleme aletlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla denemede kültürform kulaklı pulluk, ızgara kulaklı pulluk, diskli pulluk, çizel pulluk hem tek tek hem de döner tırmık kombinasyonu ile kullanılmıştır. Denemede bu aletler, 1.25, 1.50 ve 1.75 m/s traktör ilerleme hızlarında ve 20 cm iş derinliğinde çalıştırılmış; toprak fiziksel özellikleri, bitki çıkışları, yabancı ot çıkışları, aletlerin çeki kuvveti ve çeki gücü gereksinimleri, traktör yakıt tüketimi ve aletlerin efektif iş başarıları açısından karşılaştırılmıştır.

Çizel pulluğun toprak nemini koruması, iş başarısının yüksek olması, yakıt tüketiminin ve özgül çeki kuvvetinin düşük, bitki çıkışının hızlı olması avantaj sağlarken toprak hacim ağırlığının, penetrasyon direncinin ve yabancı ot çıkışlarının diğer aletlere göre fazla olduğu görülmüştür. Izgara kulaklı pulluğun kültürform kulaklı pulluğa göre daha iyi sonuçlar verdiği, diskli pullukta ise çeki kuvveti ve yakıt tüketimi değerlerinin diğer aletlerden yüksek çıktığı belirlenmiştir. Birincil toprak işleme aletleriyle kullanılan döner tırmıklar toprağın fiziksel özelliklerini ve bitki çıkışlarını olumlu yönde etkilemişlerdir. Ayrıca döner tırmığın çeki gücüne, yakıt tüketimine ve iş başarısına olan etkilerinin düşük olması, döner tırmığın birincil toprak işleme aletleriyle birlikte kullanılmasında avantaj sağlamıştır.

2004, 211 sayfa

Anahtar kelimeler: Birincil toprak işleme, toprağın fiziksel özellikleri, çeki kuvveti, yakıt tüketimi, buğday çıkışı, yabancı ot, iş başarısı

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

EFFECT OF DIFFERENT STRUCTURAL PROPERTIES OF SOME PRIMARY SOIL TILLAGE IMPLEMENTS USED IN WHEAT PRODUCTION ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES, FIELD CAPACITY, DRAWBAR POWER AND FUEL CONSUMPTION

Mustafa Gökcalp BOYDAŞ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Nihat TURGUT

Soil tillage is one of the fundamental agrotechnical operations in agriculture because of its influence on soil properties, environment and crop production. Primary soil tillage is the first working after last harvest and has a very important role in agriculture workings. Determination of the most suitable primary soil tillage implements for wheat production in our region is aimed with the study. Therefore, conventional moldboard plow, slatted moldboard plow, disk plow and chisel plow were experimented both separately and with the combination of rotary harrow. Travel speeds and tillage depth used for each soil tillage implements were 1.25, 1.50, 1.75 m/s and 20 cm. Soil physical properties, wheat emergence, weed emergence, draught force and power, fuel consumption and field capacity in the travel speeds and tillage depth were determined.

Advantage of chisel plow was that soil moisture stored, fuel consumption and specific draught power were low and wheat emergences were fast, but bulk density, penetration resistance and weed emergences were higher than those of the other implements. Results indicate that slatted moldboard plow was significantly better than conventional moldboard plow. Draught force and fuel consumption of disk plow was higher than those of the other implements. Rotary harrow used with primary soil tillage implement caused positive effect on soil physical properties and wheat emergence. In addition, it didn't significantly affect draught power, fuel consumption and field capacity. Therefore, combination of primary soil tillage and rotary harrow had an important advantage.

2004, 211 page

Key words: Primary soil tillage, soil physical properties, draught force, fuel consumption, wheat emergence, weed emergence, field capacity

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışma Atatürk Üniversitesi Fon Saymanlığı tarafından desteklenmiştir. Deneme alanı Tarımsal Araştırma ve Yayın Merkezi Müdürlüğünce tahsis edilmiş olup, deneme Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü'nde yapılmıştır.

Bu araştırmanın yürütülmesinde, denemelerde kullanılan aletlerin hazırlanmasından sonuçların değerlendirilmesine kadar çalışmanın her aşamasında ilgi, yardım ve çalışmalarından dolayı çok değerli hocam sayın Prof. Dr. Nihat TURGUT'a,

Görüş ve önerilerinden faydalandığım hocalarım sayın Prof. Dr. Mazhar KARA'ya, sayın Prof. Dr. İbrahim ÖRÜNG'e ve sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÇELİK'e,

Araştırmada kullanılan kuvvet ölçüm setinin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Bölümü Öğretim Üyesi sayın Prof. Dr. Hasan EFEOĞLU'na,

Toprak analizlerinin yapılmasına yardım ve ilgilerini esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Öğretim Üyeleri sayın Doç. Dr. Mustafa Y. CANBOLAT, sayın Yrd. Doç. Dr. Adil AYDIN ve Öğretim Elemanı sayın Arş. Gör. Kenan BARİK'e,

Araştırmada kullanılan ekipmanların hazırlanmasına ve yardımlarından dolayı bölümümüz atölyesi çalışanları sayın Veysel PİRİM, sayın Kadir AKÇİL ve sayın Semahattin ZENİT'e,

Yardımlarını esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Mustafa OKUROĞLU ile teknisyen sayın Hasan YAZICI'ya ve emeği geçen herkese içtenlikle teşekkür ederim.

Mustafa Gökalp BOYDAŞ

Kasım 2004

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	37
3.1. Materyal	37
3.1.1. Deneme Alanı.....	37
3.1.2. Araştırma Bölgesi İklim Yapısı.....	39
3.1.3. Birincil Toprak İşleme	40
3.1.3.1. Kültürform Kulaklı Pulluk (KP) ve Kültürform Kulaklı pulluk+Döner Tırmık.....	41
3.1.3.2. Izgara Kulaklı Pulluk (IP) ve Izgara Kulaklı Pulluk+Döner Tırmık.....	47
3.1.3.3. Diskli Pulluk (DP) ve Diskli Pulluk+Döner Tırmık.....	49
3.1.3.4. Çizel Pulluk (ÇP) ve Çizel Pulluk+Döner Tırmık.....	51
3.1.4. Deneme Traktörü.....	54
3.1.5. Denemede Kullanılan Ekim Makinası.....	54
3.1.6. Denemede Kullanılan Diskli Tırmık.....	56
3.1.7. Denemede Kullanılan Tohumluk Buğday.....	57
3.1.8. Denemede Kullanılan Gübreler.....	57
3.2. Yöntem.....	58
3.2.1. Denemenin Düzenlenmesi ve Yürütülmesi.....	58
3.2.2. Toprak Parçalanma Değerinin Belirlenmesi.....	58
3.2.3. Toprak Hacim Ağırlığının ve Porozitenin Belirlenmesi.....	60
3.2.4. Toprak Nem Miktarının Belirlenmesi.....	62
3.2.5. Toprak Penetrasyon Direncinin Belirlenmesi.....	63

3.2.6. Buğday Filiz Çıkışının Belirlenmesi.....	65
3.2.7. Yabancı Ot Çıkışlarının Belirlenmesi.....	66
3.2.8. Traktör Çeki Kuvvetinin ve Gücünün Belirlenmesi.....	66
3.2.9. Traktör Yakıt Tüketiminin Belirlenmesi.....	69
3.2.10. Traktör İlerleme Hızının Belirlenmesi.....	70
3.2.11. Birincil Toprak İşleme Aletlerinin Efektif İş Genişliklerinin ve Efektif İş Başarılarının Belirlenmesi.....	71
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	72
4.1. Toprak Parçalanma Değerine İlişkin Sonuçlar.....	72
4.2. Toprak Hacim Ağırlığına İlişkin Sonuçlar.....	91
4.3. Poroziteye İlişkin Sonuçlar.....	111
4.4. Toprak Nemine İlişkin TDR Sonuçları.....	131
4.5. Toprak Penetrasyon Direncine İlişkin Sonuçlar.....	150
4.6. Buğday Filiz çıkışlarına İlişkin Sonuçlar.....	165
4.7. Yabancı Ot Çıkışlarına ilişkin Sonuçlar.....	173
4.8. Traktör Çeki Kuvveti ve Çeki Gücüne İlişkin Sonuçlar.....	176
4.9. Traktör Yakıt Tüketimine İlişkin Sonuçlar.....	187
4.10. Efektif İş Başarısına İlişkin Sonuçlar.....	191
5. SONUÇ.....	195
KAYNAKLAR.....	201
ÖZGEÇMİŞ.....	211

SİMGELER DİZİNİ

A	: Konik uç taban alanı
ASAE	: The american society of agricultural engineers
b_e	: Aletin efektif iş genişliği
c	: Santi
°C	: Celcius
ÇP	: Çizel pulluk
ÇPT	: Çizel pulluk+döner tırmık
ÇOI	: Çıkış oran indeksi
d	: Devir
d	: Desi
D_n	: Ekimden sonraki gün sayısı
da	: Dekar
DAP	: Diamonyum fosfat
D_b	: Hacim ağırlığı
D_p	: Toprak özgül ağırlığı
DP	: Diskli pulluk
DPT	: Diskli pulluk+döner tırmık
EÇZ	: Toprak işleyerek bir gidiş ve bir dönüş için efektif çalışma zamanı
F	: Penetrometre göstergesinde okunan kuvvet değeri
FDR	: Frequency domain reflectometry
F_g	: Efektif iş başarısı
GPS	: Global pozisyonlama sistemi
g	: Gram
h	: Saat
ha	: Hektar
IP	: Izgara kulaklı pulluk
IPT	: Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık
KP	: Kültürform kulaklı pulluk
KPT	: Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık
k	: Kilo
L	: Litre
L_p	: Parsel boyu
m	: Metre
min	: Minute
M	: Mega
MDW	: Toprak parçacıklarının ortalama ağırlıklı çapı
N	: Azot
N	: Newton
N_n	: Bir önceki sayımla bir sonraki sayım arasında çıkan yeni bitkilerin sayısı
$N_ç$	: Çeki gücü
OÇS	: Ortalama çıkış süresi
P_2O_5	: Bitkiye yararlı fosfor
$P_ç$	: Çeki kuvveti

PD	: Penetrasyon direnci
pF	: Santimetre cinsinden su sütunu yüksekliği halinde ifade edilen toprak nem basıncının logaritması
PH	: Toprak reaksiyonu
s	: Saniye
S	: Siemens
S _t	: Toplam porozite
TDR	: Time domain reflektometry
V	: Volt
v	: İlerleme hızı
V _h	: Örnek silindirin hacmi
W	: Watt
W _i	: Analiz edilen örneğin toplam kuru ağırlığının i' inci ölçü bölgesindeki parçacıkların ağırlığı
W _k	: Örnek toprağın fırın kuru ağırlığı
X _i	: Elek tarafından ayrılan i' inci parçacıkların herhangi bir partikül boyut grubunun ortalama çapı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kulaklı pulluk gövdesi ve parçaları.....	8
Şekil 2.2. Diskli pullukta yön ve durum açısı.....	10
Şekil 2.3. Kulaklı pullukta zamana bağlı olarak çeki kuvveti değişimi (denemelerden alınmıştır).....	34
Şekil 3.1. Deneme alanının parsellendikten sonraki hali.....	37
Şekil 3.2. Deneme alanının buğdayın sapa kalkma dönemindeki hali.....	38
Şekil 3.3. Denemede kullanılan kültürform kulaklı pulluk.....	43
Şekil 3.4. Denemede kullanılan kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyonu.....	43
Şekil 3.5. Döner tırmık bataryasına ait teknik özellikler.....	45
Şekil 3.6. Kültürform kulaklı pulluk, ızgara kulaklı pulluk ve diskli pullukta kullanılan döner tırmık bataryalarının tertip şekli	45
Şekil 3.7. Denemede kullanılan disk keski.....	46
Şekil 3.8. Izgara kulağın teknik ölçütleri	47
Şekil 3.9. Denemede kullanılan ızgara kulaklı pulluk.....	48
Şekil 3.10. Denemede kullanılan ızgara kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyon	48
Şekil 3.11. Denemede kullanılan diskli pulluk.....	49
Şekil 3.12. Denemede kullanılan diskli pulluk+döner tırmık kombinasyonu.....	50
Şekil 3.13. Denemede kullanılan çizel pulluk.....	51
Şekil 3.14. Yaylı çizel ayağın teknik özellikleri.....	52
Şekil 3.15. Çizel pullukta kullanılan döner tırmık bataryalarının tertip şekli.....	53
Şekil 3.16. Denemede kullanılan çizel pulluk+döner tırmık kombinasyonu.....	54
Şekil 3.17. Denemede kullanılan üniversal kombine ekim makinası.....	55
Şekil 3.18. Denemede kullanılan diskli tırmık ve tapan.....	56
Şekil 3.19. Laboratuarda kurumaya bırakılan toprak örneklerinden bir kısmı.....	59
Şekil 3.20. Parçalanma analizinde kullanılan elek setleri (a) sürümden sonra, (b) ekimden sonra.....	60
Şekil 3.21. Hassas terazi ve elek sarsıcı.....	60
Şekil 3.22. Toprak hacim ağırlığı ve porozitenin belirlenmesinde kullanılan ekipmanlar.....	61
Şekil 3.23. Field Scout TDR 300 nem ölçüm cihazı.....	62
Şekil 3.24. Toprak penetrometresi.....	64
Şekil 3.25. Yabancı ot çıkışlarının sayımında kullanılan çerçeve.....	66
Şekil 3.26. Denemede kullanılan kuvvet sensörleri.....	67

Şekil 3.27. Kuvvet sensörleri kalibrasyon düzeneği.....	68
Şekil 3.28. Denemede kullanılan yakıt ölçer.....	69
Şekil 3.29. Denemede kullanılan hız radarı.....	70
Şekil 4.1. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı.....	76
Şekil 4.2. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı.....	77
Şekil 4.3. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı.....	77
Şekil 4.4. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı.....	78
Şekil 4.5. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı.....	84
Şekil 4.6. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı.....	84
Şekil 4.7. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı.....	85
Şekil 4.8. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı.....	85
Şekil 4.9. Sürümden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama ağırlıklı çap değişimi.....	89
Şekil 4.10. Sürümden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama ağırlıklı çap değişimi.....	89
Şekil 4.11. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama ağırlıklı çap değişimi.....	90
Şekil 4.12. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama ağırlıklı çap değişimi.....	90
Şekil 4.13. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Mayıs).....	98
Şekil 4.14. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Mayıs).....	98
Şekil 4.15. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Mayıs).....	99
Şekil 4.16. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Mayıs).....	99
Şekil 4.17. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Haziran)....	100
Şekil 4.18. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Haziran)....	100
Şekil 4.19. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Haziran)....	101
Şekil 4.20. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Haziran)....	101
Şekil 4.21. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Temmuz)...	102
Şekil 4.22. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Temmuz)...	102
Şekil 4.23. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Temmuz)...	103
Şekil 4.24. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Temmuz)...	103
Şekil 4.25. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Ağustos)....	104
Şekil 4.26. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Ağustos)....	104
Şekil 4.27. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Ağustos)....	105
Şekil 4.28. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Ağustos)....	105

Şekil 4.29. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı	108
Şekil 4.30. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı.....	109
Şekil 4.31. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı	109
Şekil 4.32. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı	110
Şekil 4.33. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Mayıs).....	118
Şekil 4.34. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Mayıs).....	118
Şekil 4.35. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Mayıs).....	119
Şekil 4.36. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Mayıs).....	119
Şekil 4.37. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Haziran).....	120
Şekil 4.38. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Haziran).....	120
Şekil 4.39. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Haziran).....	121
Şekil 4.40. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Haziran).....	121
Şekil 4.41. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Temmuz).....	122
Şekil 4.42. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Temmuz).....	122
Şekil 4.43. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Temmuz).....	123
Şekil 4.44. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Temmuz).....	123
Şekil 4.45. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Ağustos).....	124
Şekil 4.46. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Ağustos).....	124
Şekil 4.47. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Ağustos).....	125
Şekil 4.48. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Ağustos).....	125
Şekil 4.49. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri ..	128
Şekil 4.50. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri...	129
Şekil 4.51. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri...	129
Şekil 4.52. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri...	130
Şekil 4.53. Kültürform kulaklı pullukta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	144
Şekil 4.54. Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmıkta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	144
Şekil 4.55. Izgara kulaklı pullukta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	145
Şekil 4.56. Izgara kulaklı pulluk+döner tırmıkta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	145
Şekil 4.57. Diskli pullukta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	146
Şekil 4.58. Diskli pulluk+döner tırmıkta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	146

Şekil 4.59. Çizel pullukta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	147
Şekil 4.60. Çizel pulluk+döner tırmıkta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	147
Şekil 4.61. Zamana ve yağışa bağlı olarak 0-12 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	148
Şekil 4.62. Zamana ve yağışa bağlı olarak 0-12 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	148
Şekil 4.63. Zamana ve yağışa bağlı olarak 0-12 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	149
Şekil 4.64. Zamana ve yağışa bağlı olarak 0-12 cm aralığında toprak nemindeki değişim.....	149
Şekil 4.65. Mayıs ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	159
Şekil 4.66. Mayıs ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	159
Şekil 4.67. Mayıs ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	160
Şekil 4.68. Mayıs ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	160
Şekil 4.69. Temmuz ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	161
Şekil 4.70. Temmuz ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	161
Şekil 4.71. Temmuz ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	162
Şekil 4.72. Temmuz ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	162
Şekil 4.73. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	163
Şekil 4.74. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	163
Şekil 4.75. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki.....	164
Şekil 4.76. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki	164
Şekil 4.77. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama çıkış süresi, çıkış oran indeksi ve metrekaresindeki bitki sayısı.....	169
Şekil 4.78. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama çıkış süresi, çıkış oran indeksi ve metrekaresindeki bitki sayısı.....	170
Şekil 4.79. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama çıkış süresi, çıkış oran indeksi ve metrekaresindeki bitki sayısı.....	170
Şekil 4.80. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama çıkış süresi, çıkış oran indeksi ve metrekaresindeki bitki sayısı.....	171
Şekil 4.81. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama çıkış süresi.....	171

Şekil 4.82. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak çıkış oran indeksi....	172
Şekil 4.83. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak metrekaresindeki bitki sayısı.....	172
Şekil 4.84. Alet tiplerine ve traktör ilerleme hızına göre metrekaresindeki yabancı ot sayıları.....	175
Şekil 4.85. Çeki kuvvetinin traktör ilerleme hızıyla değişimi.....	183
Şekil 4.86. Çeki kuvvetinin traktör ilerleme hızıyla değişimi.....	183
Şekil 4.87. Çeki gücünün traktör ilerleme hızıyla değişimi.....	184
Şekil 4.88. Çeki gücünün traktör ilerleme hızıyla değişimi.....	184
Şekil 4.89. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak çeki kuvveti değerleri.....	185
Şekil 4.90. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak çeki gücü değerleri...	185
Şekil 4.91. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak özgül çeki kuvveti değerleri.....	186
Şekil 4.92. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak özgül çeki gücü değerleri.....	186
Şekil 4.93. Yakıt tüketiminin traktör ilerleme hızıyla değişimi.....	189
Şekil 4.94. Yakıt tüketiminin traktör ilerleme hızıyla değişimi.....	190
Şekil 4.95. Alet tipi ve traktör ilerleme hızına göre ortalama yakıt tüketimi.....	190
Şekil 4.96. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak efektif iş başarısı değerleri.....	194

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Deneme alanına ait toprak özellikleri	38
Çizelge 3.2. Deneme bölgesine ait aylık toplam yağış (mm), aylık ortalama sıcaklık (°C) ve aylık ortalama nem (%).....	39
Çizelge 3.3 Denemede kullanılan kültürform kulaklı pulluğa ait teknik özellikler..	42
Çizelge 3.4. Döner tırmığa ait teknik özellikler.....	44
Çizelge 3.5. Disk keskiye ait teknik özellikler.....	46
Çizelge 3.6. Denemede kullanılan diskli pulluğa ait teknik özellikler.....	49
Çizelge 3.7. Denemede kullanılan çizel pulluğa ait teknik özellikler.....	52
Çizelge 3.8. Çizel pullukta kullanılan döner tırmığa ait teknik özellikler.....	53
Çizelge 3.9. Üniversal kombine ekim makinasına ait teknik özellikler.....	55
Çizelge 3.10. Diskli tırmığa ait teknik özellikler.....	56
Çizelge 3.11. Spectrum Field Scout TDR 300' e ait teknik özellikler.....	62
Çizelge 3.12. Yakıt ölçere ait teknik özellikler.....	70
Çizelge 4.1. Sürümünden sonra çap gruplarına göre toprak parçacık (%) değerleri...	72
Çizelge 4.2. Sürümünden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre varyans analizi sonuçları.....	73
Çizelge 4.3. Sürümünden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre varyans analizi sonuçları.....	73
Çizelge 4.4. Sürümünden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	74
Çizelge 4.5. Sürümünden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	75
Çizelge 4.6. Ekimden sonra çap gruplarına göre toprak parçacık (%) değerleri.....	79
Çizelge 4.7. Ekimden sonra çap gruplarına göre toprak parçacık (%) değerleri.....	80
Çizelge 4.8. Ekimden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre varyans analizi sonuçları.....	80
Çizelge 4.9. Ekimden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre varyans analizi sonuçları.....	81
Çizelge 4.10. Ekimden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre varyans analizi sonuçları.....	81
Çizelge 4.11. Ekimden sonra parçacık çap gruplarına göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	82
Çizelge 4.12. Ekimden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	83
Çizelge 4.13. Sürümünden sonra ve ekimden sonra ortalama ağırlıklı çap değerleri ..	86
Çizelge 4.14 Sürümünden sonra ortalama ağırlıklı çapa ilişkin varyans analizi sonuçları.....	87

Çizelge 4.15. Ekimden sonra ortalama ağırlıklı çapa ilişkin varyans analizi sonuçları.....	87
Çizelge 4.16. Sürümünden sonra ve ekimden sonra ortalama ağırlıklı çap değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	88
Çizelge 4.17. Toprak hacim ağırlığı ortalama değerleri (g/cm ³).....	91
Çizelge 4.18. Toprak hacim ağırlığı ortalama değerleri (g/cm ³).....	92
Çizelge 4.19. Mayıs ayı toprak hacim ağırlığı varyans analizi sonuçları.....	93
Çizelge 4.20. Haziran ayı toprak hacim ağırlığı varyans analizi sonuçları.....	93
Çizelge 4.21. Temmuz ayı toprak hacim ağırlığı varyans analizi sonuçları.....	93
Çizelge 4.22. Ağustos ayı toprak hacim ağırlığı varyans analizi sonuçları.....	94
Çizelge 4.23. Toprak hacim ağırlığına ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	95
Çizelge 4.24. Toprak hacim ağırlığına ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	96
Çizelge 4.25. Ekimden sonra toprak hacim ağırlığı ortalama değerleri (g/cm ³).....	106
Çizelge 4.26. Ekimden sonra toprak hacim ağırlığı varyans analizi sonuçları.....	107
Çizelge 4.27. Ekimden sonra toprak hacim ağırlığına ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	107
Çizelge 4.28. Porozite ortalama değerleri (%).....	111
Çizelge 4.29. Porozite ortalama değerleri (%).....	112
Çizelge 4.30. Mayıs ayı porozite varyans analizi sonuçları.....	113
Çizelge 4.31. Haziran ayı porozite varyans analizi sonuçları.....	113
Çizelge 4.32. Temmuz ayı porozite varyans analizi sonuçları.....	113
Çizelge 4.33. Ağustos ayı porozite varyans analizi sonuçları.....	114
Çizelge 4.34. Poroziteye ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	115
Çizelge 4.35. Poroziteye ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	116
Çizelge 4.36. Ekimden sonra porozite ortalama değerleri (%).....	126
Çizelge 4.37. Ekimden sonra poroziteye ilişkin varyans analizi sonuçları.....	127
Çizelge 4.38. Ekimden sonra poroziteye ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	127
Çizelge 4.39. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri (%).....	132
Çizelge 4.40. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri (%).....	133
Çizelge 4.41. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri (%).....	134
Çizelge 4.42. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları.....	134
Çizelge 4.43. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları.....	135

Çizelge 4.44. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	135
Çizelge 4.45. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları.....	136
Çizelge 4.46. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	136
Çizelge 4.47. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları.....	137
Çizelge 4.48. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	137
Çizelge 4.49. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları.....	138
Çizelge 4.50. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları.....	138
Çizelge 4.51. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	139
Çizelge 4.52. 0-12 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri (%).....	140
Çizelge 4.53. 0-12 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları.....	141
Çizelge 4.54. 0-12 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları.....	141
Çizelge 4.55. 0-12 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	142
Çizelge 4.56. 0-12 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	143
Çizelge 4.57. Mayıs ayı toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri (MPa).....	150
Çizelge 4.58. Temmuz ayı toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri (MPa)...	151
Çizelge 4.59. Mayıs ayı toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları.....	152
Çizelge 4.60. Mayıs ayı toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları.....	152
Çizelge 4.61. Temmuz ayı toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları...	153
Çizelge 4.62. Temmuz ayı toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları...	153
Çizelge 4.63. Mayıs ayı toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	154
Çizelge 4.64. Temmuz ayı toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	155
Çizelge 4.65. Ekimden sonra toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri (MPa).....	156
Çizelge 4.66. Ekimden sonra toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları	157
Çizelge 4.67. Ekimden sonra toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları	157
Çizelge 4.68. Ekimden sonra toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	158
Çizelge 4.69. Ortalama çıkış süresi (OÇS), çıkış oran indeksi (ÇOI) ve metre karedeki ortalama bitki sayısı.....	166

Çizelge 4.70. Ortalama çıkış süresine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	167
Çizelge 4.71. Çıkış oran indeksine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	167
Çizelge 4.72. Metre karedeki ortalama bitki sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	167
Çizelge 4.73. Ortalama çıkış süresine, çıkış oran indeksine ve metrekardeki bitki sayısına ilişkin ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	168
Çizelge 4.74. Yabancı ot ortalama çıkış değerleri (adet/m ²).....	173
Çizelge 4.75. Yabancı ot ortalama çıkış değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	174
Çizelge 4.76. Yabancı ot miktarına ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	175
Çizelge 4.77. Traktör minimum, maksimum, ortalama ve özgül çeki kuvveti değerleri.....	177
Çizelge 4.78. Traktör minimum, maksimum, ortalama ve özgül çeki gücü değerleri.....	178
Çizelge 4.79. Traktör çeki kuvvetine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	179
Çizelge 4.80. Traktör çeki gücüne ilişkin varyans analizi sonuçları.....	179
Çizelge 4.81. Traktör özgül çeki kuvvetine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	179
Çizelge 4.82. Traktör özgül çeki gücüne ilişkin varyans analizi sonuçları.....	180
Çizelge 4.83. Traktör ortalama çeki kuvvetine, çeki gücüne, özgül çeki kuvvetine ve özgül çeki gücüne ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	180
Çizelge 4.84. Traktör ortalama yakıt tüketimi değerleri (L/ha).....	187
Çizelge 4.85. Traktör ortalama yakıt tüketimine ilişkin varyans analizi sonuçları...	188
Çizelge 4.86. Farklı alet ve hızlarda elde edilen traktör ortalama yakıt tüketimi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	189
Çizelge 4.87. Esas zaman, dönme zamanı ve efektif iş başarısı ortalama değerleri.	192
Çizelge 4.88. Esas zamana ilişkin varyans analizi sonuçları.....	193
Çizelge 4.89. Dönme zamanına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	193
Çizelge 4.90. Efektif iş başarısına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	193
Çizelge 4.91. Esas zaman, dönme zamanı ve efektif iş başarısı ortalama değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	194

1. GİRİŞ

İnsanlık var olduğu günden beri ihtiyaçlarını doğadan karşılamak için doğaya müdahale etmektedir. Zaman içerisinde sayısı ve ihtiyaçları artan insanın doğal kaynaklar ve çevre üzerindeki baskısı fazlaşmış, doğal koşulları kontrol altına aldığı ölçüde refah düzeyi yükselmiştir. İnsan ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için yürütülen her türlü faaliyette kullanılan, kullanılması zorunlu olan, yeniden üretilmeyen ve üretiminde insan oğlunun katkısı olmayan doğal kaynaklardan biri olan toprak hayati bir öneme sahiptir ve kıt kaynaklardandır. Tarımsal açıdan toprak bitkilerin yaşamlarını sürdürdükleri doğal ortam olarak tanımlanabilir.

Dünyada işlenebilir toplam tarım arazisi 3.2 milyar hektardır. Bu miktarın 1.475 milyar hektarında işlemeli tarım yapılmaktadır. Son yıllarda kişi başına tarım arazisi gelişmiş ülkelerde %14.3 gelişmekte olan ülkelerde ise %40 azalmıştır. Uluslararası tarım örgütü (FAO)' ya göre 2020 yılında dünya nüfusu 1.7 milyar artarak, 7 milyara ulaşacaktır. Bu durumda kişi başına düşen tarım arazisi 2020 yılında 0.21 ha, 2050 yılında ise 0.15 ha inecektir (Anonim 2001).

İnsan nüfusunun bu derece artması beraberinde arazi bozulması açısından çok büyük problemleri de meydana getirecektir. Dünyadaki karaların %15'i insanların yanlış faaliyetleri sonucu doğal üretkenliğini kaybetmiştir. Yapılan çalışmalar, dünya arazi varlığının %83.7'sinin su ve rüzgar erozyonu problemi ile karşı karşıya olduğunu arazilerin %12.1'inin kimyasal, %4.2'sinin fiziksel bozulmaya uğradığını göstermektedir. Yanlış arazi kullanımı sonucu dünya arazilerinin %26'sı (1.23 milyar hektar) tahrip olmaktadır. Bu probleme sırasıyla; aşırı otlatma, ormansızlaşma, yanlış tarımsal faaliyetler ve toprağın yanlış kullanımı sebep olmaktadır. Bunun yanında dünya genelinde kuru tarım alanlarının %70.2'si çölleşme ve arazi bozulmasından etkilenmektedir (Anonim 2001).

Türkiye'nin toplam yüz ölçümü 77797127 ha olup bunun %27.3'ünü kuru tarım alanı, %4.6'sını sulı tarım alanı, %1'ini yetersiz sulı tarım alanı, %3.1'ini bağ-bahçe ve özel ürünler, %0.8'ini çayır alanı, %26.8'ini otlak alanı, %19.5'ini orman alanı, %10.3'ünü çalı-funda alanı, %1.2'sini tarım dışı alanlar, %3.9'unu diğer arazi alanları ve %1.5'ini

su yüzeyleri oluşturmaktadır (Anonim 2001). Türkiye yüz ölçümünün %19.5'ini oluşturan Doğu Anadolu Bölgesi'nin toplam yüzölçümü 15098728 ha' dır. Bu arazi varlığının 2426221 ha' ı kuru tarım arazisi, 568657 ha' ı sulu tarım arazisi 57517 ha'ı da bağ ve bahçeliktir (Kaya 1998). Görüldüğü üzere ülkemiz tarımında kuru tarım alanları büyük bir yer tutmakta ve bitki gelişimi için gerekli olan su tamamen yağışlara bağlı olmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesinde karasal iklim hakim olup bölgede kışlar sert ve uzun, yazlar ise serin geçmektedir. Bölge ortalaması olarak rakım 1448 m, yıllık toplam yağış 467 mm, yıllık ortalama sıcaklık ise 7.8 °C' dir. Yağışın önemli bir bölümü kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Erzurum' da yıllık toplam yağış 447 mm olup sadece Nisan ve Mayıs aylarında düşen yağış miktarı toplam yağışın %29'unu oluştururken Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında düşen yağış miktarı toplam yağışın %22'sini oluşturmaktadır (Öztürk vd. 1998, Anonim 2001).

Doğu Anadolu Bölgesi, bölgeye düşen yağışın düzensizliğine ilave olarak son yıllarda kendini hissettirmeye başlayan küresel ısınmayla iklimlerde değişimler olmakta özellikle su kaynaklarının zayıflaması ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi olumsuzluklardan etkilenmektedir. Bu nedenle bölgeye uygun toprak işlemenin iyi tespit edilmesi gerekmektedir.

Tahıllar, insan beslenmesinde doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılan temel ürünlerdir. Dünyada, insanların tükettikleri günlük kaloringin %50'sinden fazlası tahıllarla karşılanmaktadır. Hayvansal besinlerin günlük kalori sağlamadaki yaklaşık payı da %20'dir. Hayvanlar da çoğunlukla bitkisel yemlerle beslendiklerine göre; insanlar günlük besininin yaklaşık ¾'ünü tahıllardan sağlamaktadır. Ülkelerin değişik yaşam düzeyine ve beslenme alışkanlıklarına göre, tahılların toplam besin tüketimi içindeki payı değişmektedir. Bununla birlikte, tahıllar geçmişte ve günümüzde olduğu gibi gelecekte de insanların temel besinini oluşturacak ve nüfus artışı karşısında, tahıl üretimi önemini sürdürecektir (Kün 1988).

Tahıllar grubu içinde yer alan buğday ekiliş, üretim ve değer yönünden tarla bitkileri içinde en önemli yeri almaktadır. Buğday üretimi ülkemizde yaklaşık 2.9 milyon

işletmede yapılmakta olup, 15 milyon civarında insan için geçim kaynağı olmaktadır. Tüketim açısından ise, ülkemizin tüm nüfusunu ilgilendirmektedir (Ulusoy 2002).

Ülkemizde üretimi yapılan tahıl ürünleri içinde en büyük paya buğday sahiptir ve ülkemiz için önemli bir tarım ürünüdür. Buğday gerek insan beslenmesinde gerekse hayvan beslenmesinde temel bir gıda maddesidir. Buğdayın tüketimi gelişmiş ülkelerde daha az olmasına karşın ülkemizde ve kişi başına gelir düzeyi düşük olan ülkelerde ekmeğe dolayısıyla buğdaya dayalı beslenme oldukça fazladır.

Buğday üretimi ülkemizin hemen her bölgesinde yapılmakta olup, tarla ürünleri içerisinde ekiliş alanı ve üretim miktarı bakımından ilk sırayı almaktadır. Ekili alanların % 51'inde buğday ekilmektedir. Son 20 yılda buğday ekim alanlarında fazla bir değişim görülmemekte olup, ekili alanlar 9-9.4 milyon hektar civarında değişim göstermiştir Buğday ekili alanların yaklaşık %19 'unda(1.8 milyon hektar) makarnalık buğday yetiştirilmektedir. Ülkemizin son yıllardaki buğday üretimi 19-20 milyon ton aralıklarında değişmekte olup verim ise ortalama 2100 kg/ha dır. Tüketimimiz ise yıllık 18-19 milyon ton civarındadır. Ülkemizin buğday üretimi iç tüketimi karşılamaya yeterli görünse de, bazı yıllar gerek kötü hava koşullarından, gerekse süne ve kımlı zararlılarından dolayı buğday kalitesi düşmektedir (Ulusoy 2002). FAO verilerine göre 2002 yılı itibarıyla dünya buğday üretimi yaklaşık 568 milyon ton olup, buğday üretiminde ilk sırayı Çin almaktadır. Bu ülkeyi sırasıyla Hindistan, Rusya, ABD ve Fransa izlemektedir. Adı geçen ülkeler dünya buğday üretiminin %51,7'sini gerçekleştirmektedir. FAO verilerine göre ülkemiz dünya buğday üretiminde %3,5'lik payla 8'inci sırada yer almaktadır. 2002 yılında buğday veriminde dünya ortalaması 2695 kg/ha civarında olup ülkemiz dünya ortalamasının altındadır (Anonim 2003 a).

Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde ekili tarla alanlarının %81.5 gibi çok önemli bir bölümü tahıllara aittir. Bölgedeki buğday ekim alanı 1960-64 döneminde 355811 ha iken 1970-74 döneminde %19.8'lik bir artışla 426400 ha' a, 1985-89 döneminde ise %37.5'lik artışla 489184 ha' a çıkarak üst sınırlara ulaşmıştır. 1960-94 yılları arasında Kuzeydoğu Anadolu bölgesinde buğday ve arpa ekim alanları ülkemiz buğday ve arpa ekim alanlarına göre daha fazla artmış fakat verim artışında önemli bir artış görülmemiştir 1990-1994 yılları arası Türkiye buğday verimi 2049 kg/ha iken

Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde bu değer 1244 kg/ha olarak gerçekleşmiştir (Anonim 1994). Görülmektedir ki Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi Türkiye ortalamasından daha aşağıda bulunmaktadır. Bu nedenle bölgenin verimini üst düzeylere çekmek önem arz etmektedir. Öncelikle buğdayın yaşam şartlarını incelemek gerekirse, buğday geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olmasına rağmen fazla sıcak ve nemden hoşlanmayan bir serin iklim tahılıdır. Özellikle gelişiminin ilk dönemlerinde (çimlenme-kardeşlenme) sıcaklığın 8-10 °C, nemin %60'ın üzerinde olması yeterlidir. Kardeşlenme ve sapa kalkma arasında da fazla sıcaklık istemez. 10-15 °C sıcaklık, %65 nem, az ışıklı ve yarı kapalı havalar uygundur. Sapa kalkma ile sıcaklık ve nem isteği artar. Başaklanma döneminin hemen öncesinde nemin yüksek olması buğday verimini olumlu yönde etkiler. Dölllenme ile birlikte, düşük nem ve yüksek sıcaklık tanenin niteliğini yükseltir. Gelişme dönemine uygun dağılmış 500 mm yağış maksimum verim için yeterlidir. Bununla birlikte bazı buğday çeşitleri 250 mm yağış alan alanlarda da yetiştirilebilmektedir. Buğday değişik tip topraklarda yetişebilen bir bitkidir. Verimsiz kıraç topraklarda ve verimli taban alanlarda yetiştirilebilen birçok buğday çeşidi vardır. Bununla birlikte buğday için en uygun topraklar, drenajı yeterli olan derin killi-tınlı topraklardır. Su tutma kapasitesi % 25-30 olan toprak buğday için uygundur (Özcan vd. 2004). Görüldüğü gibi iklim ve toprak şartlarının bitki isteğini karşıladığı zaman yüksek verim elde edilebilmektedir. Fakat iklim şartlarını değiştirmek imkansızdır. Ancak bitkiye ve iklime uygun en ideal toprak işleme ile mevcut iklim koşullarından optimum faydalanılmalı ve mümkün olduğunca düşük enerjiyle üretim yapılarak masraflar azaltılmalıdır.

Bu çalışma ile bölgemiz buğday tarımı için en uygun birincil toprak işleme aletlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla farklı yapısal özellikteki birincil toprak işleme aletlerinin değişik hızlarda çalıştırılması durumunda toprağın fiziksel özelliklerine etkileri, çeki gücü gereksinimleri, yakıt tüketimleri, iş başarıları, buğday ve yabancı ot çıkışlarına etkileri belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Nüfus artışına karşılık, tarım alanları aynı oranda artmamakta, hatta bazı bölgelerde yerleşim yerlerinin ve sanayinin büyümesiyle tarım alanları küçülmektedir. Artan nüfus ve hayvan varlığının besin ve yem ihtiyaçları için gerekli üretimin sağlanması, birim alan verimlerinin artırılmasına bağlıdır. Verim artışlarını etkileyen bir çok faktör vardır. Bunlardan biri de toprak verimliliğidir.

Toprak verimliliği, bitki köklerinin yayıldığı katmandaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların varlığı ile yoğunluğuna bağlıdır. Bu olayların etkinliği toprak bünyesinde bulunan değişik yapı ve irilikteki mineral parçacıklar, bitkisel ve hayvansal kaynaklı organik maddeler, mikrobiyal canlılar ile su ve havanın oransal dağılımı ile sınırlanmaktadır. Verimli bir toprak için bu dağılım yaklaşık %50 katı madde, %50 su ve hava şeklindedir (Altay ve Tok 1989, Ergene 1993).

Toprak verimliliğini artırmada gübreleme, sulama, toprak işleme, drenaj, ekim nöbeti ve üretken türlerin ıslahı gibi çeşitli agroteknik önlemler yer almaktadır. Bu önlemler içinde toprak işlemenin ürün artışına %25'e varan değerlerde katkısı olduğu ifade edilmektedir (Sezen 1995, Eker ve Ülger 1988). Toprak işleme, toprakta hava ve su ilişkisinin düzenlenmesi ve besin maddelerinin yararlı formlara dönüşmesine yardımcı olması yönünden bir verimlilik faktörüdür (Yatsuk et al. 1981). Genel anlamıyla toprak işleme, toprağın fiziksel olarak düzeltilmesidir.

Bitkisel üretimde, toprak verimliliğinin artırılması ve uzun süre devam ettirilmesi için uygulanacak tarımsal işlemlerin başında toprak işleme gelmektedir. Toprak işleme ile kültür bitkisi isteklerine uygun tohum yatağının hazırlanması, yabancı otların yok edilmesi ve organik artıkların toprağa karıştırılması amaçlanmaktadır. Bunun sonucunda, toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri optimum düzeye ulaşmaktadır (Yatsuk et al. 1981, Munsuz 1985). Aynı zamanda toprak işleme ile ekim, gübreleme, yabancı ot mücadelesi ve hasat gibi diğer tarımsal işlemlerin etki derecesi artmakta ve sonuçların olumlu olması sağlanmaktadır (Kuipers 1984).

Toprak tipi ve bitki cinsine göre hangi toprak işleme yöntemi ve makinanın daha iyi olduğuna dair sorun toprak işleme tarihinden beri süregelmektedir. İklim ve toprak farklılıklarının yanında, toprak-su-bitki ilişkisinin karmaşıklığı da bir çözüme gidilmesini zorlaştırmaktadır. Özellikle, günümüzde doğal çevreye olan kaygılar, doğal kaynakların özenli kullanımını gerektirmektedir. Bu nedenle, doğal bir kaynak olan toprağın işlenmesi, verimliliği etkileyen olayların aktivitesini artıracak şekilde zamanında, daha az makine ve işçilikle başarılması gerekliliğini zorunlu kılmaktadır. Bu bakımdan, toprak özellikleri, zaman ve enerji tüketimi yönünden optimum bir toprak işleme yöntemi ile bu yöntemde kullanılabilecek alet ve makinaların belirlenmesine yönelik araştırmalar üzerinde önemle durulmaktadır (Rao et al. 1960, McKyes 1985, Weise 1993, Zeren vd. 1993, Burt et al. 1994).

Günümüzde toprak işleme yöntemleri üç başlık altında toplanmıştır. Bunlar geleneksel toprak işleme, koruyucu toprak işleme ve direkt ekimdir. Geleneksel toprak işleme günümüzde hala önemini büyük ölçüde devam ettiren ve diğer sistemlerce referans alınan toprak işleme yöntemidir. Geleneksel toprak işlemede toprağın işlenen katmanı işleme derinliğinde olmak üzere her yıl kabartılır. Bu sürme işleminde aynı zamanda bitki artıkları ve yabancı otlar toprakla karıştırılmaktadır. Tarla üst yüzeyi her türlü bitki ve anız artığından temizlenmiş ve gerek sıraya gerekse serpme ekim tekniği için tarla hazır duruma getirilmiştir. Birincil toprak işlemeyi ikincil toprak işleme, yani tohum yatağı hazırlama işlemi takip eder. Tohum yatağı hazırlama işleminde tarla yüzeyindeki kesekler kırılır ve tarla yüzeyi düzeltilerek ekime uygun hale getirilir.

Koruyucu toprak işleme ise toprak ve su kayıplarını azaltan bir toprak işleme yöntemidir. Bu toprak işleme yönteminde amaç tohum yatağı hazırlama ve ekim işleminden sonra tarla üst yüzeyinin en az %30 kısmının bitki artıkları ile kaplı kalmasıdır. Böylece toprak ve su erozyonundan korunulmakta ve yağışlardan mümkün olduğunca yüksek fayda elde edilmektedir. Özellikle yarı kurak bölgelerde su kullanımında çok etkilidir. Koruyucu toprak işlemede iki ana görüş hakimdir. Bunlar dan biri, ön veya ara ürün artıklarını tarla yüzeyinde bırakmak, bunda amaç tarla yüzeyinde bir örtü tabakası sağlamak ve böylece toprağı erozyon tehlikesinden korumaktır. İkinci olarak toprağı daha az işlemek ve toprağı devirmemek, böylece uzun

süre toprağı dinlendirerek stabil ve üzerinde alet makinaların gezinebileceğı bir toprak strüktürü oluşturmaktır.

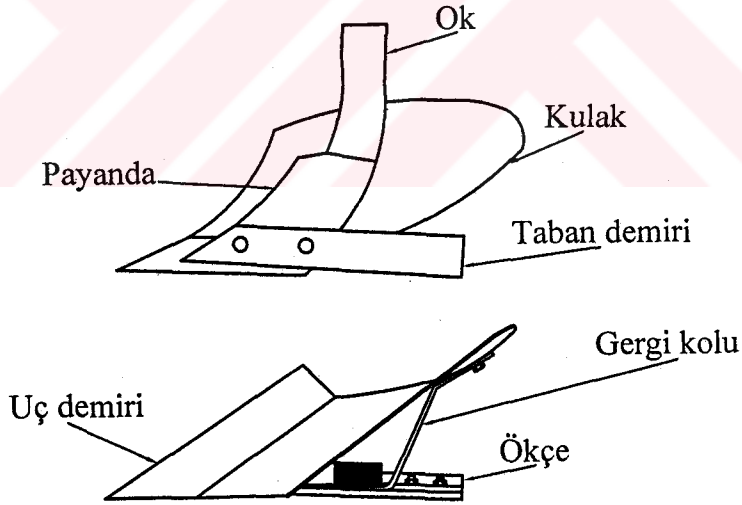
Direkt ekim yönteminde ise esas ürünün hasadından sonra toprağı hiçbir şekilde işlemeden direkt ekim işleminin yapılmasıdır. Bu amaçla yapılmış makinalarda özel yapılı diskli gömücü ayaklar toprakta bir oluk açarlar ve tohumlar bu oluğa bırakılır. Hemen bunun arkasından tohum bitki artığı ile karışık toprakla kapatılır. Direkt ekim yönteminin faydaları çok yönlüdür. Bu yöntemde su ve rüzgar erozyonu söz konusu değildir. Toprak nem kaybı olmadığından bitki çıkışları hızlıdır. Yakıt tüketimi geleneksel toprak işleminin üçte biri kadardır. Fakat bu yöntemde total herbisit kullanılmaya ihtiyaç duyulur. Buda ek masraf ve daha önemlisi çevre kirliliğine sebep olmaktadır (Kara ve Özsert 1998, Keçecioğlu ve Gülsoylu 2002, Anonymous 1999)

Toprak işleme aletlerinin toprağı olan etkileri, işleyici organın tipine, etki şekline ve çalışma özelliklerine göre değişmektedir. Genel olarak parçalama, yırtma, devirme, kabartma, karıştırma, bastırma vb. olarak ortaya çıkan bu etkiler, toprak işleme alet ve makinalarının konstrüksiyon ve fonksiyonlarına esas teşkil etmektedir. Bu bakımdan günümüzde uygulama alanında çok değişik tip ve özellikte alet ve makina kullanılmaktadır (Wolf ve Luth 1979, Watts ve Patterson 1984). Bu denli çok sayıda olan toprak işleme aletleri çeşitli yönlerden sınıflandırılabilir. Genel olarak ana toprak işleme ve tohum yatağı hazırlamada kullanılan aletler göz önüne alınarak birincil toprak işleme aletleri ve ikincil toprak işleme aletleri olarak iki gruba ayrılırlar. Birincil toprak işleme aletlerini kulaklı pulluk, diskli pulluk, ağır kültivatör, çizel, dipkazan ve ağır freze gibi hasattan sonra temel toprak işlemede kullanılan aletler oluşturmaktadır (Srivastava et al. 1996). Kulaklı pulluk, diskli pulluk ve freze gibi toprağı devirerek ve parçalayarak işleyen toprak işleme aletleri geleneksel toprak işlemede kullanılırken kültivatör, çizel, dipkazan gibi toprağı devirmeden işleyen aletler korumalı toprak işlemede kullanılmaktadır (Anonymous 1999).

Toprak işlemede kullanılan en yaygın alet kulaklı pulluktur. Kulaklı pulluklar toprak işleme tekniğı içerisinde temel toprak işleme aletini oluşturmaktadır. Pulluğun toprakta yapması gereken görevi tam olarak tanımlamak güç olmakla beraber görevinin, bitkisel toprak tabakasının kabartılarak kısmen yada tamamen devirerek, toprağı parçalayarak

kültür bitkilerinin yaşamaları için uygun toprak koşulları meydana getirmesi olarak ifade edilebilir. Kulaklı pulluk bu işlemleri yerine getirebilmesi için çeşitli parçalardan oluşur. Bu parçaların genel görevleri göz önüne alınarak üç grup altında toplanabilir. Bu gruplar işleyici, taşıyıcı ve bağlantı gruplarıdır. İşleyici grubu oluşturan parçalar uç demiri, kulak, taban demiri, ve ökçeden oluşur. Taşıyıcı grubunu, pulluğun parçalarını birbirine bağlayan payanda, ok ve çatı gibi elemanlar oluşturur. Bağlantı grubunu ise pulluğun traktöre bağlantısını sağlayan parçalar oluşturur (Bainer et al. 1955, Gökçebay 1986). Kulaklı bir pullukta esas kısmı oluşturan parça pulluk gövdesi olup Şekil 2.1.'de bir kulaklı pulluk gövdesini oluşturan parçalar gösterilmiştir.

Kulaklı pullukta uç demiri ve kulak en önemli iki parçayı oluşturmaktadır. Uç demiri belirli açılara sahip eğik bir kama formundadır. Uç demirinin görevi toprak şeridini yatay düzlemde alttan kesmek, topraktan ayırmak ve kulağa doğru yükseltmektir. Uç demiri pulluğun etken yüzeyinin bir parçası olup en fazla zorlanan aşınan kısımdır. (Dilmaç 1984).



Şekil 2.1 Kulaklı pulluk gövdesi ve parçaları

Gövdeyi oluşturan diğer parça ise kulaktır. Pulluk kulağı, belirli kurallara göre uygun olarak şekillendirilmiş ve uç demirinin hemen üzerine payandaya bağlanan çelik bir levhadır. Kulağın görevi uç demiri tarafından kesilen toprak şeridini kaldırarak parçalamak, devirmek ve bir yana kaydırarak bir önceki çiziye yatırmaktır. Kulak uç demiri ile pulluk gövdesinin aktif yüzeyini oluşturmaktadır. Aktif yüzeyin en uygun

şekli toprağın tavına strüktürüne ve nem derecesine bağlıdır. Bu nedenle uygulamada çok değişik şekilli aktif yüzeye sahip pulluklar kullanılmaktadır. Bir çok araştırma, kulak yapısının değiştirilmesiyle toprak özelliklerinin, çeki gücünün ve yakıt tüketiminin değiştiğini göstermiştir (Kaufman ve Totten 1972, Dilmaç 1984, Keçecioğlu ve Gülsoylu 2002).

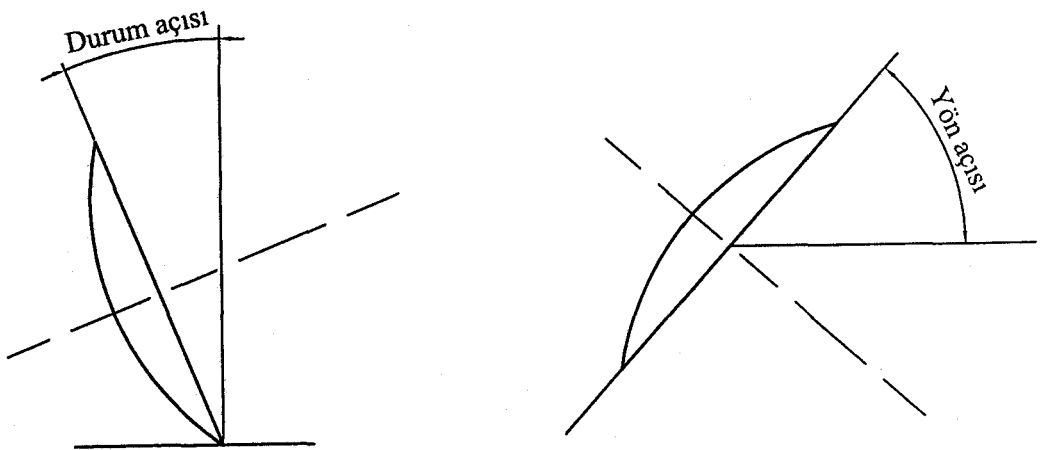
Pulluk kulağı toprağın yapısına ve çeki kuvvetine direkt etkili olduğundan kulak yapısı üzerine çalışmalar devam etmektedir. Kulaklı pulluklarda yapılan bu çalışmalardan biride ızgara kulaklı pulluklardır. Izgara kulaklı pullukta kulak yüzeyi tek parça yerine aralıklarla yerleştirilmiş ve form verilmiş çelik çubuklardan oluşur. Bu şekilde kulak yüzeyinde oluşan kuvvetler ve kulak yüzeyinde hareket eden toprak, tek parçadan yapılan kulağa göre farklı özellikler ortaya koyar.

Kulaklı pulluğun yapısal özelliklerinden biri de, pulluk gövdesinin çiğ kenarının direkt olarak bir kesme işlemi yerine getirememesidir. Bu nedenle toprak şeridini düşey yön düzleminde düzgün bir kesme ile sürülmemiş tarla toprağından ayırmak, düzgün bir çizi duvarı oluşturmak, taban demirinin oturacağı düzgün bir çizi köşesi elde etmek, pulluğun çiğ kenarında aşınmayı minimuma indirmek, anız ve bitki saplarını kesmek gibi işlemleri yerine getirmek amacıyla disk keski kullanılır (Gökçebay 1986, Keçecioğlu ve Gülsoylu 2002). Günümüzde özellikle anızlı ve saplı yüzeylerin işlenmesinde önemli katkı sağladığından korumalı toprak işleme çalışmalarında önemi artmaktadır. Disk keski bu işlemleri yerine getirirken kesme ve sürtünme kuvvetlerinden dolayı çeki kuvvetinin de artmasına sebep olmaktadır (Nieuwenburg et al. 1992).

Geleneksel toprak işleme aletleri içinde yer alan ve birincil toprak işlemede önemli bir yere sahip olan diğer bir toprak işleme aleti de diskli pulluklardır. Diskli pullukta işleyici organ küre kapağı şeklinde bükülmüş bir diskten oluşmaktadır. Bilenmiş bir keskin kenara sahip olan disk bir eksen etrafında dönecek şekilde yataklanmıştır. Diskli pulluklar kulaklı pulluklarla karşılaştırıldıklarında her iki alette de toprağı parçalama, döndürme ve kabartma gibi temel etkilerin olmasıyla birlikte yapısal özelliklerinden dolayı gerek toprağa gerekse güç tüketimi yönünden farklılıkların olacağı kesindir. Çalışma koşullarına göre diskli pullukların kulaklı pulluklara göre avantaj ve

dezavantajları olmaktadır. Diskli pulluklar özellikle kuru sert topraklarda, taşlı, nemli, kalın ve yoğun bitki köklerinin bulunduğu arazilerde aranan toprak işleme aletidir. Diskin aşınması taşlı tarlalarda bile kulaklı pulluklara göre daha azdır. Diskli pulluklarda kulaklı pulluklarda olduğu gibi çeşitli toprak koşullarına ve tiplerine göre farklı yapıda gövdelerin kullanılması mümkün değildir. Ancak disk açıları değiştirilerek dar bir sınır içinde farklı topraklar için ayarlamalar yapılabilmektedir. Diskli pullukların toprağa batmaları kendi ağırlıklarının etkisiyle olmaktadır. Bu ise pulluğun ağır yapılmasını gerektirmektedir. Ayrıca toprak işleme esnasında farklı toprak dirençleriyle karşılaşan diskli pulluğun toprağa fazla batmasına veya yukarı çıkmasına sebep olmaktadır. Buda yüzeyin düzgün olmamasına yol açmaktadır (Stone ve Gulvin 1977, Gökçebay 1986).

Diskli pullukta disk ölçüleri ve şekli kullanılma amacına göre değişir. Disk çapları pulluğun çalıştırılacağı en büyük iş derinliğine göre belirlenmektedir. Diskli pulluklar çatıya yerleştirilirken hareket yönüne ve düşey düzleme göre belirli bir açı yapacak şekilde yerleştirilirler. Bu açılar yön ve durum açısı olarak ifade edilir (Şekil 2.2.). Yön açısı diskin toprakta çalışması sırasında diskin keskin kenarından geçen düzlemle hareket yönü arasında kalan açıdır. Durum açısı ise içbükey diskin toprakta çalışması sırasında diskin keskin kenarından geçen düzlemle düşey arasında kalan açıdır.



Şekil 2.2. Diskli pullukta yön ve durum açısı

Son yıllardaki araştırmalar artan toprak erozyonunu engelleme ve mevcut yağışlardan maksimum faydalanma üzerine yoğunlaşmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak

bölgelerde bu çalışmaların önemi daha da fazladır. Toprağı ve suyu korumayı ön planda tutan toprak işleme çalışmalarına korumalı toprak işleme denmektedir. Korumalı toprak işleme aletleri içinde yer alan en önemli toprak işleme aleti çizel pulluktur. Çizel pulluğun birincil toprak işleme aletleri içinde yer alması ve kullanım alanının geniş olması birçok üreticinin çizel pulluk üzerine yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Çizel pulluğun temel görevi toprağı alttan işleyerek devirmeden kabartmak ve toprak yüzeyinde yeterli miktarda bitki artığı bırakmaktır. Kalite ve kapasite açısından diğer aletlerin yetersiz kaldığı ağır toprak koşullarında başarı ile kullanılmaktadır. Kulaklı ve diskli pulluğa göre iş başarısı daha yüksektir. Çizel pulluk ile çalışmada işleme derinliğine, ilerleme hızına, ayaklar arası mesafeye ve ayak yapısına bağlı olarak toprağın fiziksel özelliklerine, yüzey düzgünlüğüne, yüzeydeki bitki miktarına müdahale edilebilir. Çizel pulluğun en önemli parçalarını ayak ve uç demiri oluşturur. Çizel pulluk ayak yapıları ve uç demirleri kullanıldıkları yere göre çok değişik şekillerde imal edilmektedir.

Ülkemizde uzun yıllardır kullanılan kulaklı pulluğun nem kaybına, toprak erozyonuna, işleme derinliklerinde geçirimsiz tabakalar oluşturması gibi sorunlara neden olması çizel pulluk kullanımını ön plana getirmiş ve bu konu üzerinde önemli çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır (Çakır ve Keçecioğlu 1988, Kayışoğlu ve Bayhan 1993).

Topraklarımızın verimliliğini sürdürebilmesi ve ziraata uygunluğunu devam ettirebilmesi için doğru kullanılması ve işlenmesi gerekir. Toprak işleme yöntemleri ve makinaları üzerine yapılan araştırmaların en önemli amaçlarından birisi, toprak işleme sonucu oluşan toprak koşullarını fiziksel açıdan değerlendirmektir. Çünkü toprağın fiziksel özellikleri toprağın niteliğini ortaya koymakta veya bitki gelişmesine uygunluğunu göstermektedir. Toprağın fiziksel özellikleri olarak toprağın parçalanma değeri, toprak hacim ağırlığı, porozite, toprağın nem miktarı, toprak penetrasyon direnci gibi özellikler belirtilmektedir (Goss et al. 1984, Spoor ve Dodwin 1984, Munsuz 1985, Singh et al. 1992, Chen et al. 1998, Rajaram ve Erbach 1999).

Toprağın parçalanmasında amaç toprak parçacıklarının bitki cinsine, tohum büyüklüğüne, toprak ve hava şartlarına bağlı olarak bitki büyümesi için optimum büyüklüğe getirilmesidir. Toprak işlenmesindeki en önemli sebep iyi bir tohum

çimlenmesini elde edecek toprak fiziksel şartlarını oluşturmaktır. Genel olarak bunun anlamı tohumun etrafında uygun sıcaklık, su ve havanın oluşturulmasıdır. Ayrıca toprak işlemeyle bitki kök gelişimi, mikrobiyal aktivite ve biyolojik işlemlerde etkilenir. Bitkiye uygun iyi bir toprak parçalanmasıyla iyi bir tohum-toprak kontağı kurulması sağlanarak hızlı ve düzenli bir çimlenme sağlanabilir (De Jong ve Best 1979, Anonymous 1985, Bouaziz ve Bruckler 1989). Toprak parçalanmasına tarla trafiği, toprak tipi, toprak işleme zamanındaki toprak nemi ve toprak işlemede kullanılan toprak işleme aletlerinin büyük etkisi vardır.

Toprağın parçalanma değeri, kullanılan toprak işleme aletinin topraktaki parçalama tesirinin belirlenmesinde ve o aletin çalışma başarısının değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Farklı toprak işleme aletleri toprakta farklı bir parçalama özelliği göstermektedir. Yapılan araştırmalarda genel olarak iyi bir tohum yatağında toprak parçacık büyüklüğünün bitki cinsine ve toprak yapısına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Akalan (1973) genel olarak tohum yatağındaki parçacık büyüklüğünün 10 mm den daha küçük olması gerektiğini, Braunack ve Dexter (1989) optimum tohum yatağının 1-5 mm aralığındaki toprak parçacıklarından oluştuğunu (Brown et al. 1996), benzer olarak Russel (1973) %15' i ince partiküllerden ($<250\mu\text{m}$) olmak üzere 1-5 mm aralıklarında olması gerektiğini, Nasr ve Selles (1995) ortalama ağırlıklı çapın ≤ 4 mm olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Çeşitli toprak işleme aletlerinin topraktaki bu değişik parçalama derecelerini ifade edebilmek ve farklı hız ve çalışma şartlarında aletlerin bu yönden birbiri ile mukayesesini yapabilmek için elek analizine başvurulmaktadır. Bunun için toprak işleme derinliğinden alınan yaklaşık 5 kg ağırlığındaki örneklerin, önce kapalı ortamda doğal olarak kuruması sağlanır sonra farklı elek çaplarından geçirilerek elemeye tabii tutulmakta ve elde edilen fraksiyonların ağırlık değerleri belirlenmektedir (Adam ve Erbach 1992, Perfect et al. 1993, Perfect ve Kay 1994, Perfect et al. 1995, Perfect et al. 1997 a). Bu amaç için mekanik eleme düzenleri geliştirilmiştir. Mekanik eleme düzenlerinin kullanılmasında elek titreşimi, genlik ve eleme süresi gibi faktörler eleme sonucu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Uygulamada kullanılan elek büyüklükleri ve sarsıcının özellikleri (alet genliği, frekansı gibi) standart bir çerçeve içinde olmayıp

tamamen toprak özelliklerine ve kullanım yerine göre değişmektedir. Perfect et al. (1997 b) elek sarsıcısı ile 60 s eleme yaparken, Eghball et al. (1993) ve Özgüven (1993) 30 s süreyle eleme yapmışlardır. Eleme sonucu, elek üzerinde kalan ve ağırlık olarak elde edilen fraksiyonların değerlendirilmesinde yüzde ağırlık değerlerinden, ağırlıklı ortalama çaptan ve geometrik ortalama çap değerlerinden yararlanılmaktadır (Estler et al. 1984, Adam ve Erbach 1992, Demir vd. 1996).

Erbach ve Cruse (1981) çizel pulluğun toprağın fiziksel özelliklerine etkisini belirledikleri çalışmalarında 2 ayağı önde 3 ayağı arkada ve ayak aralıkları 38 cm ve ayak önünde disk keski bulunan çizel pullukla iki farklı boyuttaki dar uç demiri ile (5 x 40 cm, 7.5 x 56 cm) 6.4 km/h ilerleme hızında 10, 20 cm iş derinliklerinde çalışmışlardır. Denemede 10 cm iş derinliğindeki ortalama ağırlıklı çap birinci ve ikinci uç demirleri için sırasıyla 2.5, 2.4 mm, 20 cm iş derinliğinde ise 2.3, 2.4 mm olarak bulmuşlardır.

Braunack (1995) soya fasulyesi ve mısırın çimlenmesi üzerine toprak parçacık büyüklüğü ve nem miktarının etkisini belirlemek için yaptığı çalışmada 15, 20, 25 g/100g nem miktarlarında ve <1, 1-2, 2-5, 5-15 mm toprak parçacık büyüklüklerinde çimlenmeleri gözlemlemiştir. Gözlemlerde nem miktarındaki artışın çimlenmeyi artırdığı görülmüştür. Toprak parçacık büyüklüğünün 1-2 mm olduğu parsellerde soya fasulyesinin çimlenme miktarının arttığı mısırdaki ise toprak parçacık büyüklüğünün 2-5 mm olduğu parsellerde iyi bir çıkış görülmüştür. Toprak parçacık büyüklüğünün bu değerlerin altına indiği veya çıktığı parsellerde çimlenme değerlerinde düşüşler olduğu görülmüştür. Ayrıca toprak direncinin artması ile çimlenmenin azaldığı görülmüştür. En iyi çimlenmenin 1-2 ve 2-5 mm toprak parçacık büyüklüklerinde olduğu ve bu toprak parçacık büyüklüklerinin en düşük toprak direncine sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer olarak Rathore et al. (1983), tohum yatağının katmanlı olmasının çimlenmeyi artırdığını belirtmekte ve iyi bir tohum-toprak temasının sağlanabilmesi için ekim bölgesinde en küçük toprak parçacık büyüklüğünün 1-5 mm olması ve yüzey kısmındaki toprak parçacıklarının daha büyük olmasının gerektiğini belirtmişlerdir.

Gözübüyük ve Ergüneş (2002) geleneksel toprak işleme (kulaklı pulluk, diskli tırmık, kombine döner tırmık, ekim makinası) azaltılmış toprak işleme I. (kültivatör, kombine

döner tırmık, ekim makinası), azaltılmış toprak işleme II. (freze, ekim makinası) ve direkt ekimin toprak parçalanmasına, toprak hacim ağırlığına ve fiğ çıkışına etkisini belirlemişlerdir. Geleneksel ve azaltılmış toprak işlemede büyük toprak parçacıklarının oluştuğunu, en yüksek parçalanmanın frezede olduğu bulunmuştur. 0-5 cm aralığında hacim ağırlığının tüm sistemlerde benzer olduğu, 10-15 cm aralığında ise en düşük hacim ağırlığının geleneksel toprak işlemede meydana geldiği görülmüştür. En yüksek bitki çıkışının ise direkt ekimde meydana geldiği görülmüştür. Çalışmada toprak işleme yöntemleri enerji yönünden de karşılaştırılmış ve en düşük maliyet direkt ekimde meydana gelmiştir.

Nasr ve Selles (1995) toprak parçacık büyüklüğü, hacim ağırlığı ve penetrasyon direncinin buğday tohumunun çimlenmesine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada tohum yatağında toprak parçacık büyüklüğünün ve toprak hacim ağırlığının artmasıyla çimlenmenin azaldığını ve geciktiğini, hızlı ve tam çimlenmenin toprak hacim ağırlığının 1.2 Mg/m^3 veya daha az, toprak parçacık çaplarının 4 mm den küçük ve penetrasyon direncinin 1.4 Mpa dan az olması durumunda sağlanacağını bildirmişlerdir.

Mahboubi ve Lal (1998) toprak parçalanmasına uzun dönem toprak işlemenin etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada yaz elek tekniği ile yaz, kış, sonbahar ve ilk baharda, direkt ekim, çizel pulluk ve kulaklı pulluk kullanılarak toprak işleme yapılmış ve toprağın ortalama ağırlıklı çapını ve parçalanma değerini belirlemişlerdir. En yüksek parçalanmanın kış döneminde ortaya çıktığını, en az parçalanmanın ise yazın olduğunu belirlemişlerdir. Aletler içinde en fazla parçalanma kulaklı pullukta meydana gelirken en düşük parçalanma direkt ekimde görülmüştür. İlk baharda kulaklı pullukta ortalama ağırlıklı çap 0.58 mm iken, çizel pullukta 0.80 mm ve direkt ekimde 1.05 mm olarak bulunmuştur.

Barzegar et al. (2003) farklı toprak işleme aletlerinin toprağın fiziksel özelliklerine ve nohut verimine etkisini inceledikleri araştırmalarında 20 cm iş derinliğinde kulaklı pulluk+10 cm derinliğinde diskli tırmık, 15 cm iş derinliğinde kültivatör ve 10 cm iş derinliğinde çizel pulluk kullanmışlardır. Kulaklı pullukta ortalama ağırlıklı çap 0.8 mm olarak bulunurken çizel pullukta 0.6 mm olarak bulunmuştur. Ayrıca çizel pullukta

ortalama hacim ağırlığı 1.30 g/cm^3 bulunurken kulaklı pullukta 1.20 g/cm^3 olarak bulunmuştur.

Toprağın gerek dış etkenlerle gerekse kendi yapısı içinde zamanla hacim ağırlığı artar ve bitki yetişmesi için gerekli ortamı sağlayamaz. Bu nedenle toprağın kabartılması ve boşluk oranının artırılması gerekir. Bu işlem toprak işleme aletlerinin üstlendikleri görevlerden biridir. Toprağın kabartılmasıyla toprağın katı maddeleri arasında boşluklar oluşur, bu boşluklar toprak parçalarının büyüklüğü ve oturma şekline göre farklı büyüklüklerde olur. Boşluklar hacminin toprağın toplam hacmine oranına porozite denir ve genellikle yüzde olarak ifade edilir (Akalan 1973, Munsuz 1985). Russel (1973) bitki kök büyümesini engelleyen porozite sınır değerinin %40 olduğunu, Önal (1995) toprakta hava ile dolu boşlukların değerinin %10'un altına düştüğünde bir çok önemli bitki kökünün gelişmesinin tamamen durduğunu bildirmektedir.

Toprağın fiziksel özelliklerinden bir diğeri de poroziteye göre değişen toprak hacim ağırlığıdır. Toprak hacim ağırlığı, toprağın birim hacminin ağırlığı olarak tanımlanır. İdeal toprak hacmi %50 toprak partikülleri ve %50 boşluk içerir. Bu gibi mineral toprağın hacim ağırlığı yaklaşık 1.3 Mg/m^3 tür. Sıkışık toprağın hacim ağırlığı ise yaklaşık 2 Mg/m^3 veya daha büyüktür (Singh et al. 1992). Toprağın hacim ağırlığındaki artış bitki kök gelişimine engel olur ve verim düşüşlerine sebep olur (Canarache et al. 1984, Erbach 1987 a). Ortalama olarak bir metreküpde bir kilogramlık artışın mısır veriminde %0.18 lik verim azalışına neden olduğu belirtilmiştir (Canarache et al. 1984). Neill (1979) tahıllar için toprak hacim ağırlığının $1.3-1.8 \text{ Mg/m}^3$ olduğu yerlerde kök gelişiminde herhangi bir olumsuz durumun çıkmayacağını bildirmiştir (Singh et al. 1992).

Toprak hacim ağırlığı toprak yapısındaki değişimleri ölçmek için kullanılmaktadır. Doğru bir toprak işleme ile değişen toprak hacim ağırlığı bitki kökleri üzerine pozitif bir etki yapmaktadır. Böylelikle toprak hacim ağırlığı üzerine toprak işlemenin etkisini iyi bilmek, üreticilere verimi artırmak için en uygun toprak işleme aletini seçmelerine yardımcı olur. Toprak işleme aletlerinin, toprak hacim ağırlığı üzerine etkisinin 100 mm den daha derin toprak profilinde ortaya çıktığı belirtilmiştir (Chen et al. 1998).

Toprak hacim ağırlığının belirlenmesinde ise direkt ve indirekt yöntemler kullanılmaktadır. Direkt yöntemlerden biri hacmi bilinen silindir çelik bir silindir boru çakma başlığı yardımıyla çekiçe vurularak istenilen derinliğe kadar indirilip toprak örneği bozulmadan çıkarılmasına dayanmaktadır. Diğer bir yöntem ise kazma metodudur. Bu yöntemde ise belirli hacimdeki toprak kazılarak çıkarılır fırında kurutulur ve tartılır. Bu işlemin zor kısmını çıkarılan toprağın hacmini doğru ölçmek oluşturmaktadır. Kazılan toprak yerine yüksek viskoziteli akışkan, ince kum gibi malzemeler doldurularak kazılan yerin hacmi belirlenerek toprak hacim ağırlığı tespit edilir. Nükleer, radyasyon, ışın gibi yolların kullanıldığı veya penetrasyon direnci gibi başka bir ölçümden gidilerek dolaylı yollardan toprak hacim ağırlığının belirlendiği yöntemlere de indirekt yöntemler denilmektedir (Erbach 1987 b).

Kayısoğlu ve Bayhan (1993) çizel pulluk ve kulaklı pullukla yaptıkları çalışmada çizel pulluğun ortalama %7.1, kulaklı pulluğun %11.4 oranında toprak hacim ağırlığında bir azalmaya sebep olduklarını bildirmişlerdir. Her iki toprak işleme aletinin de hacim ağırlığında en fazla azalmayı 100-200 mm toprak derinliğinde meydana getirdiği görülmüştür.

Peterson et al. (1983) geleneksel toprak işleme (kulaklı pulluk, diskli tırmık, ekim makinası), azaltılmış toprak işleme (çizel pulluk, ekim makinası) ve toprak işlemez ekimin buğday verimine etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, toprak hacim ağırlığının 0-76 mm, 76-152 mm ve 152-228 mm derinliklerinde değişimini belirleyerek en fazla düşüşün 76-152 mm derinliğinde olduğunu bildirmişlerdir. Her üç sistem karşılaştırıldığında hacim ağırlığı en az olan ve verimi en fazla olan toprak işleme sisteminin geleneksel toprak işleme olduğu görülmüştür.

Hunsjak et al. (2002) geleneksel toprak işleme (kulaklı pulluk, diskli tırmık), azaltılmış toprak işleme (kulaklı pulluk), korumalı toprak işleme I. (çizel pulluk, kuyruk milinden hareketli tırmık), korumalı toprak işleme II. (çizel, multitiller) ve direkt ekim sistemlerinden oluşan toprak işleme yöntemleri ile yapmış oldukları çalışmada ortalama toprak porozitesinin en yüksek %44.04 ile korumalı toprak işlemede ve %42.72 ile geleneksel toprak işlemede meydana gelirken en düşük değer %41.22 ile azaltılmış toprak işlemede meydana gelmiştir. En yüksek nem tutma değerinin %27.59 ile direkt

ekimde meydana gelirken en düşük nem tutma değerinin %23.43 ile geleneksel toprak işlemede meydana geldiği belirtilmiştir. Denemede buğday ve soya fasulyesi verimlerine bakıldığında en yüksek verimin geleneksel toprak işlemede elde edildiği en düşük verimin ise azaltılmış toprak işlemede elde edildiği görülmüştür. Hacim ağırlığı ile verim arasında önemli bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde Tapela ve Colvins (1998) mısır ve soya fasulyesiyle kulaklı pulluk, çizel pulluk, diskli tırmık ve direkt ekim ile yaptıkları çalışmada en yüksek verimin kulaklı pullukla, daha sonra çizel pullukla elde edildiğini belirterek toprak hacim ağırlığı ve penetrasyon direncinin önemini belirtmişlerdir.

Penetrasyon direnci veya koni indeksi toprak direncini gösteren önemli bir fiziksel özelliktir. Sivri uçlu veya toprağı kesmeye yönelik bir aletin toprak içerisindeki hareketinde; kesme, sıkıştırma, plastik şekil değiştirme ve akma ile toprakta bozulma oluşturan bileşik hareketler olayına penetrasyon denir (Say ve Işık 1996). Penetrasyon direnci bitki köklerinin toprakta hareket kabiliyetlerinin, bitki gelişimi ve verimin bir göstergesidir. Bitki kök gelişimine önemli derecede etkili olan toprak direnci hacim ağırlığı, nem miktarı (Camp ve Lund 1968, Mirreh ve Ketcheson 1972) ve organik materyal miktarına (Sands et al. 1979) bağlı olarak değişir. Toprak direnci üzerinde pek çok faktör etkili olmaktadır. Bunlar toprak tipi, kil miktarı, nem miktarı, hacim ağırlığı, toprak derinliği, tarla trafiği (Smith ve Dumas 1978) ve toprak işleme aletleridir (Patterson et al. 1980). Toprak penetrasyonunun artması ile bitki çıkışları azalmakta, bitki köklerinin hareketi yavaşlamakta veya durmaktadır. Nasr ve Selles (1995) buğday için tohum yatağında <1.4 Mpa penetrasyon direnci olması durumunda iyi bir çıkış elde edileceğini belirtmiştir. Gerard et al (1982) hububatta kök gelişmesinin kaba tekstürlü yapıdaki toprakta 6-7 Mpa' a kadar çıktığını killi toprakta ise 2.5 Mpa da kök gelişiminin engellendiğini, penetrasyon direncinin artmasıyla bitki kök boyunun lineer olarak azaldığını belirtmişlerdir. Busscher ve Sojka (1987) bitki kök gelişiminin 2-3 Mpa da engellendiğini belirtmiştir. Tollner ve Verma (1984) penetrasyon direncini 900 ile 1500 kPa olduğu durumda kök gelişiminin aksial yönde olduğunu ve koni indeksinin 850 kpa civarında olduğunda kök gelişiminin radyal yönde olduğunu belirtmiştir.

Çarman (1997) İç Anadolu Bölgesinde farklı toprak işleme sistemlerinin toprağın fiziksel özelliklerine ve buğday verimi üzerine olan etkisi belirlemek için yaptığı çalışmada kulaklı pulluk, freze, anız kültivatörü, diskli pulluk ve ikincil toprak işleme aleti olarak diskli tırmık kullanmıştır. Yapılan çalışmada 0-10 cm derinliğinde en fazla nem kaybının frezede, en az nem kaybının pullukta meydana geldiğini, hacim ağırlığının en fazla pullukta, en az frezede oluştuğunu, penetrasyon direncinin 0-10 cm de en az frezede, en fazla pullukta olduğunu ve parçalanmanın frezede en fazla, pullukta ise en az meydana geldiğini belirtmiştir. Çimlenmenin ise en fazla anız kültivatöründe, en az frezede meydana geldiği görülmüştür. Verimin, çimlenme ile doğru bir orantı göstererek en fazla anız kültivatöründe, en az frezede olduğu belirlenmiştir. Toprak işlemeyen önceki fiziksel özellikler 0-10 cm derinliği için sırasıyla nem miktarı 12.05 g/100g, hacim ağırlığı 1.27 Mg/m³, penetrasyon direnci 830 kPa, ortalama ağırlıklı çap 16.94 mm olarak belirlenmiş ve anız kültivatörü ile yapılan toprak işleme sisteminden sonra 0-10 cm derinliğindeki nem miktarı 11.05 g/100g, hacim ağırlığı 1.09 Mg/m³, penetrasyon direnci 424 kPa, ortalama ağırlıklı çap 15.75 mm olduğu belirlenmiştir.

Carter (1996) kulaklı pulluk ve yaylı ayaklı çizel pullukla 25 cm çalışma derinliğinde yaptığı çalışmada çizel ve kulaklı pulluğun penetrasyon dirençlerinin 0-10 cm aralığında birbirlerine yakın oldukları, derinliğin artmasıyla çizel pullukta kulaklı pulluğa göre penetrasyon direncinin arttığı, ayrıca çizel pullukta infiltrasyonunun yüksek olduğu ve kulaklı pullukta parçalanmanın daha fazla olduğu görülmüştür.

Toprak işleme aletlerinden beklenen özelliklerden biri de toprak işleme esnasında ve sonra bitki için hayati öneme sahip olan suyu toprakta muhafaza etmek ve mümkün olduğunca yağışlarla gelen suyu toprakta tutarak bitkinin maksimum yararlanmasını sağlamaktır. Toprağa giren ve toprak tarafından tutulan, gözeneklerde biriken veya sızan, buharlaşıp atmosfere geri dönen suya toprak suyu denmektedir. Toprak suyu toprak içindeki durumuna göre birbirinden farklı çeşitlere ayrılır. Toprağa giren suyun bir kısmı toprak taneciklerinin yüzeyinde tutulduğu halde, bir kısmı küçük gözenekleri doldurur. Suyun bir bölümü ise toprak içindeki iri gözenek-çatlak sistemi boyunca yerçekimi etkisi ile sızar. Suyun sızmasını engelleyen toprak tabakalarının içinde ve üstünde toprak suyu birikebilir. Toprakta suyu tutan kuvvetlerin, suyun tutulmasına

veya birikmesine etkili toprak özellikleri ile toprak içindeki boşluk sisteminin ve suyun sızmasını sağlayan yerçekiminin de etkisiyle toprak suyu çeşitlere ayrılır. Bunlar higroskopik su, kapilar su, sızıntı suyu, durgun su ve taban suyudur. Higroskopik su, toprak tanelerinin yüzeyinde adhezyon kuvveti ile 4.5 pF ve daha fazla basınçla tutulan su olarak tanımlanır. Pratik olarak toprağın hava kurusu durumunda tutmakta olduğu su olarak da tanımlanır. Higroskopik su bitkilerin alamadığı su olduğu için ölü su olarak da adlandırılır. Kapilar su ise su ile doymuş toprakta geniş gözeneklerdeki su sızıntı suyu halinde sızıp gittikten sonra iri ve orta çaplı gözeneklerde tutulan su olarak tanımlanır. Kapilar su yaklaşık 10-0.2 μm çapındaki gözeneklerde tutulur. Bu su bitki kökleri tarafından alınan faydalı sudur. Topraktaki su sızıp gittikten sonra toprağın kapilar gözeneklerinde tutulan kapilar su ile adhezyon gücü ile tutulan higroskopik su toprakta kalır ve bu su toprak nemini oluşturur. Topraktaki nem üç kısma ayrılır. Bunlar higroskopik nem, solma sınırı, tarla kapasitesidir. Higroskopik nem toprakta solma sınırındaki nemden daha yüksek bir güç ile tutulduğu için bitki-toprak suyu ilişkilerinde önemsiz olarak kabul edilir. Bitki kökleri en fazla 4.2 pF lik bir emme gücü ile toprak suyunu alabilirler. Kökler daha yüksek bir emme gücü geliştiremezler. Bu noktada toprağın içerdiği nem miktarı solma sınırındaki nem miktarı olarak tanımlanır. Sızıntı suyu topraktan sızıp ayrıldıktan sonra kapilar gözeneklerde tutulan suya eşdeğer nemi ifade etmektedir. Tarla kapasitesindeki nem toprakta 2.5 pF lik bir güç ile tutulan suya eşdeğerdir. Yani toprakta kapilarite ile tutulan suyun üst sınırına eşdeğer nem miktarıdır. Tarla kapasitesindeki toprağın nem durumuna uygulamada toprağın tavrada olduğu ifadesi kullanılır. Tarla kapasitesi ve solma sınırında toprağın tuttuğu nem 105 °C de kurutulmuş toprak ağırlığına göre yüzde olarak veya birim hacimdeki toprağın tuttuğu nem olarak verilir. Toprağın kabartılması veya gözenek hacminin artırılması tarla kapasitesinin de artmasını sağlar bu amaçla toprak işleme ile faydalanılabilir su kapasitesi de artmaktadır. Toprak işlemede özellikle parçalanmanın iyi olması tarla kapasitesini yükseltmektedir (Ergene 1993, Kantarcı 2000).

Toprağın nem tayininde kullanılan yöntemler işlevlerine göre suyun kütlesinin belirlenmesi prensibine dayanan direkt yöntemler ve toprak nem içeriğine bağlı herhangi bir toprak özelliğinin ölçülmesi prensibine dayanan indirekt yöntemlerdir. Direkt yöntemler içinde gravimetrik yöntem yer alırken, indirekt yöntemlerin en

önemlilerinden tansiyometreler, nötron yöntemi, gamma ışınları zayıflama yöntemi, elektrik iletkenlik yöntemi, time domain reflectometry (TDR) yöntemi, frequency domain reflectometry (FDR) yöntemi yer almaktadır (Erbach 1987 b, Hillel 1998, Scott 2000).

Mielke et al. (1984), Mielke ve wilhelm (1998) buğday nadas sistemlerinde farklı toprak şartlarında pullukla toprak işleme, malçlı toprak işleme ve direkt ekim yönteminde toprak nemine, toprakta su tutma süresine ve hacim ağırlıklarına etkisini incelemişlerdir. Araştırmalarda farklı toprak sınıflarında önemli farklar olmakla beraber pulluğun nem kaybını artırdığı, su tutma süresinin düşük olduğu, hacim ağırlığının ise istatistiksel olarak benzer olduğu ve buğday nadas sistemleri için uygun olmadığı belirtilmiştir.

Bauder et al. (1981) 18-25 cm iş derinliğinde kulaklı pullukla, 20-25 cm iş derinliğinde çizel pullukla, 7 cm iş derinliğinde diskli tırmıkla ve direkt ekimle yaptıkları toprak işlemede penetrasyon direncinde derinliğe ve alet çeşidine bağlı olarak önemli derecede farklar olduğu, en yüksek penetrasyonun sırasıyla direkt ekimde, diskli tırmıkta, çizel pullukta ve kulaklı pullukta meydana geldiği görülmüştür. 0-5 cm aralığında en yüksek hacim ağırlığı direkt ekimde görülürken bu aralıkta en düşük hacim ağırlığı çizel pullukta elde edilmiştir. Tüm aletlerde derinlik artışıyla hacim ağırlığında önemli derecede artış görülmüştür. Toprak nem miktarında ise aletler arasında önemli bir fark ortaya çıkmazken derinlik artışıyla nem miktarı önemli derecede artmıştır. Ayrıca çalışmada kulaklı pulluğun 21.5 cm iş derinliğinde 2.24 m/s ilerleme hızında 17.8 L/ha, çizel pulluğun 23 cm iş derinliğinde 2.68 m/s ilerleme hızında 11.2 L/ha yakıt tüketimine sebep olduğu belirlenmiştir.

Tohumlarda hızlı ve tam çimlenme iyi bir verim elde etmek için avantaj sağlamaktadır. İlk çıkış yapan bitkilerin sonradan çıkan bitkilere göre verimlerinin daha fazla olduğu görülmüştür (Gan et al. 1992). Tohum çimlenmesi, tohum kabuğunun parçalanması sonucu embriyonun aktif büyümeye başlayarak genç bitkinin meydana gelmesidir. Tohum çimlenmesinde başlıca koşullar su emme, enzim aktivitesi, embriyonun büyümeye başlaması, tohum kabuğunun çatlayıp fidenin çıkması ve fidenin yerleşmesidir. Tohumun çimlenmesi üzerine etkili bir çok çevre faktörü olup bunlar

içinde su, hava ve sıcaklık önemli bir yer tutmaktadır. Su, tohumun çimlenmesi için temel faktör olup, enzim aktivitesi için esastır. Su, tohum kabuğundaki doğal açıklıklardan emilir ve tohum dokuları vasıtasıyla yayılır. Su, hücrelerin şişmesine sebep olur, tohumun hacmi artar ve tohum kabuğu oksijen ve karbondioksiti geçirgen bir hale gelir. Şişme ile tohum kabuğu parçalanarak, su ve gazın girişi kolaylaşır ve büyüme noktası belirginleşir. Çimlenme üzerine etkili olan diğer önemli faktör havadır. Hava, yaklaşık %20 oksijen, %0.03 karbondioksit ve %80 nitrojen gazından meydana gelmiştir. Bir çok bitki bu konsantrasyondaki gaz koşullarında çok iyi çimlenmektedir (Sağsöz 1990). Tohumun çimlenme için gerek duyduğu oksijen uygun bir toprak işleme ve tohum yatağı hazırlığı ile elde edilebilir.

Suyun tohuma kolay nüfuz etmesi tohum yatağı strüktürü ile önemli derecede ilgilidir. Araştırmalarda optimum tohum yatağının 1-5 mm çapındaki toprak parçacıklarından oluştuğu ve bunun %15'inin daha küçük toprak parçacıklarından oluştuğu belirtilmiştir (Russell 1973). Tohumun, suyu rahat bir şekilde alabilmesi toprak ile iyi bir temas yapması ile elde edilebilir. Tohum-toprak arasındaki teması sağlamak için hafif silindirler yada basınç tekerlekleri kullanılmaktadır. Fakat aşırı basınç tohum yatağının sıkışmasına yol açabileceğinden çimlenmeyi geciktirebilir (Dexter 1976). Yüzeye yakın toprak parçacıklarının daha büyük olması çimlenmeyi ve büyümeyi hızlandırırken rüzgar ve su erozyonunu azaltmaktadır (Nasr ve Selles 1995).

Çimlenme üzerinde etkili olan temel faktörlerden biri olan sıcaklık tohumun gelişmesine doğrusal bir etki göstermektedir (Lindstrom et al. 1976). De Jong ve Best (1979) 19.4 °C de 10 cm derinliğindeki buğday tohumunun çimlenmesinin 12.2 °C de 2.5 cm derinliğindeki buğday tohumunun çimlenmesiyle aynı olduğunu ayrıca eşit su potansiyeline ve sıcaklığına sahip topraklarda toprak tipinin çimlenmeye etkisinin az olduğunu bildirmişlerdir.

Erbach et al. (1992) farklı toprak işleme aletleriyle farklı toprak tiplerinde yaptıkları çalışmada aletlerin toprağa olan özelliklerini, mısırın çıkış oran indeksini ve ürün verimini belirlemişlerdir. Denemede direkt ekim, 20 cm işleme derinliğinde kulaklı pulluk ardından 10 cm derinliğinde kültivatör, 20 cm iş derinliğinde çizel pulluk ardından 10 cm derinliğinde kültivatör ve 30 cm iş derinliğinde dip kazan kullanılmıştır.

Ekimden sonra ve önce yapılan ölçümlerde 0-20 cm aralığında ortalama penetrasyon direnci en yüksek olan sırasıyla direk ekim, çizel pulluk, kulaklı pulluk ve dip kazan olarak belirlenmiştir. Hacim ağırlığında ise en yüksek olan sırasıyla direkt ekim, çizel pulluk, dip kazan ve kulaklı pulluk olmuştur. Toprak neminde ise aletler arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır. Çıkış oran indeksi ve ürün verimi en yüksek kulaklı pullukta görülmüştür.

Rizvi et al. (1991) farklı iklim ve toprak şartlarına sahip üç bölgede kulaklı pulluk, kültivatör, freze ve diskli t rm k kullanarak toprağın fiziksel özelliklerini ve buğday çıkışına etkilerini belirlemişlerdir. Denemelerde   c sitenin ortalaması olarak en yüksek bitki çıkışı 287 bitki/m² ile kulaklı pullukta meydana gelirken en düşük bitki çıkışı 237 bitki/m² ile k ltivat rde elde edilmiştir. Kulaklı pullukta ve k ltivat rde elde edilen toprak fiziksel özellikleri sırasıyla penetrasyon direnci 0.26, 0.514 Mpa, hacim ağırlığı 0.96, 1.01 g/cm³, ortalama ağırlıklı çap 14.27, 9.98 mm, toprak nem miktarı % 16.6, 17.4 olarak belirlenmiştir.

Kültür bitkilerinde ürün verimine, tohum kalitesine, iş yüküne ve masraflara yol açan önemli faktörlerden biri de yabancı otlardır. Yabancı ot tohumlarının çimlenmesi ve büyümesi güneş, işık, toprak nemi gibi birtakım faktörlerin etkisi altındadır. Bu faktörlerin yanında kullanılan toprak işleme aleti de yabancı ota önemli derecede etki etmektedir. Yabancı ot populasyonunun toprak işleme yöntemi ve buna bağlı olarak yabancı otların yaşam uzunluğu ve uyku durumuna göre değiştiği, özellikle toprağı devirmeden işleyen aletlerin büyük yabancı ot sorunu oluşturduğu belirtilmektedir (Kocatürk 1990, Akbolat ve Barut 2001). Toprak işleme aletlerinin yabancı ot y ğunluğuna etkisinin temelinde yabancı ot tohumlarının toprak içindeki dikey dağılımına olan etkileri gösterilmiştir. Kulaklı pulluğun yabancı ot tohumlarını dikey düzlemde üniform bir şekilde dağıttığı,  izel pullukta yüzeyden işleme derinliğine kadar yabancı ot tohumlarının lineer olarak azaldığı ve direkt ekimde ise yabancı ot tohumlarının logaritmik olarak azaldığı belirtilmiştir (Colbach et al. 2000, Turk ve Tawaha 2003).

Güncan (1976) tek yıllık yabancı ot üzerine yaptığı çalışmada sonbaharda derin sürüm yapılmış alanlardaki yabancı ot miktarının sadece diskli t rm k çekilmiş alanlardaki

miktara göre daha az olduğunu belirtmiştir. Bunun sebebi olarak sonbaharda toprak işlemenin bir önceki yıl toprağa dökülen yabancı ot tohumlarının çimlenmesini kolaylaştırdığı böylece çimlenen tohumların erken donların etkisiyle tahrip oldukları belirtilmiştir.

Zengin (1998) Erzurum ili yazlık ve kışlık buğday ile arpa ekim alanlarındaki yabancı ot yoğunlukları ve rastlama sıklığını belirlediği çalışmasında yazlık arpada 61, yazlık buğdayda 91 ve kışlık buğdayda 112 farklı yabancı ot türünün olduğunu belirlemiştir. Çalışmada en düşük yabancı ot yoğunluğu arpada 12, yazlık buğdayda 10 ve kışlık buğdayda 22 adet/m², en yüksek yabancı ot yoğunluğu ise arpada 270, yazlık buğdayda 366 ve kışlık buğdayda 289 adet/m², ortalama yabancı ot yoğunluğu ise arpada 105, yazlık buğdayda 110 ve kışlık buğdayda 99 adet/m² olarak belirlenmiştir.

Akbolat ve Barut (2001) Çukurova bölgesinde anızlı ve anızsız toprak işlemenin ikincil ürün soya ve mısırdaki yabancı ot miktarına etkilerini araştırmışlardır. Denemede anızlı toprak işleme için tahıl hasadı yapılmış alan seçilmiş, anızsız toprak işleme için de anızların yakılmasıyla deneme alanı elde edilmiştir. Anızlı toprak işlemede freze ve kulaklı pulluk+diskli tırmık kullanılmış, anızsız toprak işlemede ise freze, çizel+diskli tırmık kullanılmıştır. Deneme sonucunda anızlı toprakta freze ile elde edilen yabancı ot yoğunluğu ortalama 9.5 adet/m², kulaklı pulluk+diskli tırmıkta 11.7 adet/m², anızsız toprak işlemede freze ile elde edilen yabancı ot yoğunluğu 15.3 adet/m² ve çizel pulluk+diskli tırmıkta 13.4 adet/m² olarak bulunmuştur. Ayrıca denemede anızlı alandaki yabancı ot sayısının anızsız alana göre düşük çıktığı görülmüştür.

Güven (1996) buğdayda farklı toprak işleme aletlerinin otlanmaya etkisini belirlediği çalışmada geleneksel toprak işleme (kulaklı pulluk+diskli tırmık+dişli tırmık+tapan), frezeli toprak işleme (freze+toprak sürgüsü) ve rototiller (rototiller+dişli merdane kombinasyonu) kullanmıştır. Deneme sonucunda en yüksek yabancı ot yoğunluğunun 571 adet/m² ile frezeli toprak işlemede, ardından 328 adet/m² ile rototillerde ve en düşük yabancı ot yoğunluğunun 197 adet/m² ile geleneksel toprak işlemede meydana geldiği görülmüştür.

Mas ve Verdu (2003) kulaklı pulluk+freze, çizel pulluk+freze ve direkt ekimin yabancı ot çıkışına etkisini belirledikleri çalışmada direkt ekimde yabancı ot çıkışlarının önemli derecede arttığı diğer iki yöntemde ise istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı belirtilmiştir.

Tarımsal faaliyetlerin devamlı olarak sürdürülebilmesi için enerjiye ihtiyaç duyulmakta ve bu enerjinin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Üretim maliyetinde yakıt girdileri önemli bir yer tutmakta ve üretilen ürün fiyatını önemli derecede artırmaktadır. Bu nedenle bilim adamları, mühendisler ve çiftçiler yakıt kullanımını artırmadan ürün artışı elde etmek için uğraşı vermektedirler (Bowers 1985). Ayrıca toprak işlemede çiftçilerin yüz yüze olduğu en büyük problemin toprak ve bitkiye uygun alet seçimi ve bu aletin çeki gereksinimine uygun traktör seçimi olduğu belirtilmiştir (Grisso et al. 1996). Mevcut traktörlerin çalışma etkinliklerini artırarak maksimum iş çıktısı veya en az yakıt tüketimi sağlayacak alet traktör kombinasyonlarının seçilmesi büyük önem arz etmektedir.

Tarımsal işlemler içinde toprak şartları çok iyi durumda olsa bile, genel olarak %60 oranında en fazla güç tüketimine toprak işleme neden olmaktadır (Çakır ve Keçecioğlu 1988, Shinnars et al. 1993). Bu nedenle toprak işleme en pahalı işlemdir. Tarımsal işlemlerin maliyetinin azaltılmasına yönelik önlemlerde tasarruf sağlanabilecek en büyük dilimi toprak işleme masrafları kapsamaktadır. Alınacak önlemler sonucunda toprak işleme maliyetinin %30-50 oranında azaltılabileceği ifade edilmektedir (Zeren 1991, Çakır ve Keçecioğlu 1988).

Michel et al. (1985) şeker pancarı, fasulye ve mısırdaki birincil toprak işleme aleti olarak kulaklı pulluk ve çizel pulluk kullanarak aynı verimi elde ettiğini fakat çizel pulluğun yaklaşık %40 daha az yakıt ve zaman tasarrufu sağladığını belirtmişlerdir.

Kasap (2001) kulaklı pulluk diskaro ve ekim makinasından oluşan geleneksel toprak işleme ile direkt ekimi karşılaştırdığı çalışmada 1, 1.5 ve 2 m/s ilerleme hızlarında çalışılması durumunda geleneksel ekim yönteminde sırayla 29, 31.6 ve 26.5 L/ha yakıt tüketimi meydana gelirken, direkt ekim yönteminde sırayla 11.9, 9.5 ve 7.9 L/ha yakıt tüketiminin meydana geldiğini belirtmektedir.

Çakır ve Keçecioğlu (1988) buğday ve mısır bitkilerinde çizel pulluk ve kulaklı pullukla toprak işlemede enerji gereksinimi isimli çalışmalarında çizel pulluğun kulaklı pulluğa göre hem buğdayda hem mısırdaki yaklaşık %50 oranında iş başarısının fazla olduğu ve yakıt tüketiminden buğdayda %25, mısırdaki ise %50 oranında bir tasarruf sağladığı görülmüştür.

Bastaban (1993) Erzurum yöresinde nadas-buğday tarım sisteminde kullanılabilecek en uygun toprak işleme aletlerinin seçimi üzerine yaptığı bir araştırmada, dört soklu kulaklı pullukta m^2 deki kesit alana düşen kuvvetin 37.01 kN, üç soklu kulaklı pullukta 36.36 kN, Anadolu sabanının her bir ayağına 1.61 kN, çizel pullukta ise 2.06 kN olduğu belirtilerek en fazla yakıt tüketiminin üç soklu kulaklı pullukta olduğunu en az yakıt tüketiminin ise çizel pullukta olduğu görülmüştür.

Özarslan vd. (1999) arpa ve burçanın yetiştirilmesinde farklı toprak işleme sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmada kulaklı pulluk+diskli tırmık, çizel pulluk+freze, kültivatörlü freze ve kulaklı pulluk+(kültivatör+döner tırmık)tan oluşan kombinasyonlar kullanmışlardır. Denemede en yüksek maliyet kulaklı pulluk+diskli tırmıkta meydana gelirken en düşük maliyetin kültivatörlü frezede meydana geldiği belirtilmiştir. En yüksek yakıt tüketimi kulaklı pullukta 16.26 L/ha olarak belirlenmiştir. Çizel pullukta ise 10.78 L/ha olarak belirlenmiştir.

Hernanz et al. (1995) kulaklı pulluk+kültivatörden oluşan geleneksel toprak işleme, çizel pulluk+kültivatörden oluşan minimum toprak işleme ve direkt ekimden oluşan toprak işleme sistemlerinin buğday, arpa ve burçak üretimi için enerji gereksinimlerini karşılaştırmıştır. Denemelerde her toprak işleme sisteminde tohum için %13-18, gübre için % 48-58 enerji girdisi gerekirken yakıt girdisi olarak geleneksel toprak işlemede %20-34, minimum toprak işlemede %14-25 ve direkt ekimde %9-15 enerjiye ihtiyaç duyulmuştur.

Kosutic et al. (1999) kışlık buğday ve mısır üretimi için farklı toprak işleme sistemlerini karşılaştırdıkları çalışmada geleneksel toprak işleme, azaltılmış toprak işleme, koruyucu toprak işleme ve direkt ekim yöntemlerini ele almışlardır. Yakıt tüketimi geleneksel toprak işlemede 45.80 kg/ha, azaltılmış toprak işlemede 38.42 kg/ha, koruyucu toprak

işlemede 27.10 kg/ha ve direkt ekimde 6.81 kg/ha olarak bulunmuştur. Kulaklı pulluğun yakıt tüketimi 34.34 kg/ha ve çizel pulluğun yakıt tüketimi 20.60 kg/ha olduğu bulunmuştur.

Sijtsma et al. (1998) geleneksel ve azaltılmış toprak işleme yöntemlerini benzer şartlar altında yakıt tüketimi, çeki enerjisi ve toprak işleme maliyeti yönünden karşılaştırmışlardır. Denemede değişik toprak işleme aletlerinin kombinasyonları yapılarak sonuçlar verilmiştir. Denemede kullanılan kulaklı pulluk iş genişliği 2 m, çalışma hızı 6.5 km/h ve iş derinliği 15 cm alınmıştır. Çizel pulluğun ise iş genişliği 2.5 m, çalışma hızı 8 km/h ve iş derinliği 15 cm alınmıştır. Kulaklı pullukta yakıt tüketimi ortalama 11.7 L/ha, çizel pullukta ise 10.5 L/ha olarak bulunmuştur. Kulaklı pulluk+diskli tırmık+ekim makinası işleminde 22.6 L/ha yakıt tüketimi meydana gelirken, çizel pulluk+diskli tırmık+ekim makinası işleminde 21 L/ha yakıt tüketimi meydana geldiği belirtilmiştir. Ayrıca yapılan toprak işleme maliyet analizleri sonucu kulaklı pulluk yerine diğer alternatif toprak işleme aletlerinin kullanılması durumunda %44-60 oranında maliyetin azalacağı belirtilmiştir.

Jenane et al. (1996) çeki performansının yakıt tüketimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, denemelerini anızlı toprakta, kulaklı pullukla işlenmiş toprakta ve çizel pullukla işlenmiş toprakta yapmışlar ve çizel pullukla işlenmiş toprakta traktör çeki etkinliğinin maksimum 0.8, kulaklı pullukta ise 0.7 olarak belirlemişlerdir. Buna bağlı olarak çeki etkinliğinin artmasıyla yakıt tüketiminde azalma olduğunu ifade edilmiştir. Benzer şekilde Sijtsma et al. (1998) kulaklı pullukla işlenen toprağın ardından diskli tırmık geçirildiğinde harcanan yakıt miktarını 6.5 L/ha olarak belirlerken, çizel pullukla işlenen topraktan diskli tırmık geçirildiğinde bu değerin 6 L/ha olduğu bulunmuştur.

Çeki kuvveti toprak işleme aletlerinin performansını değerlendirmek için önemli bir parametredir. Toprak işleme makinalarının ve aletlerinin tasarımında, seçiminde ve kullanımında çeşitli toprak ve şartlarda aletin oluşturduğu çeki kuvvetinin bilinmesi veya tahmin edilmesi gerekir. Toprak işleme aletlerinin çeki kuvvetlerinin belirlenmesi imalatçı ve tasarımcının aleti geliştirmesini ve üretim fiyatlarını düşürmesini, çiftçinin ise optimum traktör alet kombinasyonu oluşturmasını sağlayacaktır. Traktör ve toprak işleme aletlerinin çalıştırma fiyatları, kullanılacak toprak işleme aletinin ihtiyaç

duyduğu çeki kuvvetinin bilinmesiyle minimize edilebilir. Pek çok çiftçi alet seçimini geçmiş tecrübelerinden yararlanarak yapmakta bu ise yanlış seçimlere yol açabilmektedir (Desbioles et al. 1997, Al-Janobi ve Al-Suhaibani 1998). Toprak işleme için harcanan enerji ve aletin ihtiyaç duyduğu çeki kuvveti aletin iş derinliğine, ilerleme hızına, aletin iş genişliğine, toprak kesme gerilmesinin statik bileşenlerine, toprak kesme gerilmesinin dinamik bileşenlerine, toprak-metal sürtünme katsayısına, toprak özgül ağırlığına, aletin büyüklüğüne ve aletin geometrik açılarına bağlıdır (Kepner et al. 1980, Perfect et al. 1996, Glancey et al. 1996, Ros et al. 1995). Pek çok araştırmacı toprak işleme aletlerinin çeki kuvvetini ve toprağa olan etkilerini optimum yapmak amacıyla yapısal özelliklerini değiştirerek farklı çalışma şartlarında teorik ve deneysel olarak araştırma yapmaktır (Qiong et al. 1986, Shrestha et al. 2001, Saunders 2004).

Smith (1993) toprak işlemede yakıt tüketimi genel olarak traktör büyüklüğünün ve yapısal özelliklerinin, toprak işleme aletinin, iş genişliği, iş derinliği ve çalışma hızının, traktör alet uyumluluğunun ve toprağın fiziksel özelliklerinin bir fonksiyonu olarak ifade etmektedir. Hansson et al. (2003) traktör yakıt tüketiminin motor devri ve traktörün meydana getirdiği torka bağlı olarak değiştiğini belirtmektedirler. McLaughlin ve Burt (2000) yakıt tüketimi ve çeki kuvvetinin, toprağın fiziksel özelliklerinin bir fonksiyonu olan toprak mukavemeti ile direkt ilgisi olduğunu belirtmektedirler.

Mutaf ve Sungur (1972) İzmir ve Manisa çevresindeki çeşitli tarım alet ve makinalarının pratik çalışma koşullarındaki çeki kuvveti ve güç ihtiyaçlarını belirlemişlerdir. Araştırmada 21 asılır tip kulaklı pulluk ve 5 adet çekilir pulluk ele alınmıştır. Araştırma sonucunda toprak nemine ve bünyesine göre elde edilen çeki kuvveti ve güçlerinde önemli derecede farklılıklar olduğu görülmüştür. Pratik çalışma koşullarında en düşük çalışma hızının 3.6 km/h en yüksek çalışma hızı ise 6.75 km/h olarak belirlenmiştir. Pulluklar içinde en düşük ortalama özgül çeki kuvvetinin 5.9 km/h ilerleme hızında siltli-tınlı toprakta üç kulaklı asılır tip kulaklı pullukta 17.66 kN/m² olarak bulunurken en yüksek ortalama özgül çeki kuvvetinin 4.8 km/h ilerleme hızında siltli-killi toprakta iki kulaklı çekilir tip kulaklı pullukta 54.94 kN/m² olarak belirlenmiştir. İki kulaklı pulluklarda çeki gücü değerinin 5.74-8.24 kW arasında değiştiği, üç kulaklı pulluklarda ise 4.78-10.07 kW arasında değiştiği görülmüştür.

yapılan denemeler boyunca en yüksek çeki gücü değerinin 19.55 kW olduğu belirlenmiştir.

Natsis et al. (1999) farklı kesme açısı kalınlıklarına sahip kulaklı pulluk uç demirlerini farklı toprak bünyelerinde ele alarak, bu uç demirlerinin yakıt tüketimine, çeki kuvvetine ve toprak parçalanmasına olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Denemede uç demiri kesme açısı kalınlıkları 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 mm olarak alınmıştır. Denemede 3.6 km/h traktör ilerleme hızında ve 26-30 cm iş derinliğinde çalışılmıştır. Parçalanmayı belirlemek için 100, 50, 20, 10 ve 0.25 mm aralıklarındaki elekler kullanılmıştır. Deneme sonucunda killi toprakta uç demiri kesme açısı kalınlığının 1 mm den 6 mm ye çıkması çeki kuvvetini % 62 artırırken yakıt tüketimini % 41 artırmıştır. Benzer olarak uç demiri kesme açısı kalınlığının artması toprak parçalanmasını kötüleştirmiştir. Aynı çalışmada farklı nem içeriklerindeki kumlu, tınlı ve killi toprakların uç demirini aşındırma durumuna da bakılmış ve nem miktarının artmasıyla tınlı ve killi toprakta uç demiri aşınmasının azaldığı, kumlu toprakta ise arttığı görülmüştür.

Plouffe et al. (1995) yaptıkları çalışmada, kulak göğüs açısı 30° ve 12° olan sığ sürümelerde kullanılan 5 gövdeli iki kulaklı pulluğu 300, 350, 400 ve 450 mm gövde aralıklarında ve aynı iş genişliği/iş derinliği oranlarında deneyerek çeki kuvveti ve yakıt tüketim değerlerini karşılaştırmışlardır. Denemeler sonucunda kulak göğüs açısı 30° olan pullukta gövde aralığı 350 mm olduğu durumda 69.2 kN/m^2 ile en düşük çeki kuvveti elde edilirken 12° kulak göğüs açısına sahip pullukta en düşük çeki kuvveti 75.9 kN/m^2 ile 300 mm gövde aralığında elde edilmiştir. Aynı iş genişliği/iş derinliği oranlarında kulak göğüs açısı 30° olan pulluğun özgül çeki kuvvetinin %10 düşük olduğu ve yakıt tüketiminin de %5 daha az olduğu bulunmuştur.

Plouffe et al. (1999) dört gövdeli kulaklı pulluk üzerinde iki farklı uzunlukta taban demirini ve iki farklı keski demirini 100, 130 ve 190 mm derinliklerinde kullanarak pulluğun çeki gücü ve yakıt tüketimini deneysel ve teorik olarak belirlemişlerdir. Denemede traktör ilerleme hızı 6.5 km/h sabit olarak alınmıştır. Taban demiri uzunlukları 560 ve 710 mm, keski demiri olarak disk keski ve bıçak keski kullanılmıştır. Tarla denemeleri sonucunda kısa taban demirinin uzun taban demirine göre ve disk keskinde bıçak keskiye göre daha fazla çeki gücüne neden olduğu bulunmuştur. Yakıt

tüketiminde ise taban demirleri arasında fark olmazken disk keskinin bıçak keskiye göre daha fazla yakıt tüketimine neden olduğu belirlenmiştir. Simülasyon yoluyla elde edilen değerlerin ise farklı çıktığı ve bu gibi kompleks yapılar için daha gelişmiş bilgisayar programlarına gerek olduğu belirtilmiştir.

Demir vd. (1996) iş genişliği 1200 mm olan 3 gövdeli ızgara kulaklı pulluk ile iş genişliği 960 mm olan 3 gövdeli geleneksel kulaklı pulluğu yakıt tüketimi, çeki kuvveti ve toprak özelliklerine olan etkileri yönünden karşılaştırmışlardır. Denemeler 1.6 m/s traktör ilerleme hızında ve 19.4-19.6 cm iş derinliğinde yapılmıştır. Denemeler sonucunda ızgara kulaklı pulluğun çeki kuvveti 14.1 kN geleneksel kulaklı pullukta ise 14.30 kN olarak bulunmuştur. Yakıt tüketimi ise ızgara kulaklı pullukta 20.83 L/ha geleneksel kulaklı pullukta ise 24.70 L/ha bulunmuştur. Yapılan elek analizi sonucunda toprak parçalanmasının ızgara kulaklı pullukta daha fazla olduğu görülmüştür. Toprak hacim ağırlığı değerleri de ızgara kulaklı pullukta 1.08 g/cm^3 iken geleneksel kulaklı pullukta 1.04 g/cm^3 olarak bulunmuştur.

Traulsen ve Holz (1982) pratikte ızgara kulaklı pulluklar başlığıyla yaptıkları çalışmada, farklı firmaların ürettiği döner kulaklı pullukları kullanmışlardır. Bu pullukların bir tarafına aynı firmanın ürettiği normal kulağı, diğer tarafa ızgara kulakları yerleştirilerek farklı bölgelerde normal kulağın ve ızgara kulağın çeki kuvveti ve yakıt tüketimine etkisini belirlemişlerdir. Yapılan ölçümler sonunda ızgara kulakla ve normal kulakla elde edilen veriler arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Natsis et al. (2002) ön gövdecik ve disk keskinin toprak işleme kalitesine ve yakıt tüketimine etkisini belirlemeye çalıştıkları çalışmalarında, üç gövdeli bir pullukta ön gövdecik ve disk keski 26-30 cm iş derinliğinde kullanılmıştır. Araştırma sonucunda ön gövdecik ve disk keskinin yakıt tüketimini, çeki kuvvetini ve toprak parçalanmasını artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca ön gövdecik ve disk keskinin kullanılmadığı durumda %35.9 yabancı ot artışı olduğu görülmüştür.

Choi ve Erbach (1986) farklı özelliklerdeki disk keskinin ilerleme hızı, çalışma derinliği ve farklı mısır sap aralıklarında çeki kuvvetine etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, çeki kuvvetinin çalışma derinliği, disk çapı ve toprak sertliği ile

artığını, ilerleme hızındaki artışla birlikte çeki kuvvetinin bir miktar arttığı fakat bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı belirtilmiştir.

Abu-Hamdeh ve Reeder (2003) 610 mm çapındaki bir diskli pulluğu 15° , 20° ve 25° durum açısında 4 ve 10 km/h ilerleme hızında, 21 cm iş genişliğinde ve 18 cm iş derinliğinde deneyerek çeki kuvvetini belirlemişlerdir. Deneme sonucunda diskin durum açısının ve ilerleme hızının artması ile çeki kuvvetinin arttığı belirlenmiştir.

Al-janobi et al. (2002) üç farklı çizel ayak tipine farklı derinlik ve hızlarda etki eden yatay ve düşey kuvvetleri belirlemişlerdir. Denemede yarı eğri, tam eğri ve düz ayak şekline sahip çizel pulluklar kullanılmıştır. Maksimum yatay kuvvet tam eğri ayakta 6.39 km/h ilerleme hızında ve ortalama 15 cm iş derinliğinde 0.300 N/cm^2 , yarı eğri ayakta 6.26 km/h ilerleme hızında ve ortalama 12.5 cm iş derinliğinde 0.150 N/cm^2 ve düz ayakta 15.93 km/h ilerleme hızında ve ortalama 12 cm iş derinliğinde 0.120 N/cm^2 olarak bulunmuştur. İlerleme hızının artmasıyla çeki kuvvetinin arttığı, ayrıca yatay kuvvetlerin ilerleme hızının artışıyla dikey kuvvetlere göre daha yüksek oranda arttığı görülmüştür.

Kheiralla et al. (2004) Malezya da yaygın kullanılan genel amaçlı diskli ve kulaklı pulluğu farklı derinlik ve hızlarda karşılaştırarak, aletlerin çeki kuvvetini ve yakıt tüketimini belirlemişlerdir. Denemede çalışma hızı olarak her iki alette de 3, 4, 5 ve 6 km/h seçilmiştir. İş derinliği olarak da kulaklı pullukta 12.4, 18, ve 23.5 cm ve diskli pullukta 12.3, 17.4 ve 23.4 cm seçilmiştir. Araştırma sonunda her iki alette de çeki kuvvetinin ve yakıt tüketiminin ilerleme hızı ve iş derinliği ile doğru orantılı arttığı, ayrıca diskli ve kulaklı pullukta elde edilen çeki kuvveti ve yakıt tüketimlerinin birbirlerine yakın olduğu ve kulaklı pulluğun diskli pulluktan %4-6 daha fazla enerjiye gerek duyduğu görülmüştür.

Bowers (1989) yaptığı çalışmada Kuzey Carolina da hububat üretiminde yaygın kullanılan toprak işleme aletlerini 12 toprak serisinde kullanarak çeki gücünü ve traktör yakıt tüketimini belirlemiştir. Çalışmalarda toprak tipine göre çeki kuvveti ve yakıt tüketiminde çok farklı sonuçların ortaya çıktığını belirlemiştir.

Toprak işleme aletlerinin çalışması esnasında alete etkiyen kuvvetlerin, traktör ilerleme hızındaki değişmeden önemli derecede etkilendiği görülmüştür. Birçok çalışmada toprak işleme aletleri farklı ilerleme hızlarında çalıştırılarak aletlerin toprağa, yakıt tüketimine ve çeki kuvvetine olan etkileri belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda alet ve hız arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır. Anonymous (1998)'de toprak tipleri için toprak işleme aletlerinin çeki ve güç gereksinmelerini hesaplamaya yarayan matematiksel ifadeler sunulmuştur. Ayrıca Harrigan ve Rotz (1995) yaptıkları çalışmada yaygın kullanılan toprak işleme aletlerinin farklı toprak tiplerinde gerek duydukları çeki kuvvetlerini sunmuşlardır. Yapılan bu çalışmaların ve verilerin büyük bölümü Amerika Birleşik Devletleri topraklarında yapılmış ve bu toprak yapılarına göre ifadeler çıkarılmıştır. Yine aynı bölümde kulaklı pullukların ihtiyaç duydukları çeki kuvvetlerinin iş derinliği ve hızın karesiyle değiştiği, kültivatör ve çizel pullukta hız ve derinlikle çeki kuvvetinin doğrusal olarak arttığı, diskli pullukta ise diskli pulluğun kütlesi ile çeki kuvvetinin doğrusal olarak arttığı belirtilmiştir.

Keçecioğlu (1971), Wheeler ve Godwin (1996), Collins (1996), Kushwaha (1996), Durairaj (1997), Taniguchi (1999) yaptıkları çalışmalarla kulaklı pulluk, diskli pulluk, çizel pulluk ve benzer toprak işleme aletlerinde traktör ilerleme hızının ve toprak işleme derinliğinin artmasıyla çeki kuvvetinin arttığını belirlemişlerdir.

Summers et al. (1986) Oklahoma' da üç farklı toprak tipi için kulaklı pulluk, diskli pulluk, çizel pulluk ve tesviye pulluğunun farklı toprak tiplerinde, değişik ilerleme hızlarında ve iş derinliklerinde çalışmaları durumunda ihtiyaç duydukları çeki kuvvetini ve aralarındaki ilişkiyi belirlemişlerdir. Denemelerde her dört toprak işleme aleti içinde 6.5, 8.0 ve 9.5 km/h hızları seçilmiştir. Aletlerin iş derinlikleri kendi özelliklerine bağlı olarak kulaklı pullukta 14, 18 ve 22 cm, çizel pullukta 10, 14 ve 18 cm, diskli pullukta 7.5, 11.5 ve 15.5 cm, tesviye pulluğunda 9, 13 ve 17 cm olarak seçilmiştir. Kulaklı pullukta elde edilen çeki kuvvetinin pulluk iş genişliğine ve iş derinliğine bölünmesiyle cm^2 için gerekli çeki kuvveti bulunmuştur. İlerleme hızı ve çeki kuvveti arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan regresyon analizinde çeki kuvvetinin hızın karesi ile arttığı görülmüştür. Diskli pullukta, çizel pullukta ve tesviye pulluğunda ise hız ile çeki

kuvveti arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca penetrasyon direncinin yüksek olduğu topraklarda çeki kuvvetinin önemli derecede arttığı görülmüştür.

McLaughlin ve Burt (2000) toprak işleme için gerekli enerjinin GPS (Global pozisyonlama sistemi) kullanılarak haritalanması üzerine yaptıkları çalışmada, dipkazan-disk kombinasyonundan oluşan toprak işleme aletini 20 cm iş derinliğinde farklı ilerleme hızlarında kullanmışlardır. Denemede çeki kuvveti, yakıt tüketimi, motor devri ve ilerleme hızı ölçülmüş ve bu değerler GPS kullanılarak anında koordinatlandırılmıştır. Çeki kuvveti, yakıt tüketimi, motor devri ve ilerleme hızının çok yakın ilişkide oldukları belirlenmiştir. İlerleme hızının 2.33-2.54 m/s olduğu durumda motor devrini 2.140-2.235 d/min, yakıt tüketimini 28.5-33.9 L/h ve çeki kuvvetini 25.6-46 kN arasında bulmuştur. İlerleme hızının artmasıyla çeki kuvvetinin, yakıt tüketiminin ve motor devrinin arttığı görülmüştür.

Al-Suhaibani ve Al-Janobi (1997) kumlu tınlı topraklarda kulaklı pulluğun, çizel pulluğun, diskli pulluğun ve diskli tırmığın iş derinliği ve ilerleme hızına bağlı olarak çeki kuvveti değişimlerini belirlemişlerdir. Deneme alanı olarak buğday anızlı tarla ve nadasa bırakılmış bir tarla seçilmiştir. Birinci alanda yapılan denemelerde alet iş derinlikleri olarak çizel pullukta 94 mm, diskli pullukta 152 mm, kulaklı pullukta 130 mm olarak alınmış ve makine ilerleme hızı olarak ta 0.72 ile 1.70 m/s aralığında dört ilerleme hızı seçilmiştir. İkinci deneme alanında yapılan denemelerde her alet için 100, 150 ve 200 mm iş derinlikleri ve 0.8 ile 2.6 m/s arasında altı farklı makine ilerleme hızı seçilmiştir. Denemelerde elde edilen çeki kuvvetleri alet iş genişliğine bölünerek birim genişlik için her aletin çeki kuvveti bulunmuştur. Araştırma sonucunda bütün aletler için ilerleme hızının ve iş derinliğinin artması çeki kuvvetinin önemli derecede artmasına neden olmuştur. Buğday anızlı tarlada elde edilen çeki kuvvetinin nadasa bırakılan tarlada elde edilen çeki kuvvetinden çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Çeki kuvvetindeki bu artışın nedeni olarak tarla nem miktarının yüksek olması, buğday anızından dolayı toprak direncinin artması ve penetrasyon direncinin diğer tarlaya göre yüksek olması gösterilmiştir. Bununla beraber çizel pulluğun anızlı tarlada ihtiyaç duyduğu çeki kuvvetinin kulaklı ve diskli pulluğun nadasa bırakılan tarlada ihtiyaç

duyduğu çeki kuvvetinden daha az olduğu görülmüştür. Araştırmada çizel pulluğun en az çeki kuvvetine ihtiyaç duyduğu, kulaklı pulluk ve diskli pulluğun ihtiyaç duydukları çeki kuvvetinin birbirlerine yakın ve daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca düşük hızlarda diskli pulluğun gerek duyduğu çeki kuvvetinin kulaklı pulluktan az olduğu fakat hızın artması ile bu değerin kulaklı pulluğun ihtiyaç duyduğu çeki kuvvetinin çok üzerine çıktığı görülmüştür.

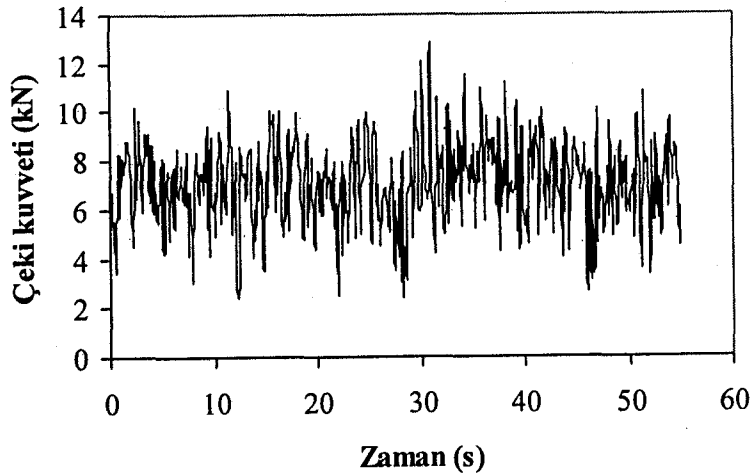
Çeki kuvveti üzerine yapılan bazı çalışmalarda çeki kuvvetinin toprak özellikleri ve ürün verimi ile ilişkileri incelenmektedir. Lapen et al. (2002) çalışmalarında kulaklı pulluk çeki kuvveti ile mısır, buğday ve soya fasulyesi verimi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Denemede ölçülen çeki kuvvetleri değerleri GPS sistemi kullanılarak haritalanmış ve o koordinatlardaki ürün verimleri ve toprak özellikleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada çeki kuvvetinin artmasıyla soya fasulyesinde doğrusal olarak verim artarken, mısırdaki düşmüştür. Buğdayda ise verim, çeki kuvvetinin belli bir yere kadar artmasıyla artmış daha sonra düşme göstermiştir.

McLaughlin et al. (2002) organik ve inorganik nitrojen uygulamalarının kulaklı pullukta çeki kuvveti üzerine etkileri isimli çalışmalarında ahır gübresi ve inorganik gübrenin farklı normlarda traktör yakıt tüketimine ve çeki kuvvetine etkisini belirlemişlerdir. Denemelerde inorganik gübrenin çeki ve yakıt tüketimini önemli derecede artırdığı görülmüştür. Ayrıca inorganik gübre normunun artması çeki ve yakıt tüketimini artırırken ahır gübresindeki norm artışı çeki ve yakıt tüketimini azaltmıştır. Bununla beraber ahır gübresinin kullanılmasıyla toprak özelliklerinin iyileştiği görülmüştür.

Wolf et al. (1981) enerji girdisi ve verim arasındaki ilişkiyi inceledikleri bir araştırmada dipkazan iş derinliğinin artırılmasının çeki gücünü artırdığını fakat fasulye ve pamuk veriminin artmadığını belirtmişlerdir. Benzer olarak Salih et al. (1998) 7cm iş derinliğindeki diskli tırmıkla, 15 cm iş derinliğindeki diskli pullukla ve 40 cm iş derinliğine sahip dipkazan ile toprak işleme yaparak pamuğun verimini karşılaştırdıklarında diskli pulluk ile dipkazan arasında önemli bir farkın olmadığını belirtmişlerdir.

Toprak işleme aletleri ile çalışma esnasında çeki kuvvetinin ölçülmesi için değişik şartlara ve çalışma koşullarına uygun ölçüm düzenlerinin olması gerekmektedir. 1980'li yıllara kadar mekanik ölçüm aletleriyle yapılan çeki kuvveti ölçümleri 1980'li yıllardan sonra elektronik devrelerin ve bilgisayarın devreye girmesiyle daha hassas veriler alınmış ve anında bilgi sahibi olmamızı sağlamıştır. Bu sistemlerde laboratuvar ve tarla şartlarında çalışan analog-dijital mikrokompütür deney setleri kullanılarak sensörler vasıtasıyla alınan değerler amfikatörlerden geçirilerek dataloggerda analog bilgiler dijital değerlere dönüştürülerek veri kaydedicilere gönderilmektedir. Kuvvet ölçen sensörler içerisinde strain gage'ler yerleştirilmiştir. Strain gage genellikle uygulanan kuvveti elastik bir elemanın deformasyonuna çevirirler. Böylece uygulanan kuvvetle doğru orantılı olarak strain gage üzerinde oluşan gerilim de değişmekte ve gerilim kuvvet arasındaki ilişkiden yararlanılarak kuvvet ölçümü yapılabilmektedir. Strain gage lerin dinamometreler üzerine belirli şekillerde yerleştirilmeleri ile basma, çekme kuvvetleri ve dönme momenti ölçülebilmektedir (Girma 1989, Palmer 1992, Godwin et al. 1993, Bastaban 1994, Glancey ve Upadhyaya 1995).

Bu ölçüm sistemiyle elde edilen verilerin değişimi çoğunlukla Şekil 2.3. de gösterildiği gibidir.



Şekil 2.3 Kulaklı pullukta zamana bağlı olarak çeki kuvveti değişimi (denemelerden alınmıştır)

Çeki kuvveti ölçüm değeri genel olarak bu verilerin ortalaması alınarak belirlenmektedir. Bununla birlikte bazı araştırmacılar kuvvet-zaman grafiğine bağlı

olarak yaptıkları araştırmalarda bu verilerden yararlanarak alet-toprak etkileşimini ortaya koymuşlar ve bu verilerin analiz edilmesiyle, sonuçların alet ve toprak özelliklerine göre belirgin özellikler gösterdiklerini belirlemişlerdir (Hayhoe et al. 2002, Sanchez et al. 2003).

Toprak işleme aletlerinden beklenen özelliklerden biri de iş başarılarının yüksek olmasıdır. Toprak işleme aletinin iş genişliği, aletin teknik özellikleri, çalışma hızı, bitki durumu, toprak tipi, tarlanın topografyası, şekli ve büyüklüğü gibi faktörler toprak işleme aletlerinin iş başarıları üzerine etkili olmaktadır. Toprak işleme aletlerinde iş başarısının ölçüsü genel olarak birim zamanda işlenen alanın miktarı olarak da/h veya ha/h terimleriyle değerlendirilmektedir (Renoll 1979, Sabancı ve Özgüven 1987). Çalışma zamanı içerisindeki iş başarısı, efektif iş başarısı olarak tanımlanmaktadır. Burada esas çalışma zamanına dönme zamanında eklenmiştir. Dönme zamanı sıra sonunda aletin dönmesi için geçen zamandır. Bu zamana dönüşlerdeki yüzey şartları, dönüş alanı, aletin çekilir veya asılır olması, traktörün ön tekerlek fonksiyonu, traktörün ilerleme hızı ve parsel uzunluğu etkilidir (Renoll 1979).

Komaryzade ve Keçecioğlu (1985) Ege bölgesinde buğday tarımında kullanılan toprak işleme aletlerinin iş başarılarını ve enerji tüketimlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında 1900 mm iş genişliğinde ve 5 km/h ilerleme hızındaki çizel pulluğun iş başarısını 7.6 da/h, 980 mm iş genişliğinde 5.5 km/h ilerleme hızındaki kulaklı pulluğun iş başarısını 4.5 da/h, 980 mm iş genişliğinde 4.5 km/h ilerleme hızındaki kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyonunun iş başarısını 3.9 da/h olarak belirlemişlerdir.

Wu et al. (1986) yaptıkları çalışmada toprak işleme aletlerinde iş başarısının artırılması ve yakıt tüketiminin azaltılmasının traktör gücüne uygun optimum iş genişliği ve uygun ilerleme hızına sahip aletlerin kullanılmasıyla mümkün olacağını belirtmişlerdir. Araştırmalarında 104 kW güce sahip traktör ile killi toprakta 20 cm iş derinliğinde farklı ilerleme hızlarında farklı iş genişliklerine sahip kulaklı pullukla yaptıkları çalışmada 1.22 m iş genişliğine sahip kulaklı pullukla 9.7 km/h ilerleme hızında 30.1 L/ha yakıt tüketimi ve 9.71 da/h iş başarısı elde edilirken 2.13 m iş genişliğinde 8.2 km/h ilerleme hızında 27.2 L/ha yakıt tüketimi ve 12.82 da/h iş başarısı elde edilmiştir.

Kayışoğlu ve Bayhan (1993) izel pulluk ve kulaklı pullukla yaptıkları çalışmada 1750 mm iş genişliğe sahip izel pulluk ile 700 mm iş genişliğine sahip kulaklı pulluğun iş başarılarını karşılaştırmışlardır. Araştırmada izel pulluğun 4.06 km/h ilerleme hızında iş başarısı 7.16 da/h bulunurken kulaklı pulluğun 4.22 km/h ilerleme hızında iş başarısı 2.71 da/h olarak bulunmuştur.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Alanı

Denemelere, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında Mayıs-2003'de başlanmıştır. Deneme alanı olarak daha önce buğday hasadı yapılmış, 2002 yılında nadasa bırakılmış olan anızlı tarla rasgele alınmış ve 28 Nisan-9 Mayıs 2003 tarihleri arasında gerekli parselleme yapılmıştır. Deneme alanının parsellenmiş haldeki görünüşü Şekil 3.1.'de, buğdayın sapa kalkma dönemindeki hali (Haziran 2004) Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanının parsellendikten sonraki hali

Deneme parsellerinde 10-12 Mayıs tarihleri arasında penetrasyon direnci ölçümleri, TDR 300 ile toprak nem ölçümleri yapılmış ve bozulmamış toprak hacim ağırlığını belirlemek üzere toprak örnekleri alınmıştır.

Deneme alanına ait toprak özelliklerini belirlemek için alınan toprak örnekleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarlarında analizleri yapılmış ve sonuçları Çizelge 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Deneme alanının buğdayın sapa kalkma dönemindeki hali

Çizelge 3.1. Deneme alanına ait toprak özellikleri

Toprak Özellikleri		Toprak derinliği (0-20 cm)
Bünye Analizi	% Kum	49
	% Silt	36
	% Kil	15
Bünye sınıfı		Tın
Özgül ağırlık (g/cm ³)		2.65
Hacim ağırlığı (g/cm ³)		1.26
Organik madde miktarı (%)		1.96
Porozite (%)		52.45
Toprak nemi (%)		11.21
PH (1:2.5)		6.85
N (%)		0.1
P ₂ O ₅ (kg/da)		8.7
Elektrik iletkenliği (dS/m)		0.07

3.1.2. Araştırma Bölgesi İklim Yapısı

Erzurum, ortalama 1396 m yüksekliğe sahip olan Doğu Anadolu Bölgesinin 1869 m ile en yüksek rakımına sahip ilidir. Anadolu'nun kuzey doğusunda yer alan Erzurum Artvin, Kars, Ağrı ve Erzincan'ın da içerisinde bulunduğu Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinin en gelişmiş şehri olup 2.5 milyon hektar alanıyla bölgenin en büyük ilidir.

Türkiye'nin yıllık sıcaklık ortalaması en düşük illerinden biri olan Erzurum da şiddetli bir karasal ve yüksek yayla iklimi hakimdir. Kışlar uzun ve sert, yazlar ise sıcak ve kısa geçmektedir. En sıcak ay ortalaması 20 °C civarındadır. Bazen sıcaklık 30 °C ye çıkabilir. Yıllık ortalama yağış 500 mm'nin altında olup bunun %40 civarı Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında düşmektedir. Çizelge 3.2.'de 1993-2003 yılları arası deneme bölgesine ait aylık toplam yağış (mm), aylık ortalama sıcaklık (°C) ve aylık ortalama nem (%) değerleri verilmiştir (Anonim 2004).

Çizelge 3.2. Deneme bölgesine ait aylık toplam yağış (mm), aylık ortalama sıcaklık (°C) ve aylık ortalama nem (%)

Ay Yıl	Aylık toplam yağış (mm)											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1993	11.0	13.5	7.5	70.9	87.2	59.2	11.3	13.6	6.6	2.3	31.9	9.1
1994	9.3	23.6	31.6	57.5	104.7	14.7	14.0	13.9	8.6	28.8	38.3	36.8
1995	18.1	10.0	35.3	54.0	39.3	72.5	30.5	15.0	17.0	36.0	44.1	5.7
1996	16.9	13.9	18.5	30.6	39.7	17.2	24.3	16.7	32.5	77.8	2.6	52.8
1997	3.5	31.3	25.4	40.7	66.1	32.0	3.7	6.4	46.2	82.4	6.1	21.8
1998	34.0	16.3	79.7	77.1	98.1	26.4	32.7	9.5	27.0	5.1	33.9	29.6
1999	3.2	8.0	57.7	44.9	35.3	49.6	34.2	6.1	49.6	17.3	11.0	11.0
2000	18.8	21.7	61.3	34.9	42.0	9.7	4.0	4.7	40.7	42.3	1.6	23.8
2001	4.9	11.9	51.1	104.9	68.7	7.3	36.6	9.2	3.8	51.2	39.6	35.1
2002	14.0	8.9	37.4	77.1	73.1	74.0	39.1	54.6	18.1	42.9	25.6	19.7
2003	17.7	30.7	32.9	81.4	29.9	45.7	18.5	5.1	19.3	90.9	36.1	16.1
	Aylık ortalama sıcaklık (°C)											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1993	-11.6	-10.4	-6.0	4.3	9.6	13.7	18.6	18.3	13.8	6.5	-5.7	-6.9
1994	-7.9	-9.9	-2.0	8.2	10.7	14.1	19.1	18.6	15.8	9.7	-1.0	-11.4
1995	-9.3	-8.3	-3.8	4.4	11.7	14.4	17.9	18.8	13.5	5.7	-1.4	-11.5
1996	-7.7	-9.1	-0.8	3.8	12.0	13.8	20.1	19.3	12.3	6.3	-0.5	-2.0
1997	-5.3	-9.6	-10.3	3.1	11.7	14.7	18.3	19.5	11.7	8.3	0.3	-6.5
1998	-12.5	-15.1	-3.5	5.0	10.8	16.4	19.2	19.7	13.6	7.8	3.8	-2.8
1999	-5.5	-3.2	-1.7	5.6	10.3	15.0	19.2	20.3	14.2	6.9	0.1	-5.7
2000	-9.7	-11.3	-7.6	7.4	9.8	15.5	22.3	19.3	14.4	7.0	1.2	-5.9
2001	-12.2	-5.7	4.4	7.2	9.3	15.4	20.6	19.9	14.3	6.2	-2.6	-5.1
2002	-16.1	-8.4	-0.9	4.2	9.8	14.3	18.3	16.6	13.6	8.9	1.3	-12.0
2003	-7.7	-8.2	-6.6	4.4	11.6	14.5	18.9	20.0	13.8	8.8	-0.7	-6.6

Çizelge 3.2. (Devam)

	Aylık ortalama nem (%)											
1993	77.4	82.0	76.5	71.9	70.3	62.1	55.1	53.2	46.8	52.3	78.1	85.3
1994	77.5	73.6	75.0	57.1	61.3	52.9	51.1	50.5	49.7	62.9	82.3	81.2
1995	82.0	82.2	78.7	72.3	67.0	66.7	58.8	55.9	58.0	68.4	75.9	79.7
1996	80.8	79.8	76.6	67.6	58.9	56.9	51.7	46.5	56.3	69.2	69.1	81.0
1997	69.5	77.0	75.1	68.9	58.1	56.5	49.4	43.0	53.9	71.8	69.4	80.5
1998	80.7	74.0	77.2	71.6	70.9	59.4	52.9	45.7	54.5	56.1	67.2	76.7
1999	70.5	66.5	73.9	63.7	56.0	57.7	52.9	44.6	54.6	60.4	64.8	73.3
2000	71.3	73.6	73.4	64.8	57.9	47.8	36.7	43.4	47.4	67.0	64.2	79.5
2001	80.6	71.9	65.0	65.4	61.3	48.1	46.2	44.1	42.0	60.1	71.4	80.4
2002	72.4	72.6	71.4	67.1	55.8	57.0	53.0	53.6	52.9	61.9	69.4	73.5
2003	77.6	73.3	75.8	62.2	52.0	50.6	49.3	42.7	46.3	64.1	74.5	71.3

İklimin sert, yükseltinin fazla, bitki yetiştirme döneminin kısa ve yağışın yetersiz oluşu bölgede yetiştirilen ürün sayısını kısıtlamaktadır. Bölgenin tarım karakterini belirleyen ürün gurubu tahıllar olup ekili alanların %81' ini oluşturmaktadır. Tahıllar içinde ise buğday önemli bir yer tutmaktadır. Bölgede buğday üretimi genellikle kuru tarım alanlarında yapılmakta ve yağışın önemli bir kısmı Nisan, Mayıs, Haziran döneminde yani buğdayın vejetatif gelişme döneminde meydana gelmektedir. Buğdayın çiçeklenmesine yakın dönemde başlayan kuraklık tane dolum döneminde etkisini artırmakta, tane ağırlığı ve verimde azalmalar meydana gelmektedir (Öztürk vd. 1998).

3.1.3. Birincil Toprak İşleme

Birincil toprak işleme bitki için toprağı hazırlamanın ilk basamağıdır. ASAE tarafından birincil toprak işleme, toprağın parçalanması, kabartılması, derin işlemenin yapıldığı, yüzey düzgünlüğü az, bitki artıklarının ve gübrenin toprağa gömülmesi veya karıştırılması olarak tanımlanır. Bu tanıma uygun olarak kulaklı pulluk, diskli pulluk, ağır kültivatör, çizel, dipkazan ve ağır freze gibi aletler birincil toprak işleme aletleri olarak adlandırılmaktadır (Anonymous 1998).

Bu aletlerin yapıları ve dolayısıyla toprağa olan etkileri farklıdır. Toprak işleme için bu aletlerden hangisinin seçileceği en önemli konudur. Çünkü bölgenin iklimi, toprak sıkışması, ekilecek ürün, erozyon, enerji tüketimi, çalışma zamanı gibi etkenler bu seçimi direkt etkilemektedir.

Bu çalışmada kulaklı pulluk (KP), kulaklı pulluk+döner tırmık (KPT), ızgara kulaklı pulluk (IP), ızgara kulaklı pulluk+döner tırmık (IPT), diskli pulluk (DP), diskli pulluk+döner tırmık (DPT), çizel pulluk (ÇP), çizel pulluk+döner tırmık (ÇPT) olarak dört farklı temel birincil toprak işleme aleti ve bu aletlerin döner tırmık kombinasyonları ile denemeler yapılmıştır.

Denemede kullanılan aletleri toprağı devirerek işleyen ve devirmeden işleyen aletler olarak sınıflandırabiliriz. Toprağı devirerek işleyen aletler sınıfına, kulaklı pulluk, ızgara kulaklı pulluk ve diskli pulluk girerken toprağı devirmeden işleyen aletler sınıfına da çizel pulluk girmektedir. Toprağı devirerek işleyen aletler geleneksel toprak işlemede kullanılırken çizel pulluk koruyucu toprak işleme aleti olarak kullanılmaktadır (Keçecioğlu ve Gülsoylu 2002).

Geleneksel toprak işleme ülkemizde ve bölgede yaygın biçimde sürdürülmektedir. Özellikle bu toprak işleme yönteminde kulaklı pulluk ön sıralarda yer almaktadır. Geleneksel toprak işleme yüksek motor gücü ve yakıt tüketimine rağmen birçok çiftçi tarafından tercih edilmektedir. Bunun nedeni ise yöntemin esnek olması, yani yapılan hatanın giderilmesine olanak vermesi olarak belirtilmiştir. Koruyucu toprak işlemede ise toprağı devirmeden işleyen aletler kullanılarak toprak işleme yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, koruyucu toprak işleme ile verimde zaman zaman artışlar olmakla birlikte, düşüşlerin de olduğu çoğu zaman görülmüştür. Bu nedenle, azaltılmış toprak işlemede asıl amaç verimi artırmak değil, erozyonu kontrol etmek, toprak şartlarını iyileştirmek ve üretim girdilerini azaltmak olduğunun üzerinde durulmaktadır (Baydusen 1996).

3.1.3.1. Kültürform Kulaklı Pulluk (KP) ve Kültürform Kulaklı Pulluk+Döner Tırmık (KPT)

Toprak işlemenin standart aleti olan kulaklı pulluk bölgede yoğun olarak kullanılmaktadır. Kulaklı pulluklar temel görevleri itibariyle toprağı kesen, kısmen ya da tam olarak çeviren ve parçalayan aletlerdir (Anonymous 1998, Bernacki et al. 1972). Kulaklı pulluklarda toprak şeridine yapılan etkilerin tümüne yakın bölümü, uç demiri ile birlikte pulluk etken yüzeyini oluşturan kulakta meydana gelmektedir. Uygulamada en

geniş kullanım alanı bulan kulak tipi kültürform kulaklı pulluklardır. İyi parçalama etkileri yanı sıra yeterli düzeyde toprağı devirirler (Dilmaç 1984, Gökçebay 1986).

Denemelerde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünden temin edilen ALPLER marka kültürform kulaklı pulluk kullanılmıştır (Şekil 3.3.). Ayrıca ızgara kulaklı pulluk içinde aynı pulluk gövdesinden yararlanılmıştır. Bu pulluğa bir adet derinlik ayar tekeri monte edilerek derinlik sabit tutulmuştur. Kulaklı pulluğa ait teknik özellikler Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

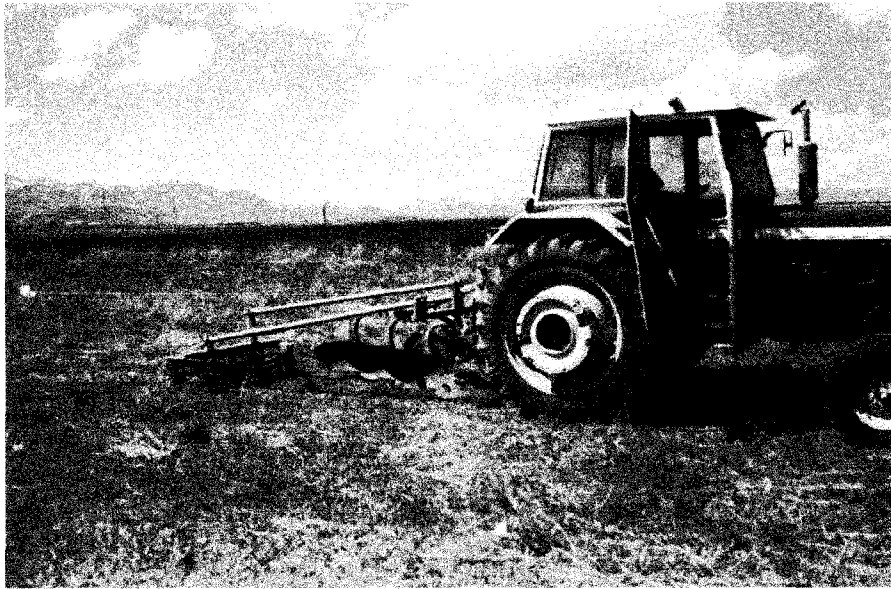
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan kültürform kulaklı pulluğa ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Açıklama
Tipi	Kültürform kulak, asılır tip
Uç demiri tipi	Burunlu
Derinlik ayar tekeri sayısı (adet)	1
Gövde sayısı (adet)	3
Toplam uzunluk (mm)	1850
Toplam yükseklik (mm)	1190
Toplam genişlik (mm)	1040
Çatı yüksekliği (mm)	710
Gövdeler arası mesafe (hareket yönünde) (mm)	610
Kesme genişliği (mm)	310
Örtme payı (mm)	55
Yan kavrama payı (mm)	15
Alt kavrama payı (mm)	25
Taban demiri uzunluğu (son gövde) (mm)	560
Teorik iş genişliği (mm)	820
Efektif iş genişliği (mm)	805
Efektif iş genişliği (disk keski ile)(mm)	796
İş derinliği (mm)	200
Uç demiri keskin kenar açısı	40°

Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyonundan oluşan sistem (Şekil 3.4.); toprak işlemede bazı işlemlerin aynı anda yapılması toprak özelliklerini iyileştirme, ekonomiklik ve traktör gücünü maksimum kullanma açısından üzerinde durulması gereken önemli bir konu olarak görülmektedir. Bu nedenle denemeler de birincil sınıf aletlerin hemen arkasına döner tırmık bağlanarak bu etkiler belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.3. Denemede kullanılan kültürform kulaklı pulluk



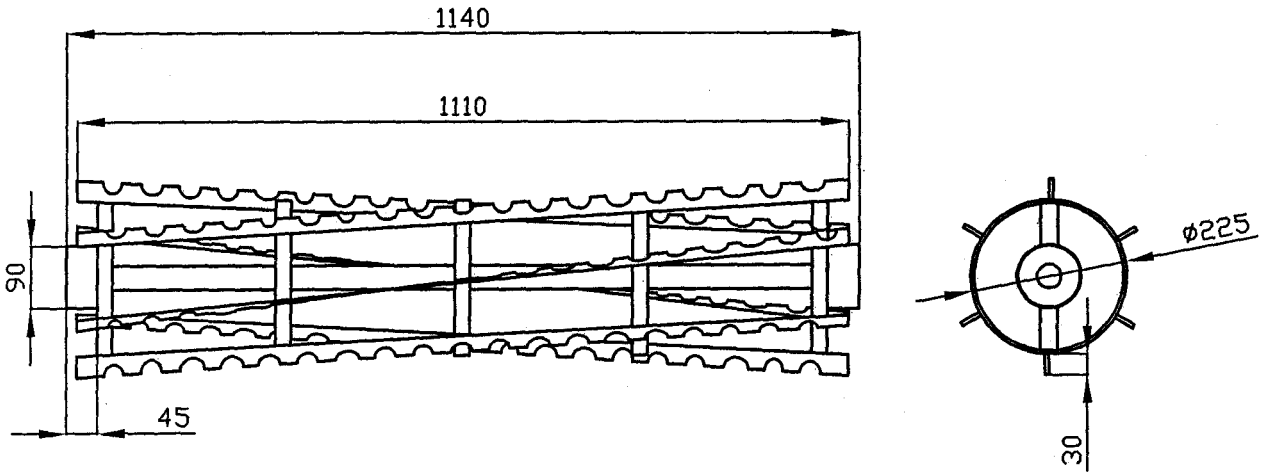
Şekil 3.4. Denemede kullanılan kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyonu

Döner tırmıklar bir eksen etrafında dönen işleyici organları olan iki veya üç sıralı toprak işleme aletleridirler. Farklı yapısal özelliklerde olan işleyici organlar veya bataryalar toprak yüzeyinde yuvarlanarak hareket ederler bu nedenle tıkanma tehlikesi yok denecek kadar azdır. Bu tırmıkların toprağı tesviye etme ve bastırma özellikleri de bulunmaktadır.

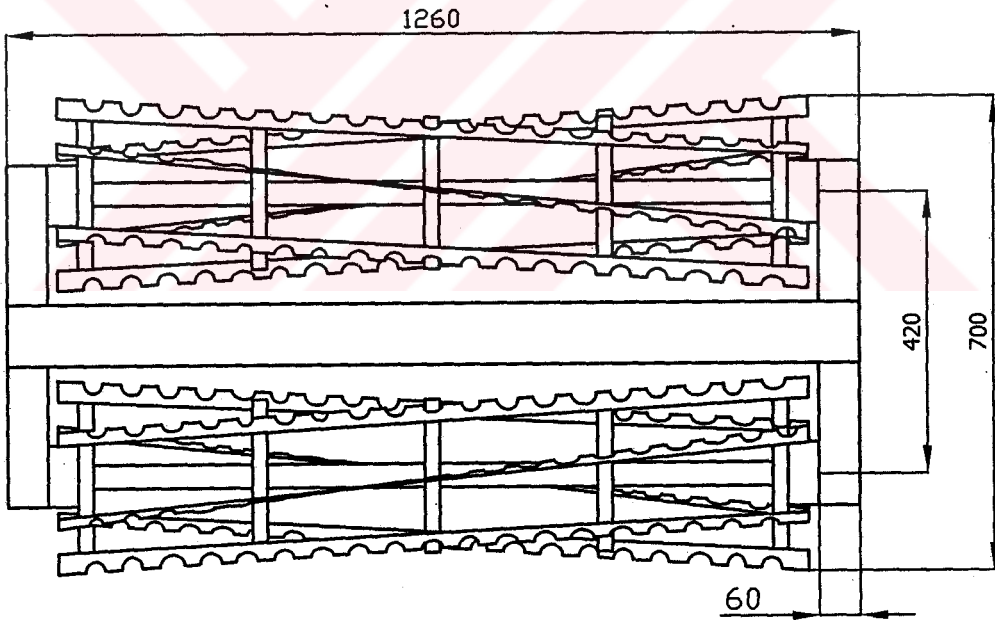
Denemelerde kullanılan döner tırmıkların montajı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü laboratuvarında yapılmıştır. Kültürform kulaklı pulluk, ızgara kulaklı pulluk ve diskli pulluk için aynı döner tırmık kullanılmıştır. Bu tırmığa ait teknik özellikler Çizelge 3.4.'de, tek bir bataryaya ait teknik özellikler Şekil 3.5.'de, bataryaların bağlanış düzenleri Şekil 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.4. Döner tırmığa ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Açıklama
Tipi	Tırnaklı döner tırmık
Batarya sayısı (adet)	2
Toplam uzunluk (mm)	700
Toplam yükseklik (mm)	700
Toplam genişlik (mm)	1260
Çatı yüksekliği (mm)	340
Çatıya bağlantı kolu uzunluğu (mm)	2400
Batarya çapı (mm)	225
Batarya genişliği (mm)	1140
Sıralar arası mesafe (mm)	420
Tırnak yüksekliği (mm)	30
Efektif iş genişliği (mm)	1110



Şekil 3.5. Döner tırmık bataryasına ait teknik özellikler



Şekil 3.6. Kültürform kulaklı pulluk, ızgara kulaklı pulluk ve diskli pullukta kullanılan döner tırmık bataryalarının tertip şekli

Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık, ızgara kulaklı pulluk ve ızgara kulaklı pulluk+döner tırmık için üç adet disk keski kullanılmıştır.

Disk keski, düşey yön düzlemi içinde toprak şeridini düzgün bir şekilde keserek sürülmemiş tarla toprağından ayırır. Böylece temiz bir çizgi elde edilmekte ve toprak

pulluk tarafından düzgün bir şekilde döndürülmektedir. Bununla birlikte son yıllarda toprağı erozyondan ve su kayıplarından korumaya yönelik çalışmalarda disk keskiler üzerinde önemle durulmaktadır (Kushwaha et al. 1986, Tice 1992).

Denemelerde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünden temin edilen disk keskiler kullanılmıştır (Şekil 3.7.). Bu disk keskilere ait teknik özellikler Çizelge 3.5.'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Denemede kullanılan disk keski

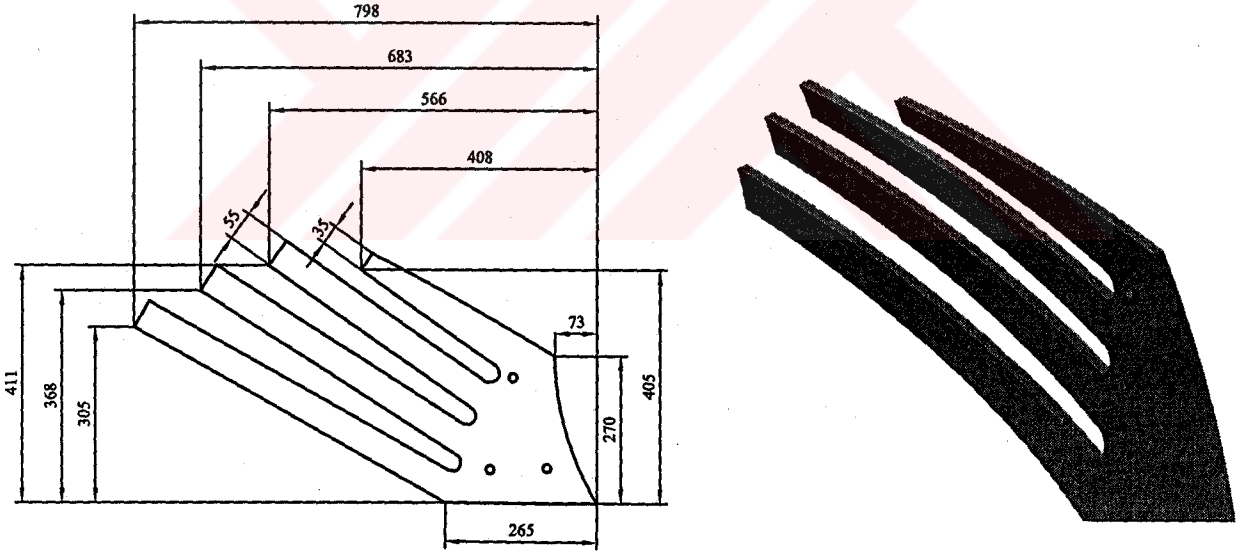
Çizelge 3.5. Disk keskiye ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Açıklama
Tipi	Düz disk keski
Toplam uzunluk (mm)	480
Toplam yükseklik (mm)	730
Toplam genişlik (mm)	200
Disk çapı (mm)	410
Disk kalınlığı (mm)	5

3.1.3.2. Izgara Kulaklı Pulluk (IP) ve Izgara Kulaklı Pulluk+Döner Tırmık (IPT)

Izgara kulaklı pullukların ülkemizde kullanımı çok sınırlı olup hemen hemen hiç yok denecek kadar azdır. İmalatı ise henüz yapılmamaktadır. Bunun en büyük nedenlerinden biri imalatının diğer pulluklara göre daha komplike olması ve pahalı olmalarıdır. Izgara kulaklı pulluğu diğerlerinden ayıran en önemli fark kulak yapısıdır. Izgara kulaklı pullukta kulak, şekil verilmiş lamaların belirli aralıklarla dizilmesiyle oluşturulmuştur. Izgara kulaklı pullukların özellikle killi, yapışkan ve nemli topraklarda başarılı bir şekilde çalıştıkları belirtilmektedir (Traulsen ve Holz 1982, Anonymous 2002 a).

Denemede kullanılan Izgara kulaklı pulluğun kulak kısmı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü laboratuvarında imal edilmiştir. Bu kulağa ait ölçüler Şekil 3.8.'de verilmiştir.



Şekil 3.8. Izgara kulağın teknik ölçüleri

Bu kulak, Çizelge 3.3.'de teknik özellikleri verilen pulluğun kulak kısmına monte edilerek ızgara kulaklı pulluk oluşturulmuştur (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Denemede kullanılan ızgara kulaklı pulluk

Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyonunda (Şekil 3.10.) Çizelge 3.4.'de teknik özellikleri verilen döner tırmık kullanılmıştır.

Bu pullukla yapılan denemelerde pulluğa 1 adet derinlik ayar tekeri ve Çizelge 3.5.'de teknik özellikleri verilen 3 adet disk keski bağlanmıştır.



Şekil 3.10. Denemede kullanılan ızgara kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyonu

3.1.3.3. Diskli Pulluk (DP) ve Diskli Pulluk+Döner Tırmık (DPT)

Diskli pulluklar özellikle kulaklı pullukların etkili olmadığı koşullar için geliştirilmiş toprak işleme aletleridir. Diskli pullukların işleyici gövdeleri, küre kapağı şeklinde bükülmüş bir diskten oluşur. Bilenmiş bir keskin kenara sahip olan disk bir eksen üzerinde dönecek şekilde yataklandırılmıştır. Diskli pulluklarda kulaklı pulluklar gibi toprağı parçalama, kabartma, döndürme gibi temel etkileri yapmakla birlikte, diskli pulluklar gerek yapı gerekse etki bakımından farklılıklar göstermektedirler. (Dilmaç 1984, Gökçebay 1986).

Denemelerde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünden temin edilen YETİŞEN firması tarafından üretilmiş diskli pulluk kullanılmıştır (Şekil 3.11.). Bu pulluğa ait teknik özellikler Çizelge 3.6.'da verilmiştir.



Şekil 3.11. Denemede kullanılan diskli pulluk

Çizelge 3.6. Denemede kullanılan diskli pulluğa ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Açıklama
Aletin tipi	Diskli pulluk, asılır tip
Disk Sayısı (adet)	3

Çizelge 3.6. (Devam)

Toplam uzunluk (mm)	2200
Toplam yükseklik (mm)	1160
Toplam genişlik (mm)	1200
Çatı yüksekliği (mm)	860
Diskler arası mesafe (mm)	540
Disk çapı (mm)	660
Disk in içbükeylik yarıçapı (mm)	640
Disk in yön açısı	50°
Disk in durum açısı	18°
İş genişliği (mm)	990
Efektif iş genişliği (mm)	950
İş derinliği (mm)	200

Diskli pulluk+döner tırmık kombinasyonundan oluşan sistem (Şekil 3.12.), Çizelge 3.4.'de teknik özellikleri verilen döner tırmığın diskli pulluk üzerine uygun bir şekilde montajı yapılmasıyla oluşturulmuştur.



Şekil 3.12. Denemede kullanılan diskli pulluk+döner tırmık kombinasyonu

3.1.3.4. Çizel Pulluk (ÇP) ve Çizel Pulluk+Döner Tırmık (ÇPT)

Günümüzde sürdürülebilir tarım içerisinde toprak ve su kaynaklarının korunmasına olan ilgi dünyada ve ülkemizde hızla artmaktadır. Toprak ve su korumasına olan bu ilgi koruyucu toprak işleme altında yer alarak toprak işleme çalışmalarının gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Kulaklı pulluğun zaman içerisinde toprak erozyonuna, toprak sıkışmalarına neden olması ve nem kayıplarını artırması koruyucu toprak işleme aleti olan çizel pulluk üzerine çalışmaları artırmıştır. Çizel pulluk toprağı devirmeden alttan işleyerek kabartmakta ve parçalamaktadır. Böylece toprak yüzeyindeki anızı korumakta, toprak ve nem kayıplarını minimuma indirmekte ve toprak yapısını iyileştirmektedir (Moreno et al. 1997). Çizel pulluklar değişik ayak tiplerinde ve şekillerinde imal edilip piyasaya sürülmektedirler.

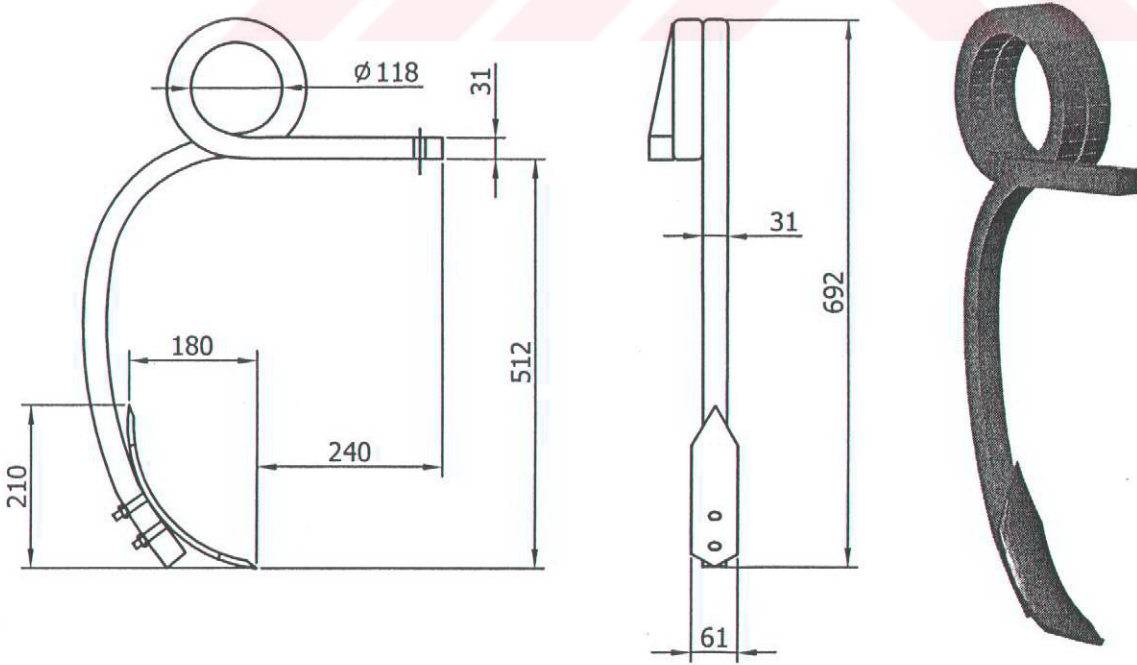
Denemelerde BKS tarım makinaları tarafından imal edilen yaylı ayaklı, derinlik ayar tekerlekli çizel pulluk kullanılmıştır (Şekil 3.13.). Bu pulluğa ait teknik özellikler Çizelge 3.7.'de, ayak yapısına ait teknik özellikler Şekil 3.14.'de verilmiştir.



Şekil 3.13. Denemede kullanılan çizel pulluk

Çizelge 3.7. Denemede kullanılan çizel pulluğa ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Açıklama
Aletin tipi	Çizel pulluk, asılır tip
Ayak tipi	Yaylı
Ayak sayısı (adet)	9 (önde 4, arkada 5)
Derinlik ayar tekeri (adet)	2
Toplam uzunluk (mm)	1500
Toplam yükseklik (mm)	1680
Toplam genişlik (mm)	2440
Çatı yüksekliği (mm)	640
Ayaklar arası mesafe (mm)	220
Ön ve arka ayak arası mesafe (mm)	780
İş genişliği (mm)	2200
Efektif iş genişliği (mm)	2130
İş derinliği (mm)	200

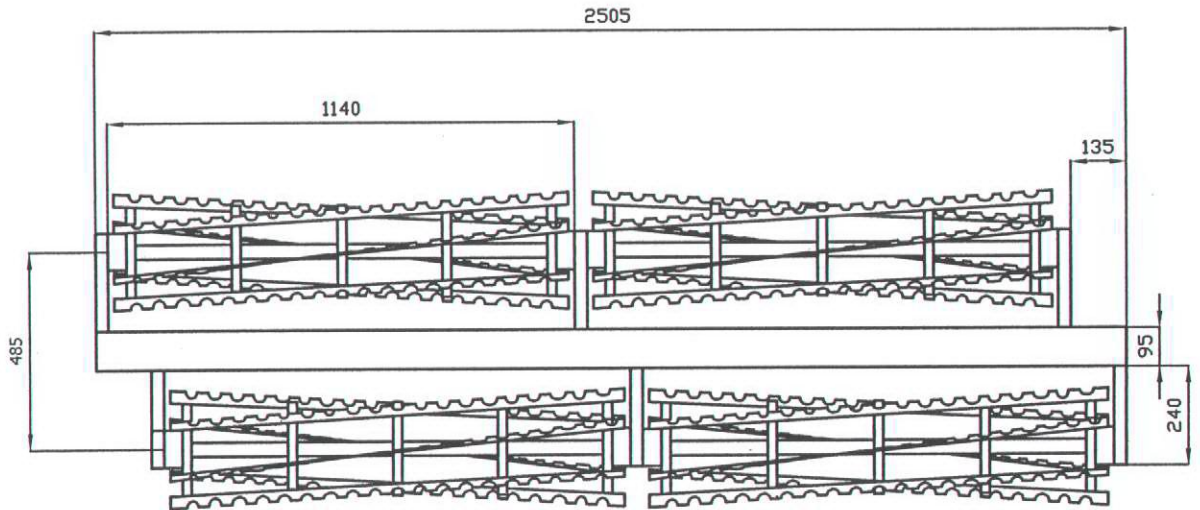


Şekil 3.14. Yaylı çizel ayağın teknik özellikleri

Çizel pulluk+döner tırmık kombinasyonu, BKS İzmir Tarım Makinaları firmasının ürettiği şekliyle kullanılmıştır (Şekil 3.16.). Bu döner tırmığa ait teknik özellikler Çizelge 3.8.'de, bataryaların diziliş şekli Şekil 3.15.'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Çizel pullukta kullanılan döner tırmığa ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Açıklama
Tipi	Tırnaklı döner Tırmık
Batarya sayısı (adet)	4
Toplam uzunluk (mm)	725
Toplam yükseklik (mm)	700
Toplam genişlik (mm)	2505
Çatı yüksekliği (mm)	345
Çatıya bağlantı kolu uzunluğu (mm)	2080
Batarya çapı (mm)	225
Batarya genişliği (mm)	1140
Sıralar arası mesafe (mm)	485
Tırnak yüksekliği (mm)	30
Efektif iş genişliği (mm)	2415



Şekil 3.15. Çizel pullukta kullanılan döner tırmık bataryalarının tertip şekli



Şekil 3.16. Denemede kullanılan çizel pulluk+döner tırmık kombinasyonu

3.1.4 Deneme Traktörü

Denemede güç kaynağı olarak 49.4 kW (2100 d/min) gücünde Ford 5000 S (Anonymous 1972) traktörü kullanılmıştır. Traktör üzerine yakıt ölçer, hız radarı, kuvvet sensörleri ve veri toplama ünitesi yerleştirilmiştir (Bastaban 1994).

3.1.5. Denemede Kullanılan Ekim Makinası

Denemede hazırlanan tohum yatağına buğday ekimi, normal sıravari ekim yapan helisel kanallı aktif alanı ayarlanabilen oluklu makaralı ekicilere sahip universal kombine ekim makinasıyla yapılmıştır (Şekil 3.17.). Ekim makinası gübre norm ayarı makina üzerinde bulunan transmisyon düzeneği yardımıyla yapılmaktadır. Ekim makinasına ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.9.'da verilmiştir.



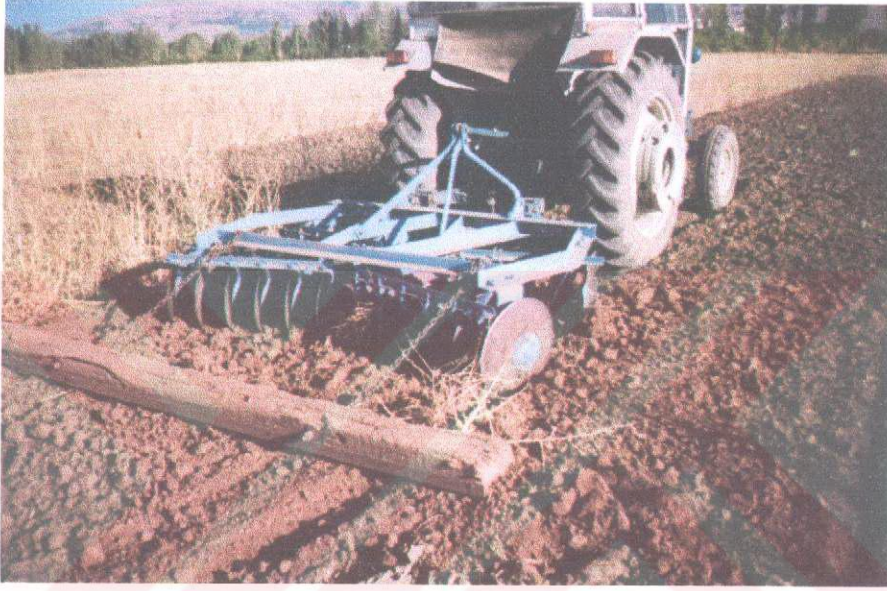
Şekil 3.17. Denemede kullanılan üniversal kombine ekim makinası

Çizelge 3.9. Üniversal kombine ekim makinasına ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Açıklama
Tipi	Üniversal asılır tip çok amaçlı ekim makinası
Ayak sayısı (adet)	19
Ekici düzen sayısı (adet)	19
Sıra arası mesafe (mm)	130
İz genişliği (mm)	2170
Toplam uzunluk (mm)	1400
Toplam yükseklik (mm)	1380
Toplam genişlik (mm)	2860
Tohum sandığı kapasitesi (kg)	155
Gübre sandığı kapasitesi (kg)	158
Efektif iş genişliği (mm)	2470
Lastik ebatları	5.6 x 15"
Ekme derinliği (mm)	0-100

3.1.6. Denemede Kullanılan Diskli Tırmık

Denemede tohum yatağı hazırlamak amacıyla ikinci sınıf toprak işleme aleti olarak Çizelge 3.10.'da teknik özellikleri belirtilen tandem diskli tırmık kullanılmıştır. Ayrıca diskli tırmığın arkasına bir tapan bağlanarak toprağı bastırma ve düzeltme işlemi yapılmıştır (Şekil 3.18.). Bütün parsellere aynı muamele uygulanmıştır.



Şekil 3.18. Denemede kullanılan diskli tırmık ve tapan

Çizelge 3.10. Diskli tırmığa ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Açıklama
Tipi	Asılır tip tandem diskli tırmık
Ön bataryadaki disk şekli	Çentikli
Arka bataryadaki disk şekli	Düz
Batarya sayısı (adet)	4
Her bataryadaki disk sayısı (adet)	6
Disk çapı (mm)	500
Diskler arası mesafe (mm)	175
Toplam uzunluk (mm)	1400

Çizelge 3.10. (Devam)

Toplam yükseklik (mm)	1120
Toplam genişlik (mm)	2260
Çatı yüksekliği (mm)	600

3.1.7. Denemede Kullanılan Tohumluk Buğday

Denemede Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Müdürlüğü'nden alınan selektörlenmiş sertifikalı Doğu-88 buğday kullanılmıştır. Doğu-88, Doğu Anadolu ve Orta Anadolu'nun yüksek yerlerinde tavsiye edilen bir tohum cinsidir. Kışlık buğday olup sonbahar ekimleri için uygundur. Kurak bölgeler ve susuz tarım alanlarına önerilmektedir. Sürme, rastık ve paslara karşı mukavemeti iyidir. Taneler kırmızı renkli, oval yapıda ve camsıdır (Anonim 2003 b). Bin dane ağırlığı 39.85 g dır.

3.1.8. Denemede Kullanılan Gübreler

Denemede yapılan toprak analizlerinde ekim yapılacak alanda hangi çeşit gübre kullanılacağı ve atılacak gübre miktarı belirlenmiştir. Denemede iki çeşit gübre kullanılmıştır. Kullanılan gübrelerden ilki fosforla azotu birlikte içeren diamonyum fosfat (DAP-%18 N, %46 P₂O₅) gübresidir. Diamonyum fosfat, gübreler içerisinde hareket kabiliyeti en yüksek olan bir gübredir. Özellikle ekimle beraber verilerek tohum yatağına bırakılmaktadır (Sezen 1995). İkinci olarak kullanılan gübre Amonyum nitrat'tır (AN-%33 N). Bu gübre değişik iklim koşullarında kullanılma özelliğine sahip olması ve amonyum ile nitrat iyonlarını birlikte bulundurması dolayısıyla her çeşit bitkiye uygulanmaktadır. Bitki gübredeki nitrattan hemen yararlandığı gibi, amonyumuda toprak kolloidleri tarafından tutarak, bitkinin daha uzun süre yararlanmasına olanak sağlamaktadır. Bitki büyüme dönemindeki azot noksanlıkları bu gübre ile giderilmektedir (Sezen 1995).

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin Düzenlenmesi ve Yürütülmesi

Denemeler, şansa bağlı tam bloklar deneme planında bölünmüş parseller düzenlemesine göre üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Deneme alanı 5 m genişliğinde 100 m uzunluğunda parsellere ayrılarak ve her parsel arasında 1 m mesafe ve her iki parselde bir traktör yolu olarak 3 m mesafe bırakılmıştır. Denemelerde her toprak işleme aleti üç farklı ilerleme hızında (1.25, 1.5, 1.75 m/s) ve buğday ekimine uygun olacak şekilde 20 cm iş derinliğinde çalışılmıştır (Summers et al. 1986, Chaplin et al. 1988, Al-Suhaibani ve Al-Janobi 1997, Al-Janobi ve Al-Suhaibani 1998). Bu derinliğin sabit tutulabilmesi için traktörün hidrolik özelliği ve derinlik ayar tekerleği kullanılmıştır.

Birincil toprak işleme 2003 yılı Mayıs ayının ikinci haftası başlamış ve bir hafta süreyle devam etmiştir. Toprak işleme esnasında traktör yakıt tüketimi, çeki kuvvetleri ölçülmüş ve her aletin efektif iş genişlikleri ile efektif çalışma zamanları belirlenmiştir. Toprak işlemeden sonra belirli aralıklarla gerekli ölçümler ve toprak örneklerinin alınması devam etmiştir. Eylül'ün ikinci haftası sonlarında deneme parselleri, ekime hazırlık için ikinci sınıf toprak işleme aleti tandem diskli tırmık ile işlenmiş ve kombine ekim makinası kullanılarak buğday ekimi yapılmıştır.

Buğday ekiminden sonra tekrar toprak örnekleri alınmış ve buğday çıkışlarının başlamasıyla çıkışlar sayılmıştır. Mayıs 2004 de ise buğday içindeki yabancı ot sayımları yapılmıştır.

3.2.2. Toprak Parçalanma Değerinin Belirlenmesi

Denemede, toprak işleme aletlerinin toprağı parçalama etkilerini belirlemek ve aletler arasında karşılaştırmalar yapabilmek için elek analizi yapılmıştır. Birincil toprak işlemeden ve ekimden hemen sonra, 0-20 cm derinliğinden kürek yardımıyla parselin farklı 3 yerinden alınan ortalama 5-6 kg ağırlığındaki örnekler, kapalı ortamda naylon brandalara serilerek doğal olarak kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.19.). Daha sonra bu

örnekler farklı delik çaplarına sahip eleklerden geçirilerek elemeye tabii tutulmuştur (Keçecioglu 1967, Skidmore ve Layton 1992, Kayışoglu ve Bayhan 1993). Eleme işlemi iki farklı elek setiyle yapılmıştır. Birincil sınıf toprak işlemeden sonra alınan



Şekil 3.19. Laboratuarda kurumaya bırakılan toprak örneklerinden bir kısmı

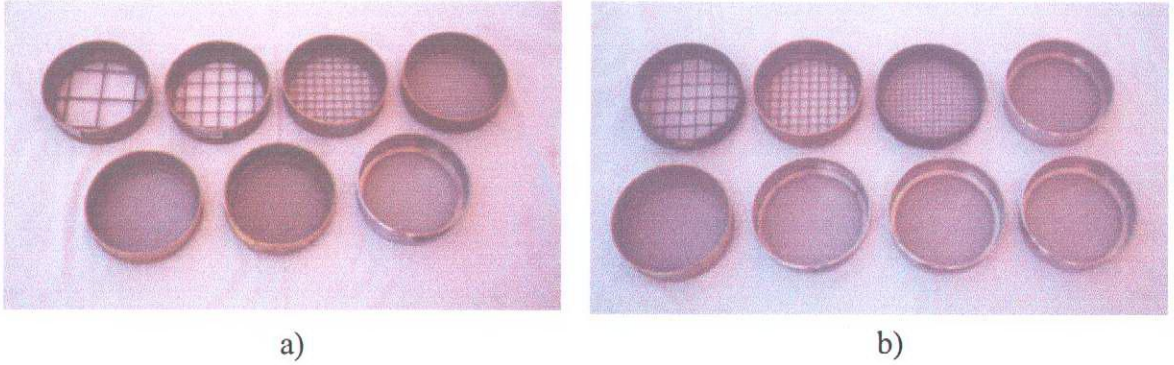
örneklerin eleme işlemi 63, 32, 16, 8, 4, 2 mm elek aralıklarına sahip eleklerle yapılmış (Şekil 3.20.a.), ekimden sonra alınan örneklerin eleme işlemi 25, 16, 9.5, 6.7, 4, 2.5, 1.7, 1 mm elek aralıklarına sahip eleklerle yapılmıştır (Şekil 3.20.b.). Eleme işlemi titreşim süresi ve frekansı ayarlanabilen mekanik EFE-2001 S marka elek sarsıcı ile 30 s süreyle 2 tekerrürlü olarak yapılmış (Şekil 3.21.) (Eghball et al. 1993) ve her fraksiyon 0.5 g hassasiyetine sahip hassas teraziyle tartılmıştır. Elemeden önce en uygun eleme süresi ve frekansını tespit edebilmek için farklı frekans ve sürelerde ön denemeler yapılmıştır. Eleme işleminden sonra elde edilen değerlerin yüzde ağırlık değerleri belirlenmiş ve istatistiksel analizler yapılmıştır. Ayrıca her iki elek seti için ortalama ağırlıklı çap değerleri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmış ve analizler yapılmıştır (Adam ve Erbach 1992, Demir vd. 1996).

$$MDW = \sum x_i \cdot w_i$$

MDW: Toprak parçacıklarının ortalama ağırlıklı çapı (mm)

X_i : Elek tarafından ayrılan i ' inci parçacıkların herhangi bir partikül boyut grubunun ortalama çapı (mm)

W_i : Analiz edilen örneğin toplam kuru ağırlığının i ' inci ölçü bölgesindeki parçacıkların ağırlığı (g)



Şekil 3.20. Parçalanma analizinde kullanılan elek setleri (a) sürümden sonra, (b) ekimden sonra



Şekil 3.21. Hassas terazi ve elek sarsıcı

3.2.3. Toprak Hacim Ağırlığının ve Porozitenin Belirlenmesi

Denemede bozulmamış toprak hacim ağırlığını belirlemek için silindir yönteminden yararlanılmıştır. Hacim ağırlığının belirlenmesi için 100 cm^3 hacme sahip silindir örnek alıcılar kullanılmıştır (Şekil 3.22.). Toprak içerisine belirli derinliklerde çakma başlığı

ile çakılan silindirlerin içerisine toprağın bozulmadan girmesi sağlanmıştır. Parsellerden 0-7, 7-14, 14-20 cm aralıklarından olmak üzere üç farklı derinlikten 3 tekerrürlü olarak örnekler alınmıştır. Alınan rnekler dikkatlice çıkarılarak laboratuarda 105  C de etüvde kurutulup tartılmıştır. Toprak rneklerinin alınması Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında olmak üzere 5 defa tekrarlanmıştır. Eylül ayında alınan örnekler buğday ekiminden sonra yapılmıştır.



şekil 3.22. Toprak hacim ağırlığı ve porozitenin belirlenmesinde kullanılan ekipmanlar

Toprak rneklerinin kuru ağırlıkları ile deneme tarlası toprağına ait özgül ağırlık değeri dikkate alınarak hacim ağırlığı ve porozite aşağıdaki eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir (Erbach 1987, Demiralay 1993).

$$D_b = W_k / V_h$$

$$S_t = 100(1 - D_b / D_p)$$

Eşitlikte

D_b : Hacim ağırlığı (g/cm^3)

W_k : rnek toprağın fırın kuru ağırlığı (g)

V_h : rnek silindirin hacmi (cm^3)

S_t : Toplam porozite (%)

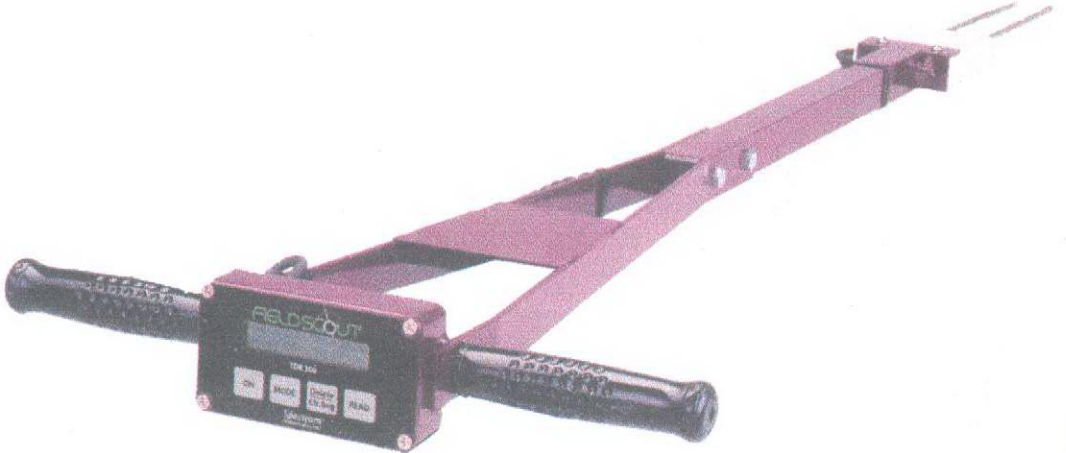
D_p : Toprak zgül ağırlığı (g/cm^3)

3.2.4. Topraktaki Nem Miktarının Belirlenmesi

Denemede topraktaki nem miktarını belirlemek için Spectrum firmasından satın alınan Spectrum Field Scout TDR 300 toprak nem ölçme aletinden yararlanılmıştır (Şekil 3.23.). Alet 12 ve 20 cm boylarında iki proba sahip olup iki farklı derinlikte ölçüm yapabilmektedir. Bu cihaza ait teknik özellikler Çizelge 3.11.'de verilmiştir (Anonymous 2002 b).

Çizelge 3.11. Spectrum Field Scout TDR 300' e ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Açıklama
Ölçüm yaptığı değer	Hacimsel nem ve nispi nem
Çözünürlük (%)	1
Hassasiyet (elektriksel iletkenlik <2dS/m) (%)	±3
Datalogger kapasitesi (GPS kullanılırsa)	3250 (1350)
Bilgisayara veri aktarımı	RS-232
Gerekli güç	4 AAA alkalin 1.5 V Pil
Prob boyları (cm)	12, 20
Prob çapı (mm)	5



Şekil 3.23. Field Scout TDR 300 nem ölçüm cihazı

Time Domain Reflectometry (TDR) yöntemi, toprağa birbirine paralel olarak yerleştirilen metal çubuklar vasıtasıyla bir voltaj kaynağından gönderilen elektromanyetik dalgaların toprak içerisinde iki nokta arasındaki ilerleme zamanının ölçülmesi esasına dayanır. İlerleme zamanı ortamın dielektrik sabiti ile ilişkilidir. Bir cismin dielektrik sabiti iki elektrik yük arasındaki elektrostatik kuvveti azaltan miktardır. Yani dielektrik sabitenin büyüklüğü oranında iki yük arasındaki kuvvet o derece azdır. Her materyalin bir dielektrik sabite değeri vardır. Bir başka ifadeyle, her materyal kendine ulaşan elektromanyetik akımı yavaşlatma yeteneğine sahiptir. Topraktaki nem miktarının değişmesi dielektrik sabitenin değişmesine neden olur. TDR yöntemiyle, bu sabitin değişmesinden faydalanılarak geliştirilmiş eşitlikler yardımıyla topraktaki hacimsel su miktarı belirlenir (Öztaş 1997, Hillel 1998).

TDR cihazıyla ölçüm yapılmadan önce çalışma alanının elektrik iletkenliği belirlenmiştir. Yapılan toprak analizlerinde elektrik iletkenliğinin 0.07 dS/m olduğu belirlenmiştir. Bu değer çalışma alanının tuzsuz olduğunu ve aletin kalibre edilmeden çalışacağı sınır içerisinde olduğunu göstermektedir. Bu nedenle aletle okunan hacimsel nem miktarları herhangi bir çevirme katsayısına tabii tutulmadan direkt olarak işleme konulmuştur. Her parselden 10 farklı yerden ölçüm alınmış ve aletle okunan değerler datalogger'a kaydedilerek RS-232C devresiyle bilgisayara aktarılmıştır. Daha sonra bu verilerin ortalaması alınmıştır. Elde edilen bu değerler her parselin ortalama hacim ağırlığına bölünerek yüzde nem miktarları bulunmuştur (Demiralay 1993).

Denemede TDR ölçümleri 20 cm' lik proba haftada iki defa ölçülmüş ve bunların ortalaması alınarak haftalık nem miktarı bulunmuştur. Ayrıca 12 cm lik proba da 3 haftada bir ölçüm yapılarak 21 günlük nem değişimleri izlenmiştir. Bu şekilde her toprak işleme aletinin toprakta su tutma kapasitesi gözlemlenmiştir.

3.2.5. Toprak Penetrasyon Direncinin Belirlenmesi

Denemede, toprak penetrasyon direncinin belirlenmesinde, koni uç açısı 60° olan analog göstergeli, Eijkelkamp marka penetrometreden yararlanılmıştır (Şekil 3.24.). 5 cm' lik

bölüntülere ayrılmış, 50 cm boyundaki uzatma milleri ile 100 cm derinliğe kadar ölçüm yapan bu penetrometre üzerinde koni taban alanı farklı 4 uç bulunmaktadır. Analog göstergesi 0.02 aralıklarla 1 kN' a kadar bölünmüştür.



Şekil 3.24. Toprak penetrometresi

Denemede toprak işlenmeden önce koni taban alanı 1 cm^2 olan uç, toprak işlendikten sonra koni taban alanı 5 cm^2 olan uç, ekimden sonra ise koni taban alanı 3.33 cm^2 olan uç kullanılmıştır. Her parselden 5 tekerrürlü olarak yapılan ölçümlerde, penetrometrenin sabit hızda toprağa batmasına dikkat edilmiş ve batma ucuna düşey yönde etki eden direnç ölçülmüştür. Denemede ölçümler 5 cm aralıklarla 30 cm' ye kadar yapılmıştır. Penetrasyon direnci (koni indeksi) aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Say ve Işık 1996, Çelik 1998).

$$PD = F/A$$

PD: Penetrasyon direnci (kN/cm^2)

F: Penetrometre göstergesinde okunan kuvvet değeri (kN)

A: Konik uç taban alanı (cm^2)

3.2.6. Buğday Filiz Çıkışının Belirlenmesi

Denemede Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Müdürlüğü'nden alınan sertifikalı Doğu-88 buğday kullanılmıştır. Ekim yapılmadan önce buğdaylar BAYER firmasının üretmiş olduğu Roxil DS 2 fungusit (mantar) toz ilacıyla ilaçlanmıştır. İlaçlama normu olarak 100 kg tohuma 150 g ilaç katılmıştır.

Ekim işlemi üniversal kombine ekim makinasıyla Eylül ayının ikinci haftası yapılmıştır. Ekim makinasının ekim normu dekara 15 kg buğday ekimi yapacak şekilde ayarlanmıştır. Ekimle birlikte dekara 9 kg DAP gübresi atılmıştır. Ayrıca Mayıs ayının ikinci haftası da dekara 15 kg amonyum nitrat atılmıştır.

Denemede buğday tohumlarının çıkışlarını analiz yapmak için buğday ekimi yapıldıktan sonra bitki çıkışları gözlemlenmeye başlanmıştır. Bitki çıkışlarının başlamasıyla her parselden üç farklı çiziye kazık çakılarak bu kazıklardan itibaren bir metrelik mesafe 3 gün aralıklarla 5 defa sayılmıştır. Sayılan bu değerlerin ortalaması alınarak ortalama çıkış süresi (OÇS), çıkış oran indeksi (ÇOI) ve metrekaresindeki ortalama bitki sayısı belirlenmiştir. Bu değerlerin belirlenmesi için aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (Bilbro ve Wanjura 1982, Çarman 1997, Tahtacıoğlu vd. 1996, Mohanty 2004).

$$OÇS = \frac{N_1 \cdot D_1 + N_2 \cdot D_2 + \dots + N_n \cdot D_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

$$ÇOI = \frac{\text{Çıkan bitki sayısı} / m^2}{OÇS}$$

Eşitlikte

N_n : Bir önceki sayımla bir sonraki sayım arasında çıkan yeni bitkilerin sayısı

D_n : Ekimden sonraki gün sayısı

3.2.7. Yabancı Ot Çıkışlarının Belirlenmesi

Denemede yabancı ot çıkışlarını belirlemek amacıyla yabancı ot gelişimi izlenmiştir. Özellikle buğdayın fazla büyümeden ve yabancı otlarında çıkışlarını tamamladıklarından emin olunduktan sonra 2004 yılı Mayıs ayı ikinci haftası sayımlara başlanmıştır. Sayım işleminde 1 m² alana sahip kare çerçeve (Şekil 3.25.) rasgele parselin bir bölgesine atılmış ve bu alan içinde kalan yabancı otlar köklerinden çekilerek çıkarılmış ve sayılmıştır. Bu işlem iki tekerrürlü yapılmıştır (Güven 1996).



Şekil 3.25. Yabancı ot çıkışlarının sayımında kullanılan çerçeve

3.2.8. Traktör Çeki Kuvvetinin ve Gücünün Belirlenmesi

Toprak işleme aletlerinin çeki kuvveti, traktörün üç nokta bağlantı kollarından elde edilen kuvvetlerin toplamından oluşmaktadır. Çeki kuvveti, toprak işleme aletlerinin traktörün üç nokta askı düzenindeki orta, sağ ve sol bağlantı kollarına özel flanşlarla yerleştirilen kuvvet sensörleri yardımıyla belirlenmiştir (Şekil 3.26.). Mil şeklindeki bu sensörler içerisine strain gage'ler yerleştirilmiştir. Strain gage genellikle uygulanan kuvveti elastik bir elemanın deformasyonuna çevirirler. Yük hücresi (load cell) olarak da adlandırılırlar. Bu transdüserler hem basma hem de çekme yönünde çalışabilirler.

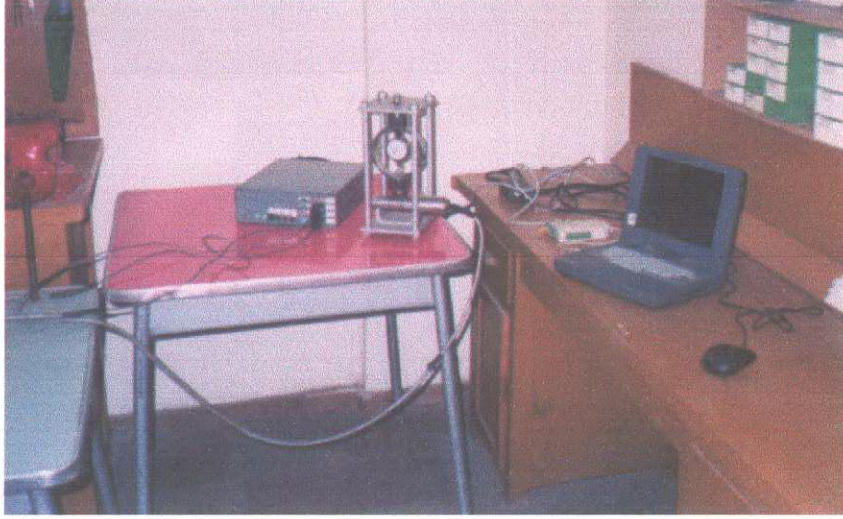
Ölçme aralıkları 10 N ile 5 MN arasında değişebilir. Mil üzerine uygulanan kuvvetin değerine bağlı olarak strain gage üzerinden geçen mV seviyesindeki gerilim uygulanan kuvvetin değerini bulmamıza yardımcı olur.

Kuvvet sensörlerine uygulanan kuvvet ile buna karşılık gelen gerilim değerini bulmak için millerin kalibre edilmesi gerekir. Denemeden önce bu kalibrasyon işlemi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Laboratuvarında hazırlanan kalibrasyon ünitesi ile her mil için ayrı ayrı yapılmıştır (Şekil 3.27.). Kalibrasyonda sensöre 0' dan 10382 N' a kadar 371 N aralıklarla kuvvet uygulanmış ve mV olarak elde edilen veriler kaydedilmiştir. Millere yapılan kalibrasyon işlemi bir günde 3 defa olmak üzere 3 gün ardı ardına tekrarlanarak 9 tekerrürün ortalaması alınmış ve bu değerlerin regresyon eşitlikleri çıkarılmıştır. Yapılan analizlerde uygulanan kuvvet ve gerilimler arasında tam doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür. Sırasıyla orta, sağ ve sol miller için elde edilen R^2 değerleri 0.999, 0.999, 0.988 dir.

Ölçümlerde yüklenmeye karşılık kuvvet sensörlerinden mV olarak elde edilen sinyalleri yükseltmek, sensörlere giriş voltajı sağlamak ve bu verileri bilgisayara aktarmak için Tarım Makinaları Bölümü Laboratuvar imkanlarıyla yapılan elektronik ölçme ve kayıt sistemleri kullanılmıştır (Bastaban 1994). Bu sistem bir notebook, datalogger ve yukarıda bahsedilen 3 adet kuvvet sensöründen oluşmaktadır. Sistem enerjisini traktörün aküsünden alacak şekilde düzenlenmiştir.



Şekil 3.26. Denemede kullanılan kuvvet sensörleri



Şekil 3.27. Kuvvet sensörleri kalibrasyon düzeneği

Datalogger, ölçme sensörlerinin çalışması için gerekli olan düşük gerilimi sağlayan 8 kanallı PCLD-770 sinyal kartı ile her kanalına ayrı ayrı takılan ve ölçme sensörlerinden gelen sinyali yükseltmek amacıyla PCLD-7702 amplifikatörlerden oluşmaktadır. Datalogger'den alınan bu analog sinyalleri dijital sinyallere dönüştürmek amacıyla DACpad-71B DA&C Card ve buradan alınan verileri de bilgisayara aktarmak için DACpad-71 Data Acquisition Card kullanılmıştır. Elde edilen veriler Windows tabanlı GENIE programı tarafından bilgisayara kaydedilmiştir. Bu program yardımıyla elde edilen veriler istenilen zaman aralıklarında bilgisayara kaydedilebilmekte, veriler matematiksel işlemlere tabii tutulabilmekte, çalışma anında kuvvet-zaman grafiği çizilebilmekte ve program istenildiği anda başlatılıp durdurulabilmektedir. Bu kartlar ve program Advantech Co. Ltd. tarafından üretilmiştir.

Denemeden önce sistem 0.1 s aralıklarla veri alacak şekilde ayarlanmış ve hazır hale getirilerek traktöre monte edilmiştir. Denemede her parselden elde edilen verilerin ortalaması alınarak çeki kuvveti bulunmuştur. Çeki kuvveti olarak bulunan değerler kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla çeki gücü bulunmuştur.

$$N_{\phi} = P_{\phi} \cdot v$$

Eşitlikte

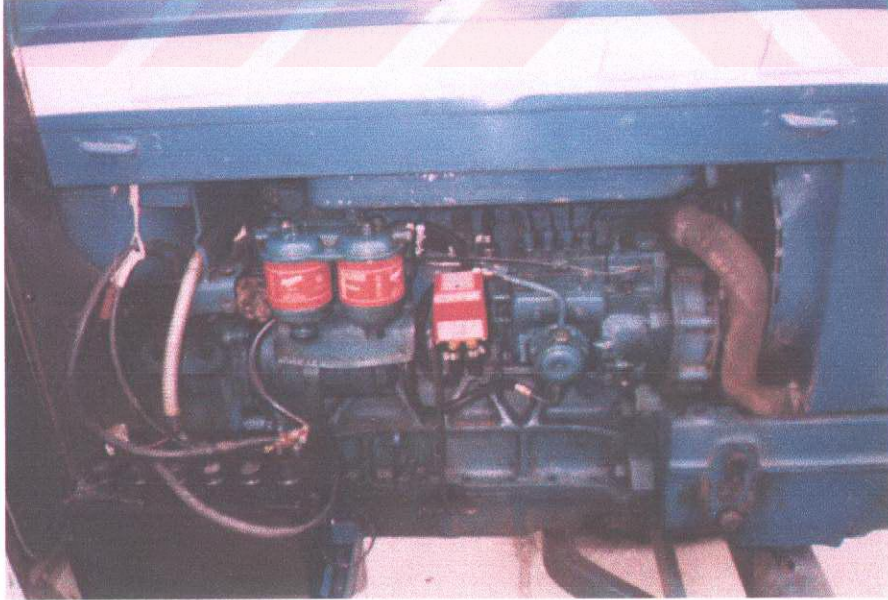
N_{ϕ} : Çeki gücü (kW)

P_c : Çeki kuvveti (kN)

V : İlerleme hızı (m/s)

3.2.9. Traktör Yakıt Tüketiminin Belirlenmesi

Denemede ele alınan birincil toprak işleme aletlerinin traktörün 1.25, 1.5 ve 1.75 m/s ilerleme hızlarındaki yakıt tüketimini belirlemek için Çizelge 3.12.'de özellikleri verilen Aquametro marka analog yakıt ölçerden yararlanılmıştır. Yakıt ölçer, yakıt filtresi ile yakıt pompası arasına silindir bloğu üzerine monte edilmiştir (Şekil 3.28.). Deneme esnasında traktörün toprak işlemeye başladığı ve bittiği andaki yakıt ölçerin gösterdiği değerler kaydedilmiştir. Daha sonra bu iki değer birbirinden çıkarılmasıyla parsel boyunca tüketilen yakıt miktarı belirlenmiştir. Parselin işlenmesi bitene kadar alınan verilerin toplanıp tekerrür sayısına bölünmesi ile traktörün 100 m deki ortalama yakıt tüketimi belirlenmiştir. Aletlerin her birinin efektif iş genişliklerine bağlı olarak traktör yakıt tüketimi L/ha olarak hesaplanmıştır.



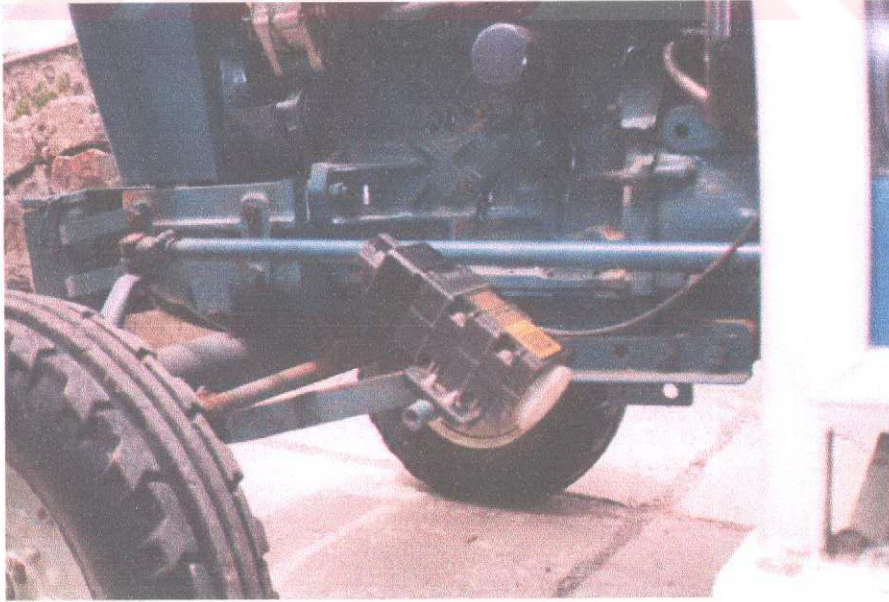
Şekil 3.28. Denemede kullanılan yakıt ölçer

Çizelge 3.12. Yakıt ölçere ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Açıklama
Tipi	Aquametro, VZO-4, $Q_{min}0,5$
Maksimum ölçülen akış miktarı (L/h)	40
Minimum ölçülen akış miktarı (L/h)	0.5
Sıcaklık sınırı (°C)	60
Nominal basınç (bar)	25
Okuma hassasiyeti (L)	0.001
Ölçüm hata sınırı (gerçek değer) (%)	± 1

3.2.10. Traktör İlerleme Hızının Belirlenmesi

Denemede kullanılan traktörün, sürücü tarafından kontrollü olarak, istenilen ilerleme hızında kullanılmasını sağlamak amacıyla DICKEY-John firmasının üretimi olan DJCMS100 çok amaçlı monitor ve DJRVS II hız radarı kullanılmıştır (Şekil 3.29.)

**Şekil 3.29.** Denemede kullanılan hız radarı

Hız radarı sensörü 12 V DC gerilimle beslenmektedir. Sensörün yerden yüksekliği 60 cm ve yatayla 35° açı yapacak şekilde, ön ve arka tekerlekler arasında, traktör gövdesine monte edilmiştir. Hız monitörü ise traktör sürücüsünün rahatlıkla görüp kontrol edebileceği şekilde direksiyon simidinin ön kısmındaki kabin konsoluna monte edilmiştir (Bastaban 1994).

3.2.11. Birincil Toprak İşleme Aletlerinin Efektif İş Genişliklerinin ve Efektif İş Başarılarının Belirlenmesi

Denemede kullanılan birincil toprak işleme aletlerinin efektif iş genişliklerini belirlemek amacıyla bir adet demir çubuk ve şerit metre kullanılmıştır. Toprak işleme aleti bir sıra gittikten sonra demir çubuk işlenmemiş alanın herhangi bir yerine dikilmiş, işlenen alan ile işlenmemiş alanı ayıran sınırdan demir çubuğa olan dik uzaklık ölçülmüş daha sonra traktörün ikinci geçişinde tekrardan işlenmemiş kısım ölçülerek önceki ölçümden sonraki çıkarılarak aletlerin efektif iş genişlikleri belirlenmiştir.

Aletlerinin efektif iş başarılarının belirlenmesinde ise bir kronometre kullanılarak traktörün parseli katetme süresi ve dönüşlerde geçen zaman kaydedilmiştir. Bu işlem tüm parsellerde parselin işlenmesi bitene kadar devam etmiştir. Elde edilen verilerle bir parselin sürülmesi sırasındaki efektif çalışma zamanı dikkate alınarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla efektif iş başarısı bulunmuştur (Turgut 1976, Kayışoğlu ve Bayhan 1993).

$$F_g = \frac{0.06 \cdot L_p \cdot b_e}{EÇZ}$$

F_g : Efektif iş başarısı (da/h)

L_p : Parsel boyu (m)

b_e : Aletin efektif iş genişliği (m)

$EÇZ$: Toprak işleyerek bir gidiş ve bir dönüş için efektif çalışma zamanı (min)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Toprak Parçalanma Değerine İlişkin Sonuçlar

Toprak işlemeden sonra alet tipi ve ilerleme hızından oluşan faktörler ile bu faktörlere ait seviyelerin, toprağı parçalama etkilerini ortaya çıkarmak için 0-20 cm işleme derinliğinden alınan toprak örnekleri, elek analizine tabii tutulmuştur. Toprak işlemeden sonra elek analizinde 7 ayrı çap grubu esas alınarak yüzde ağırlık olarak elde edilen değerler Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sürümünden sonra çap gruplarına göre toprak parçacık (%) değerleri

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Parçacık boyutu (mm)						
		<2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-63	>63
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	12.875	4.107	5.785	7.940	8.703	14.316	46.274
	1.50	16.880	8.096	7.486	7.411	7.412	12.280	40.436
	1.75	21.128	8.986	8.539	9.681	7.582	11.856	32.229
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	21.843	7.370	7.241	10.049	9.991	16.588	26.919
	1.50	23.427	9.276	8.877	9.228	9.460	16.016	23.716
	1.75	27.954	10.862	8.790	9.981	9.917	13.941	18.555
İzgara kulaklı pulluk	1.25	15.757	7.367	6.141	10.173	9.476	15.602	35.485
	1.50	20.148	9.822	9.066	9.225	6.620	15.350	29.769
	1.75	23.466	12.146	10.063	8.614	8.045	13.237	24.428
İzgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	21.661	11.719	8.434	11.400	11.368	13.654	21.764
	1.50	26.022	12.370	10.244	10.273	11.486	12.873	16.731
	1.75	29.639	15.636	12.737	11.875	7.562	8.715	13.835
Diskli pulluk	1.25	18.473	8.836	7.125	10.433	9.998	13.825	31.310
	1.50	21.865	9.812	8.997	11.547	10.983	13.815	22.981
	1.75	28.970	13.085	10.482	10.060	10.750	12.292	14.360
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	26.560	11.522	9.304	10.299	11.501	13.105	17.709
	1.50	30.589	14.362	12.192	10.359	9.500	12.491	10.508
	1.75	31.178	14.203	12.642	12.503	9.336	11.237	8.901
Çizel pulluk	1.25	16.420	10.024	9.833	10.684	14.748	12.593	25.698
	1.50	22.727	12.951	10.669	12.413	12.146	11.532	17.562
	1.75	26.134	14.995	13.005	12.210	9.288	10.665	13.704
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	24.547	12.279	10.420	11.462	13.827	14.081	13.385
	1.50	28.592	13.769	11.869	14.660	12.344	11.649	7.116
	1.75	31.030	16.241	12.906	11.779	12.702	9.240	6.102

Sürümden sonra parçacık yüzde değerlerinin çap gruplarına göre varyans analizi edilmesi sonucunda (Çizelge 4.2., Çizelge 4.3.) alet tiplerinin parçalanmaya etkileri 16-32 mm çap grubunda önemli ($P<0.05$), diğer çap gruplarında çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Traktör ilerleme hızının etkisi <2 , 2-4, 4-8, 32-63 ve >63 mm çap gruplarında çok önemli ($P<0.01$) çıkarken, 8-16 ve 16-32 mm çap gruplarında önemsiz çıkmıştır. Alet hız interaksiyonları ise bütün çap grupları için önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Sürümden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	<2 mm			2-4 mm			4-8 mm		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	8.948	1.540	0.225	2.021	0.520	0.597	2.939	1.160	0.322
Alet	7	156.301	26.920	0.000*	55.270	14.270	0.000*	25.564	10.090	0.000*
Hız	2	353.291	60.850	0.000*	101.715	26.260	0.000*	58.931	23.270	0.000*
Alet*Hız	14	4.403	0.760	0.706	1.612	0.420	0.962	0.999	0.390	0.970
Hata	46	5.806			3.873			2.532		
Toplam	71									

*: $P<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.3. Sürümden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	8-16 mm			16-32 mm			32-63 mm		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.972	0.220	0.807	2.250	0.200	0.820	13.708	2.150	0.129
Alet	7	17.299	3.840	0.002*	27.410	2.420	0.034**	19.667	3.080	0.010*
Hız	2	1.740	0.390	0.682	20.260	1.790	0.178	49.353	7.730	0.001*
Alet*Hız	14	3.645	0.810	0.656	4.550	0.400	0.967	1.898	0.300	0.992
Hata	46	4.509			11.310			6.388		
Toplam	71									

Varyasyon Kaynakları	SD	>63 mm		
		KO	F	P
Blok	2	26.550	1.780	0.181
Alet	7	860.920	57.600	0.000*
Hız	2	705.630	47.210	0.000*
Alet*Hız	14	11.120	0.740	0.720
Hata	46	14.950		
Toplam	71			

*: $P<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**: $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Varyans analizinde çok önemli ve önemli çıkan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur (Çizelge 4.4., Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.4. Sürümden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Parçacık boyutu (mm)			
		<2	2-4	4-8	8-16
Blok	A	22.963	10.973	9.298	10.408
	B	23.930	11.206	9.890	10.808
	C	24.093	11.550	9.918	10.567
	LSD, %P				
Alet tipi	KP	16.961 f✓	7.063 d	7.270 c	8.344 c
	KPT	24.408 cd	9.169 cd	8.302 c	9.753 abc
	IP	19.790 ef	9.778 c	8.423 bc	9.337 bc
	IPT	25.774 bc	13.242 a	10.472 ab	11.183 abc
	DP	23.103 cd	10.578 bc	8.868 bc	10.680 abc
	DPT	29.442 a	13.362 a	11.379 a	11.054 abc
	ÇP	21.760 de	12.657 ab	11.169 a	11.769 ab
	ÇPT	28.056 ab	14.097 a	11.732 a	12.633 a
	LSD, %P	3.052, %1	2.493, %1	2.016, %1	2.690, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	19.767 c	9.153 c	8.035 b	10.305
	1.50	23.781 b	11.307 b	9.925 a	10.640
	1.75	27.438 a	13.269 a	11.145 a	10.838
	LSD, %P	1.869, %1	1.527, %1	1.234, %1	

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Ortaya çıkan sonuçlardan, alet tipine göre en büyük ortalamalar <2 mm çap grubunda DPT, 2-4, 4-8, 8-16 ve 16-32 mm çap grubunda ÇPT, 32-63 mm çap grubunda KPT, >63 mm çap grubunda KP de meydana gelmiştir. En küçük ortalamalar <2, 2-4, 4-8, 8-16 ve 16-32 mm çap grubunda KP, 32-63 mm çap grubunda ÇP ve >63 mm çap grubunda ÇPT de meydana gelmiştir. Bütün çap gruplarında farklı ilerleme hızlarının parçalanmaya olan etkileri karşılaştırıldığında <2, 2-4, 4-8, 32-63 ve >63 mm çap gruplarında ortalamalar arasındaki farklar çok önemli çıkarken ($P < 0.01$), 8-16 ve 16-32 mm çap gruplarında önemsiz çıkmıştır. 8-16 mm mm çap grubunda diğer çap gruplarına

oranla önemli farklılıkların olmaması bu çap grubunun orta sınıf çap grubunu karakterize etmesiyle ifade edilebilir. Çünkü, bu çaptan sonra daha küçük ve daha büyük parçacık çaplarında parçalama etkisi daha belirgin anlaşılrken, bu çap sınıfında hem etkisi araştırılan faktörler arasında, hem de bu faktörlerin kendi seviyeleri arasında yakın sonuçlar alınmıştır.

Çizelge 4.5. Sürümden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

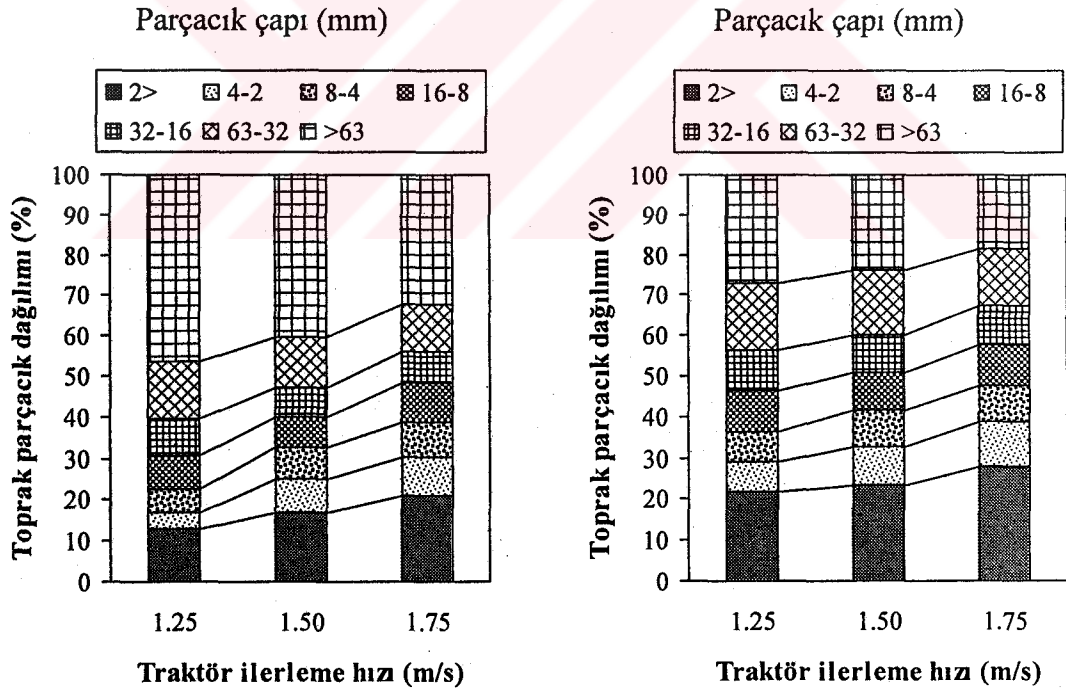
Faktörler		Parçacık boyutu (mm)		
		16-32	32-63	>63
Blok	A	10.129	13.622	22.606
	B	10.532	13.112	20.521
	C	9.932	12.135	21.807
	LSD, %P			
Alet tipi	KP	7.899 b✓	12.817 ab	39.646 a
	KPT	9.789 ab	15.515 a	23.063 c
	IP	8.047 b	14.729 ab	29.894 b
	IPT	10.139 ab	11.747 b	17.443 d
	DP	10.577 ab	13.311 ab	22.884 c
	DPT	10.112 ab	12.278 ab	12.372 e
	ÇP	12.060 a	11.596 b	18.988 cd
	ÇPT	12.958 a	11.657 b	8.868 e
	LSD, %P	3.191, %5	3.201, %1	4.898, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	11.201	14.220 a	27.318 a
	1.50	9.994	13.251 ab	21.102 b
	1.75	9.398	11.398 b	16.514 c
	LSD, %P		1.960, %1	2.999, %1

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

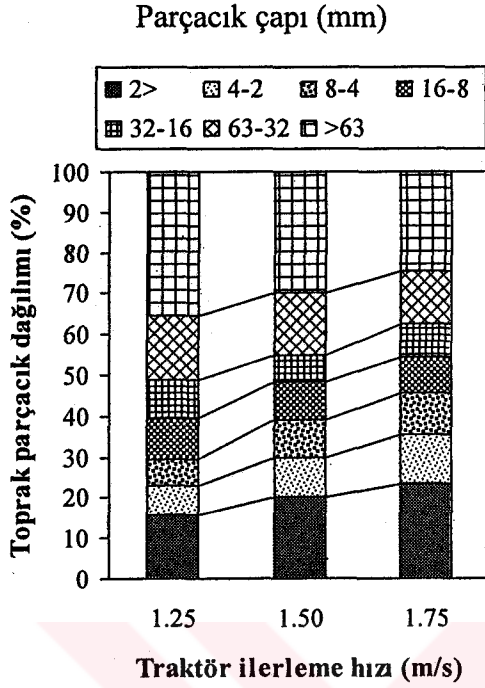
Toprak parçacık miktarı yüzde dağılımının alet tiplerine göre traktör ilerleme hızıyla değişimi Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, ve Şekil 4.4' de verilmiştir. Bütün alet tiplerinde traktör ilerleme hızının artmasıyla <2, 2-4, 4-8 mm çap gruplarında artma, 32-63 ve >63 mm çap gruplarında azalma görülmüştür.

Grafiklerden ve ortalamalara ait sonuçların karşılaştırılması ile en yüksek parçalanmaların ÇP ve DP de meydana geldiği görülmüştür. Döner tırmığın etkisi ile

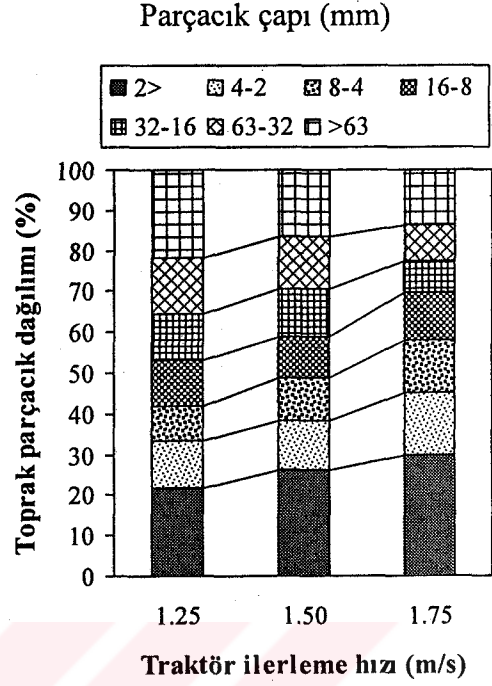
parçalanma artmıştır. Çizel pulluğun yaylı ayağa sahip olması toprak parçalanmasını artırmıştır. Özellikle >63 mm çap grubunda en düşük değer ÇPT de meydana gelmiştir. Çizel pulluk ayak yapısının yaylı olması nedeniyle toprakta gerilen ayakların boşalması ve tekrar gerilmesi titreşimlere sebep olmuş böylece parçalanma artmıştır. DP ve ÇP de birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. DP de disklerinin dönerken toprağı kesmesi ve bağıl hareket olmadan toprağı beraberinde taşıması ve savurması nedeniyle iyi bir parçalanma elde edilmiştir. Ayrıca DPT de döner tırmık kullanılması bu parçalanmayı artırmıştır. En kötü parçalanma ise KP de meydana gelmiştir. Tarla yüzeyinde büyük keseklerin oluştuğu görülmüştür. KPT de ise döner tırmığın ve disk keskinin etkisi ile parçalanmanın KP' ye göre daha iyi olduğu belirlenmiştir. IP de ise KP' ye göre daha iyi bir parçalanma elde edilmiştir. Kulak yapısının ızgara şeklinde olması parçalanmayı artırmıştır. IPT de ise parçalanma daha fazla olmuş ve ÇP' ye yakın değerler elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı

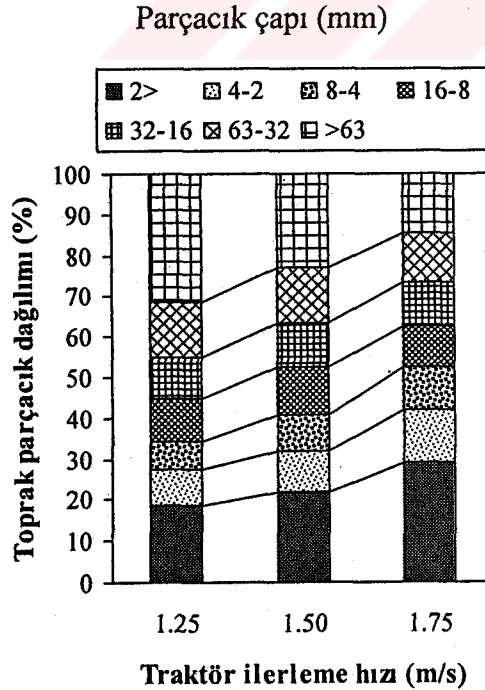


a) Izgara kulaklı pulluk

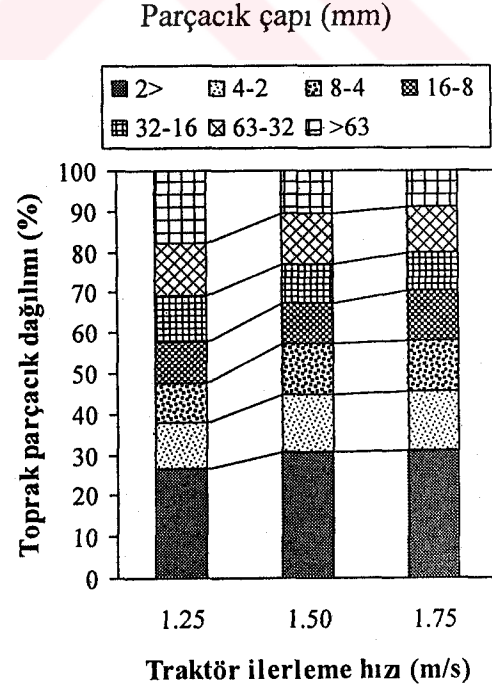


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.2. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı

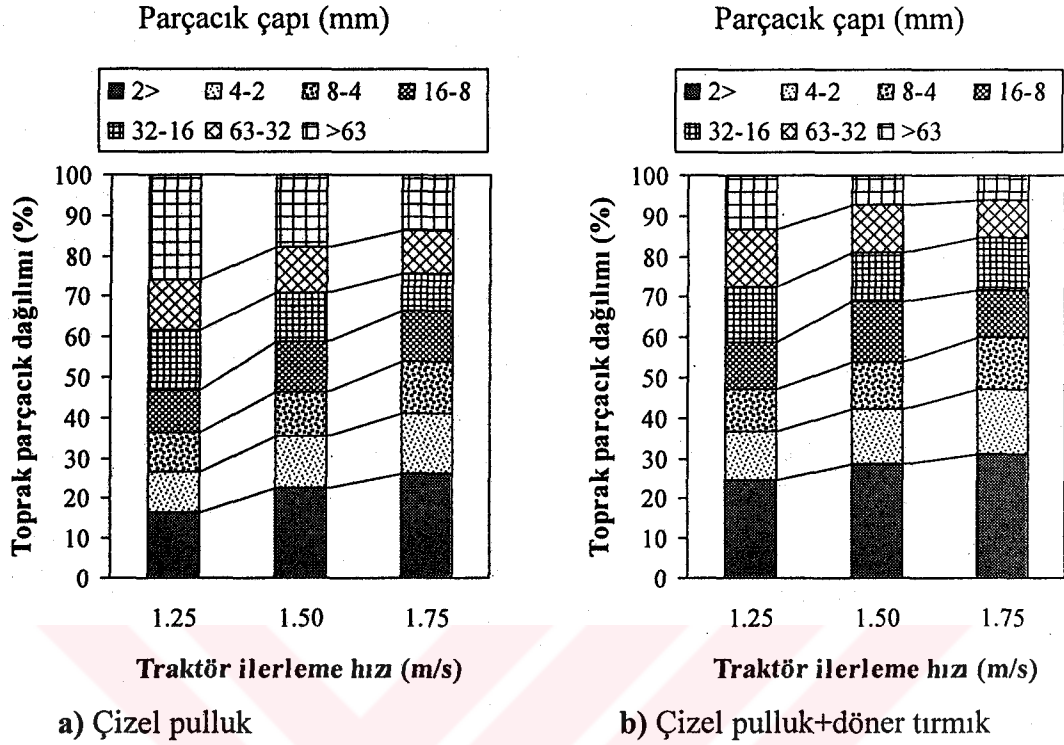


a) Diskli pulluk



b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.3. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı



Şekil 4.4. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı

Ekimden sonra alet tipi ve ilerleme hızından oluşan faktörler ile bu faktörlere ait seviyelerin, toprağı parçalama etkilerini ortaya çıkarmak için 0-20 cm işleme derinliğinden alınan toprak örnekleri, elek analizine tabii tutulmuştur. Ekimden sonra elek analizinde 9 ayrı çap grubu esas alınmış ve yüzde ağırlık olarak elde edilen değerler Çizelge 4.6. Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Elde edilen parçacık yüzde değerlerinin çap gruplarına göre varyans analizi edilmesi sonucunda (Çizelge 4.8., Çizelge 4.9., Çizelge 4.10.) alet tiplerinin parçalama etkileri bütün çap gruplarında çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Traktör ilerleme hızının etkisi ise <1 , $1-1.7$, $6.7-9.5$, $9.5-16$, ve >25 mm çap gruplarında çok önemli ($P<0.01$) çıkarken $16-25$ mm çap grubunda önemli ($P<0.05$) çıkmış ve $1.7-2.5$ $2.5-4$ $4-6.7$ mm çap gruplarında önemsiz çıkmıştır. Alet hız interaksiyonları ise bütün çap grupları için önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Ekimden sonra çap gruplarına göre toprak parçacık (%) değerleri

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Parçacık boyutu (mm)				
		<1	1-1.7	1.7-2.5	2.5-4	4-6.7
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	16.033	3.181	7.687	9.610	7.418
	1.50	20.051	5.013	8.649	9.422	6.787
	1.75	22.399	7.341	9.792	9.427	6.973
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	21.266	4.927	9.099	10.226	8.212
	1.50	23.093	8.078	8.741	10.904	8.238
	1.75	26.999	10.312	10.133	10.435	10.480
Izgara kulaklı pulluk	1.25	18.387	5.644	10.234	11.107	7.201
	1.50	22.470	6.627	10.121	10.269	8.679
	1.75	24.625	8.643	8.899	9.896	6.995
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	23.284	4.882	9.792	10.132	8.538
	1.50	25.367	8.370	12.844	11.082	9.206
	1.75	27.533	12.545	10.926	11.414	7.953
Diskli pulluk	1.25	18.817	4.351	10.636	8.192	7.687
	1.50	25.386	7.077	11.833	8.376	7.191
	1.75	29.477	10.132	11.345	7.515	6.772
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	23.596	5.279	11.922	12.737	8.241
	1.50	27.325	8.214	12.649	13.015	7.944
	1.75	30.494	11.800	13.343	12.012	7.941
Çizel pulluk	1.25	19.115	6.625	11.173	12.514	8.394
	1.50	23.991	9.032	11.138	11.053	8.455
	1.75	26.948	10.612	12.156	11.245	10.226
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	26.105	6.507	12.110	13.633	10.031
	1.50	28.713	9.383	11.469	12.198	9.855
	1.75	31.548	12.519	12.540	12.025	9.134

Varyans analizinde çok önemli ve önemli çıkan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur (Çizelge 4.11., Çizelge 4.12.). Ortaya çıkan sonuçlardan, sürümden sonra elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar çıktığı görülmüştür. Alet tipine göre en büyük ortalamalar <1 ve 1-1.7 mm çap grubunda ÇPT, 1.7-2.5 mm çap grubunda DPT, 2.5-4 ve 4-6.7 mm çap grubunda ÇPT, 6.7-9.5, 9.5-16, 16-25 ve >25 mm çap grubunda KP de meydana gelmiştir. En küçük ortalamalar <1, 1-1.7 ve 1.7-2.5 mm çap grubunda KP, 2.5-4 mm çap grubunda DP, 4-6.7 mm çap grubunda KP ve 6.7-9.5, 9.5-16, 16-25 ve >25 mm çap grubunda ÇPT de meydana gelmiştir.

Çizelge 4.7. Ekimden sonra çap gruplarına göre toprak parçacık (%) değerleri

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Parçacık boyutu (mm)			
		6.7-9.5	9.5-16	16-25	>25
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	8.917	12.102	13.502	21.549
	1.50	8.810	12.709	12.481	16.077
	1.75	8.357	10.988	12.457	12.266
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	8.177	10.153	11.541	16.399
	1.50	8.372	9.718	9.882	12.973
	1.75	7.568	7.500	6.741	9.832
Izgara kulaklı pulluk	1.25	8.232	11.123	8.826	19.247
	1.50	8.333	10.537	9.425	13.539
	1.75	7.811	10.672	12.022	10.437
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	8.985	9.441	10.685	14.260
	1.50	8.974	8.113	6.326	9.718
	1.75	8.102	7.122	7.685	6.719
Diskli pulluk	1.25	9.058	12.407	11.559	17.294
	1.50	8.432	9.311	9.545	12.849
	1.75	7.669	7.467	10.753	8.868
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	8.138	7.793	10.409	11.884
	1.50	6.810	6.651	8.650	8.743
	1.75	6.265	7.452	5.546	5.147
Çizel pulluk	1.25	8.022	8.296	9.480	16.382
	1.50	7.539	9.387	8.138	11.266
	1.75	7.159	7.398	6.724	7.532
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	7.690	7.681	6.407	9.836
	1.50	6.629	6.896	6.560	8.299
	1.75	5.434	5.803	5.723	5.275

Çizelge 4.8. Ekimden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	<1 mm			1-1.7 mm			1.7-2.5 mm		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	1.451	0.340	0.713	9.753	5.610	0.007*	8.305	3.530	0.037**
Alet	7	76.937	18.110	0.000*	16.297	9.370	0.000*	17.239	7.340	0.000*
Hız	2	268.727	63.260	0.000*	169.492	97.450	0.000*	4.239	1.800	0.176
Alet*Hız	14	3.351	0.790	0.676	1.855	1.070	0.410	1.988	0.850	0.618
Hata	46	4.248			1.739			2.350		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.9. Ekimden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	2.5-4 mm			4-6.7 mm			6.7-9.5 mm		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	7.852	10.170	0.000*	0.870	0.740	0.481	0.133	0.250	0.777
Alet	7	21.575	27.960	0.000*	7.930	6.780	0.000*	5.248	10.020	0.000*
Hız	2	1.648	2.140	0.130	0.061	0.050	0.949	7.501	14.320	0.000*
Alet*Hız	14	0.983	1.270	0.259	1.956	1.670	0.096	0.416	0.790	0.671
Hata	46	0.772			1.170			0.524		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.10. Ekimden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	9.5-16 mm			16-25 mm			>25 mm		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.821	0.450	0.640	5.556	0.950	0.396	21.824	6.700	0.003*
Alet	7	27.096	14.840	0.000*	35.784	6.090	0.000*	79.434	24.380	0.000*
Hız	2	20.297	11.120	0.000*	22.441	3.820	0.029**	347.400	106.610	0.000*
Alet*Hız	14	2.540	1.390	0.196	6.802	1.160	0.338	2.316	0.710	0.752
Hata	46	1.826			5.877			3.258		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Toprak parçacık miktarı yüzde dağılımının alet tiplerine göre traktör ilerleme hızıyla değişimi Şekil 4.5., Şekil 4.6., Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.'de verilmiştir. Bütün alet tiplerinde traktör ilerleme hızının artmasıyla <1, 1-1.7 ve 1.7-2.5 mm çap gruplarında artma, 2.5-4, 4-6.7, 6.7-9.5, 9.5-16 16-25 ve >25 mm çap gruplarında azalma görülmüştür.

Grafiklerden ve ortalamalara ait sonuçların karşılaştırılması ile en yüksek parçalanmaların ÇPT ve DPT de meydana geldiği görülmüştür. Döner tırmığın kullanılması ile parçalanma etkisi artmıştır. Çizel pulluğun yaylı ayağa sahip olması toprak parçalanmasını artırmıştır. Özellikle >25 mm çap grubunda en düşük değer ÇPT de meydana gelmiştir. Tohum yatağı hazırlamada diskli tırmık ve tapan kullanılmasına

rağmen KP da tarla yüzeyinde keseklerin oluştuğu görülmüştür. KPT de ise döner tırmığın ve disk keskinin etkisi ile parçalanma daha iyi olmuştur. IP'nin KP' ye göre daha iyi bir parçalanma sağladığı görülmüştür. IP'nin kulak yapısının ızgara şeklinde olması parçalanmayı artırmıştır.

Çizelge 4.11. Ekimden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

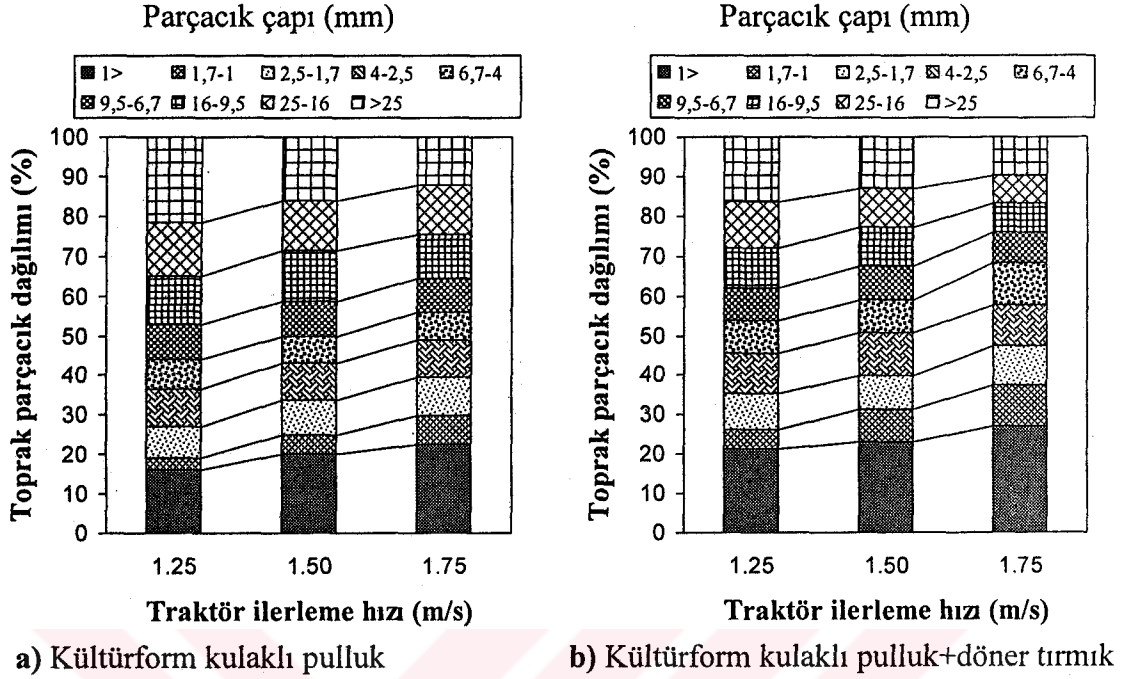
Faktörler		Parçacık boyutu (mm)				
		<1	1-1.7	1.7-2.5	2.5-4	4-6.7
Blok	A	24.034	7.669 ab	11.476 a	11.429 a	8.488
	B	24.321	7.231 b	10.529 b	10.450 b	8.205
	C	24.523	8.487 a	10.399 b	10.426 b	8.126
	LSD, %P		1.023, %1	0.891, %5	0.681, %1	
Alet tipi	KP	19.494 e ✓	5.178 c	8.710 d	9.486 c	7.059 d
	KPT	23.786 cd	7.772 ab	9.324 cd	10.522 bc	8.977 ab
	IP	21.827 de	6.971 b	9.751 bcd	10.424 bc	7.625 bcd
	IPT	25.395 bc	8.599 ab	11.188 abc	10.876 b	8.566 abc
	DP	24.560 bcd	7.187 b	11.272 abc	8.027 d	7.217 cd
	DPT	27.138 ab	8.431 ab	12.638 a	12.588 a	8.042 bcd
	ÇP	23.351 cd	8.756 ab	11.489 ab	11.604 ab	9.025 ab
	ÇPT	28.789 a	9.470 a	12.039 a	12.618 a	9.673 a
	LSD, %P	2.611, %1	1.670, %1	1.942, %1	1.113, %1	1.370, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	20.825 c	5.175 c	10.332	11.019	8.215
	1.50	24.550 b	7.724 b	10.930	10.790	8.295
	1.75	27.503 a	10.488 a	11.142	10.496	8.309
	LSD, %P	1.599, %1	1.023, %1			

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

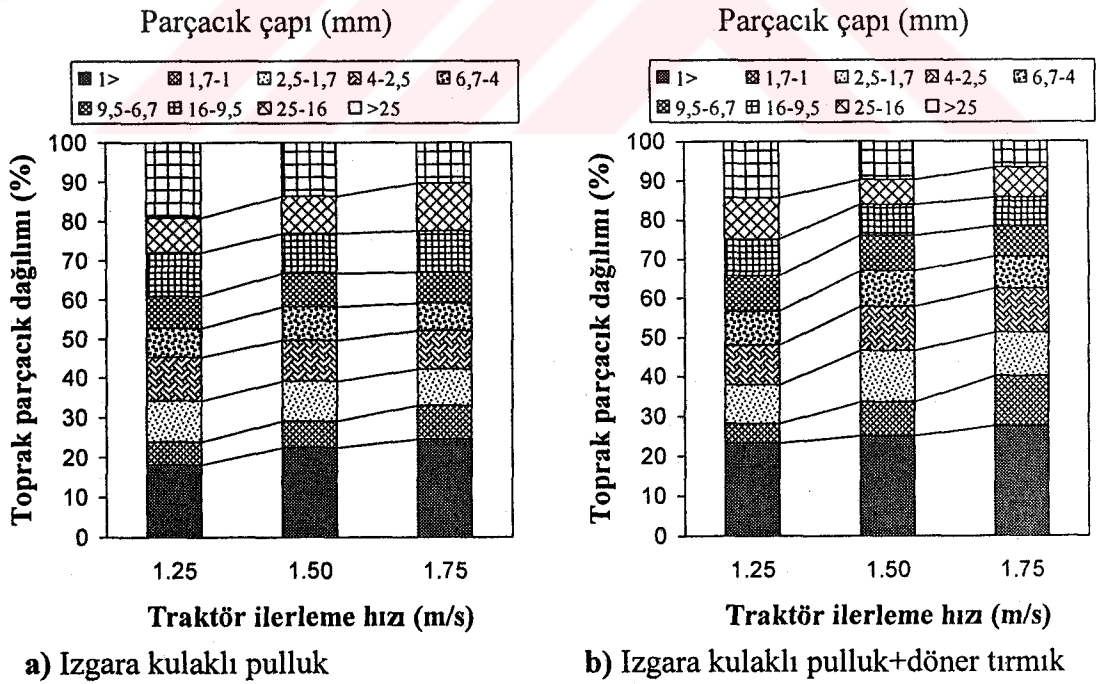
Çizelge 4.12. Ekimden sonra toprak parçacık çap gruplarına göre Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Parçacık boyutu (mm)			
		6.7-9.5	9.5-16	16-25	>25
Blok	A	7.950	9.186	8.729	11.040 b
	B	7.810	8.826	9.691	12.937 a
	C	7.925	9.079	9.213	11.822 ab
	LSD, %P				1.400, %1
Alet tipi	KP	8.694 a ✓	11.933 a	12.813 a	16.631 a
	KPT	8.039 ab	9.124 bcd	9.388 bc	13.068 bc
	IP	8.125 ab	10.777 ab	10.091 ab	14.408 ab
	IPT	8.687 a	8.226 cde	8.232 bc	10.232 de
	DP	8.387 ab	9.728 bc	10.619 ab	13.004 bc
	DPT	7.071 cd	7.299 de	8.202 bc	8.592 ef
	ÇP	7.573 bc	8.361 cde	8.114 bc	11.727 cd
	ÇPT	6.584 d	6.793 e	6.230 c	7.803 f
	LSD, %P	0.917, %1	1.712, %1	3.071, %1	2.286, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	8.402 a	9.875 a	10.301 a	15.856 a
	1.50	7.987 a	9.165 a	8.876 b	11.683b
	1.75	7.296 b	8.050 b	8.456 b	8.260 c
	LSD, %P	0.561, %1	1.048, %1	1.409, %5	1.400, %1

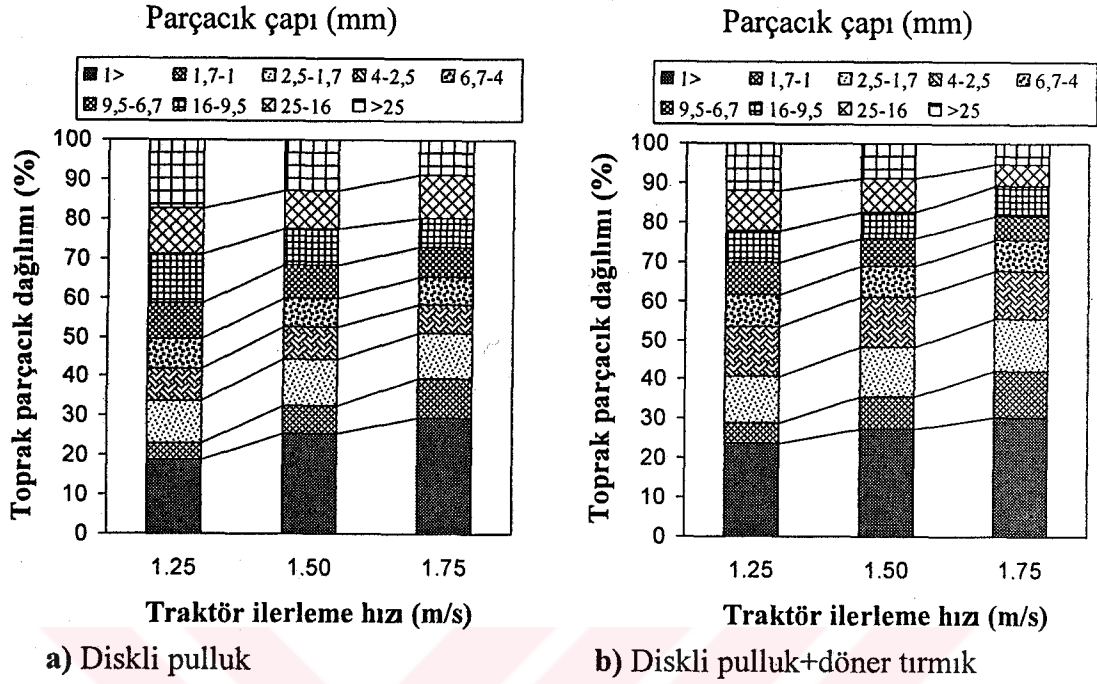
✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.



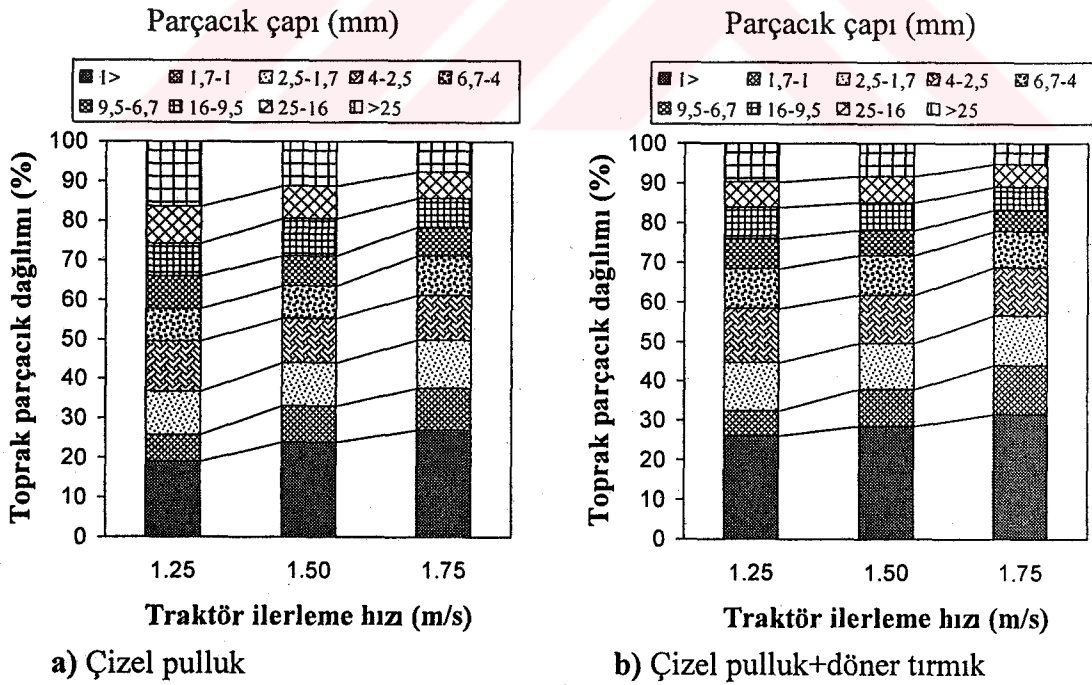
Şekil 4.5. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı



Şekil 4.6. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı



Şekil 4.7. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı



Şekil 4.8. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak parçacık dağılımı

Sürümden sonra ve ekimden sonra elek analizi değerlerinden elde edilen toprak parçacıklarının ortalama ağırlıklı çap (MDW) değerleri Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Sürümden sonra ve ekimden sonra ortalama ağırlıklı çap (MDW) değerleri

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Sürümden sonra	Ekimden sonra
		MDW (mm)	MDW (mm)
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	39.593	11.414
	1.50	34.837	9.931
	1.75	29.910	8.794
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	29.316	9.558
	1.50	26.972	8.390
	1.75	23.022	6.796
Izgara kulaklı pulluk	1.25	34.008	9.835
	1.50	29.782	8.548
	1.75	25.845	8.190
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	25.367	8.861
	1.50	21.891	6.850
	1.75	17.626	6.152
Diskli pulluk	1.25	30.821	10.062
	1.50	26.115	8.167
	1.75	19.984	7.124
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	22.547	8.052
	1.50	17.544	6.720
	1.75	16.182	5.289
Çizel pulluk	1.25	28.048	9.022
	1.50	22.202	7.580
	1.75	18.885	6.230
Çizel pulluk+döner tırmık	1.25	21.054	6.827
	1.50	16.149	6.270
	1.75	14.267	5.141

Denemede sürümden sonra elde edilen en yüksek değer 1.25 m/s ilerleme hızında 39.593 mm ile KP de, en düşük değer ise 1.75 m/s ilerleme hızında 14.267 mm ile ÇPT de meydana gelmiştir. Ekimden sonra elde edilen değerlerde yine en yüksek değer 1.25 m/s ilerleme hızında 11.414 mm ile KP de, en düşük değer ise 1.75 m/s ilerleme hızında 5.141 mm ile ÇPT de meydana gelmiştir. Elde edilen bu değerlerle, alet tipinin ve traktör ilerleme hızının MDW' ye etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır (Çizelge 4.14., Çizelge 4.15.).

Çizelge 4.14 Sürümünden sonra ortalama ağırlıklı çapa ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Blok	2	26.030	13.020	2.560	0.088
Alet	7	2130.300	304.330	59.810	0.000*
Hız	2	794.850	397.430	78.100	0.000*
Alet*Hız	14	44.050	3.150	0.620	0.836
Hata	46	234.070	5.090		
Toplam	71	3229.310			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.15. Ekimden sonra ortalama ağırlıklı çapa ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Blok	2	3.585	1.792	5.660	0.006*
Alet	7	100.731	14.390	45.450	0.000*
Hız	2	74.736	37.368	118.020	0.000*
Alet*Hız	14	4.411	0.315	1.000	0.474
Hata	46	14.565	0.317		
Toplam	71	198.027			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Yapılan varyans analizleri sonucu sürümünden sonra ve ekimden sonra alet tipinin ve traktör ilerleme hızının çok önemli derecede ($P<0.01$) MDW' ye etkili olduğu belirlenmiştir. Alet hız interaksyonu her iki dönemde de önemsiz bulunmuştur.

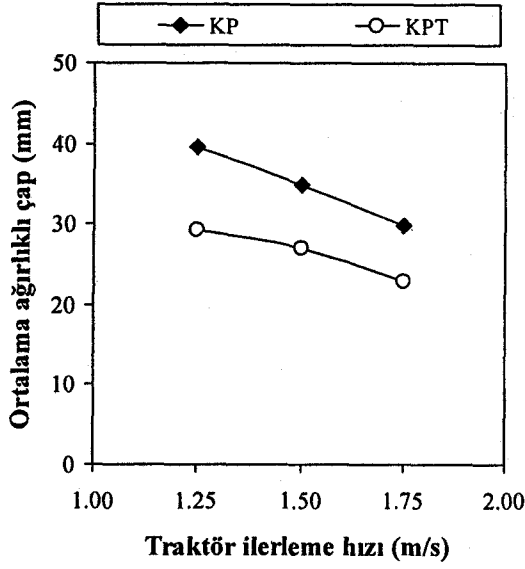
MDW' ye etkili olan faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır (Çizelge 4.16.). Analiz sonuçlarına bakıldığında sürümünden sonra en yüksek parçalanmanın ÇPT ve DPT de meydana geldiği görülmektedir. En az parçalanma ise KP de meydana gelmiştir. IP ve DP birbirlerine yakın değerler göstermişlerdir. Döner tırmağın kullanıldığı aletler kullanılmayanlara göre daha fazla parçalama etkisi ortaya koymuştur. Ekimden sonra elde edilen MDW değerlerinde ikinci sınıf toprak işlemenin etkisiyle azalma olmasıyla beraber sürümünden sonraki değerlere yakın bir paralellik göstermiştir. Ekimden sonra en küçük MDW değeri ÇPT de 6.080 mm olurken, en yüksek MDW değeri 10.046 mm ile KP de meydana gelmiştir. Traktör ilerleme hızının etkisi ise açık bir şekilde görülmüş

ve ilerleme hızının artmasıyla MDW değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Şekil 4.9., Şekil 4.10., Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.'de sürümden sonra ve ekimden sonra, traktör ilerleme hızına bağlı olarak MDW değerleri verilmiştir.

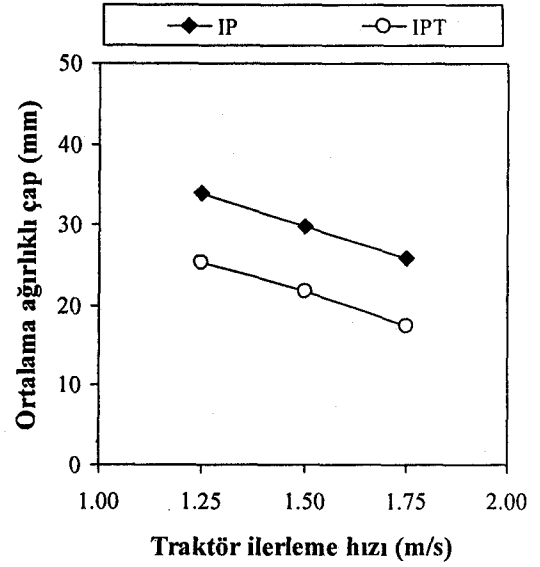
Çizelge 4.16. Sürümden sonra ve ekimden sonra ortalama ağırlıklı çap değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Sürümden sonra MDW	Ekimden sonra MDW
Blok	A	25.509	7.655 b
	B	24.151	8.198 a
	C	24.337	7.873 ab
	LSD, % P		0.437, %1
Alet tipi	KP	34.780 a ✓	10.046 a
	KPT	26.437 b	8.248 bc
	IP	29.878 c	8.858 b
	IPT	21.628 e	7.288 de
	DP	25.640 cd	8.451 b
	DPT	18.758 f	6.687 ef
	ÇP	23.045 de	7.611 cd
	ÇPT	17.157 f	6.080 f
	LSD, % P	2.858, %1	0.713, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	28.844 a	9.204 a
	1.50	24.437 b	7.807 b
	1.75	20.715 c	6.715 c
	LSD, % P	1.750, %1	0.437, %1

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

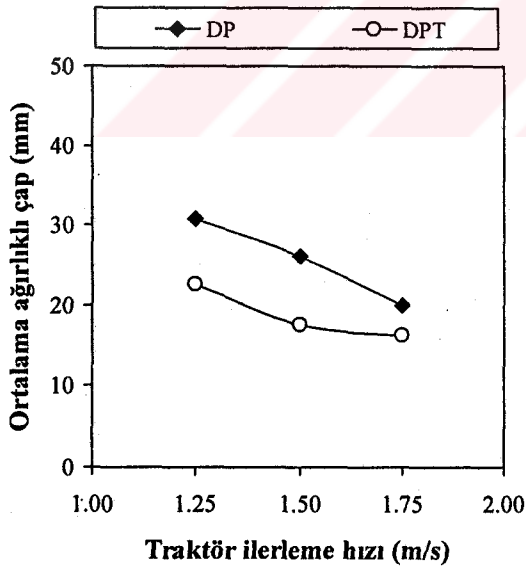


a) KP ve KPT

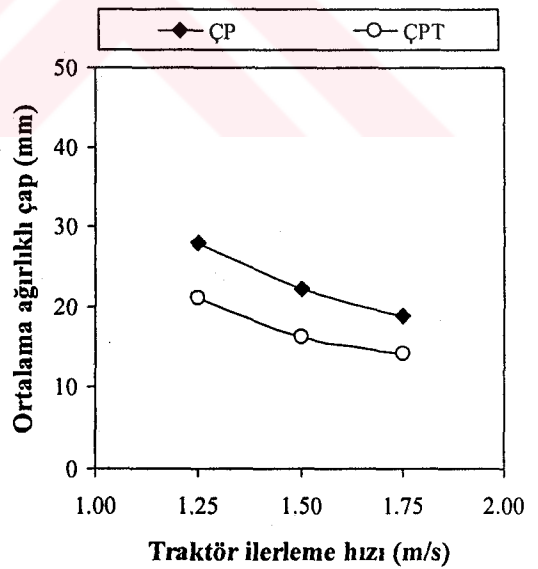


b) IP ve IPT

Şekil 4.9. Sürümden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama ağırlıklı çap değişimi

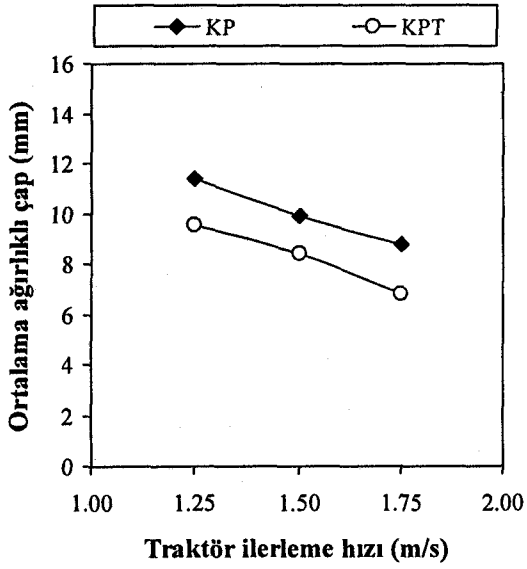


a) DP ve DPT

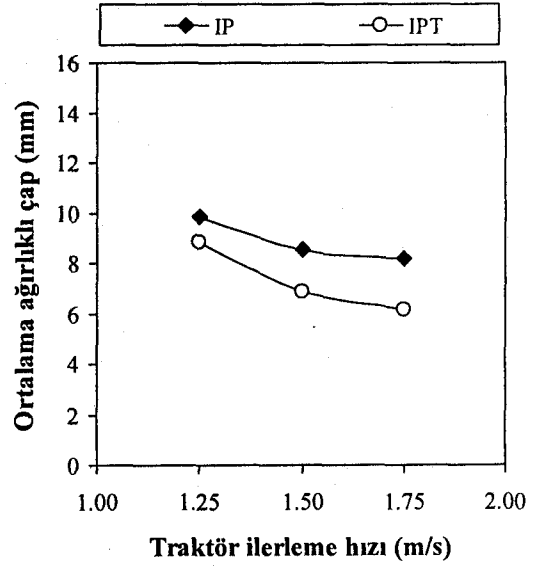


b) ÇP ve ÇPT

Şekil 4.10. Sürümden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama ağırlıklı çap değişimi

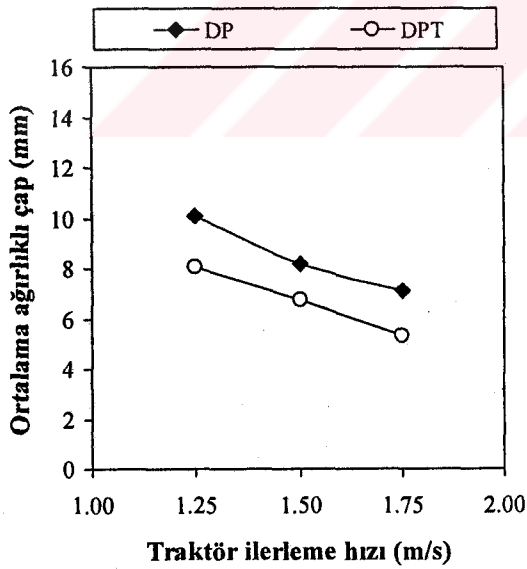


a) KP ve KPT

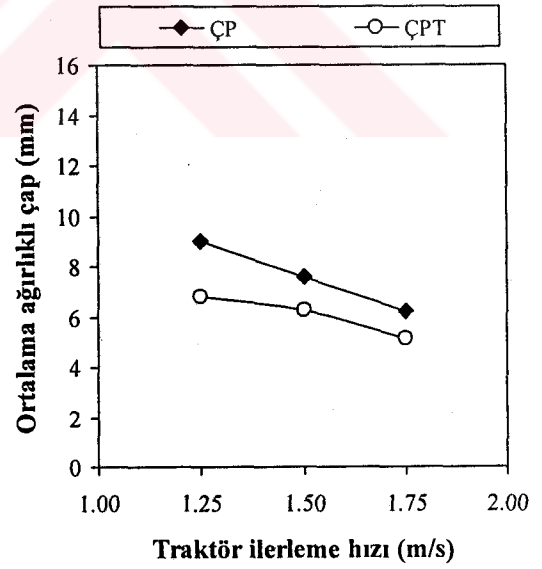


b) IP ve IPT

Şekil 4.11. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama ağırlıklı çap değişimi



a) DP ve DPT



b) ÇP ve ÇPT

Şekil 4.12. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama ağırlıklı çap değişimi

4.2. Toprak Hacim Ağırlığına İlişkin Sonuçlar

Alet tiplerinin ve traktör ilerleme hızının toprak hacim ağırlığına etkisini belirlemek ve ekim dönemine kadarki değişimini gözlemek amacıyla Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos ayında toprak örnekleri alınarak toprak hacim ağırlığının ekim dönemine kadarki değişimi belirlenmiştir. Bu dönemlerde alınan toprak hacim ağırlığı değerleri Çizelge 4.17. ve Çizelge 4.18.'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Toprak hacim ağırlığı ortalama değerleri (g/cm³)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Mayıs			Haziran		
		Derinlik (cm)			Derinlik (cm)		
		0-7	7-14	14-20	0-7	7-14	14-20
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	1.098	1.060	1.081	1.156	1.072	1.078
	1.50	1.041	1.000	1.009	1.071	1.067	1.122
	1.75	1.074	1.007	1.074	1.136	1.029	1.076
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	1.135	1.056	1.084	1.130	1.069	1.085
	1.50	1.106	1.017	1.045	1.143	1.008	1.088
	1.75	1.124	1.060	1.105	1.207	1.145	1.159
Izgara kulaklı pulluk	1.25	1.067	1.039	1.041	1.119	1.067	1.027
	1.50	1.048	1.070	1.032	1.107	1.092	1.056
	1.75	1.113	1.092	1.045	1.168	1.072	1.094
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	1.093	1.073	1.040	1.156	1.068	1.074
	1.50	1.108	1.117	1.013	1.143	1.139	1.137
	1.75	1.139	1.085	1.115	1.159	1.133	1.088
Diskli pulluk	1.25	1.115	1.098	1.142	1.144	1.050	1.106
	1.50	1.080	1.006	1.078	1.079	1.029	1.034
	1.75	1.094	1.066	1.117	1.172	1.114	1.191
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	1.094	1.078	1.113	1.174	1.064	1.089
	1.50	1.154	1.021	1.082	1.159	1.045	1.127
	1.75	1.157	0.993	1.164	1.163	1.044	1.093
Çizel pulluk	1.25	0.967	1.092	1.104	1.035	1.130	1.178
	1.50	1.055	1.064	1.107	1.064	1.083	1.145
	1.75	1.087	1.127	1.205	1.113	1.219	1.257
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	1.110	1.030	1.116	1.126	1.115	1.179
	1.50	1.021	1.067	1.169	1.118	1.129	1.203
	1.75	1.090	1.148	1.184	1.109	1.184	1.181

Çizelge 4.18. Toprak hacim ağırlığı ortalama değerleri (g/cm³)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Temmuz			Ağustos		
		Derinlik (cm)			Derinlik (cm)		
		0-7	7-14	14-20	0-7	7-14	14-20
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	1.152	1.091	1.083	1.165	1.122	1.131
	1.50	1.087	1.087	1.169	1.104	1.059	1.112
	1.75	1.191	1.070	1.069	1.128	1.056	1.112
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	1.138	1.100	1.047	1.205	1.118	1.135
	1.50	1.142	1.064	1.128	1.174	1.077	1.094
	1.75	1.268	1.174	1.172	1.180	1.111	1.136
Izgara kulaklı pulluk	1.25	1.139	1.082	1.065	1.133	1.100	1.089
	1.50	1.103	1.078	1.043	1.112	1.133	1.078
	1.75	1.152	1.133	1.111	1.169	1.145	1.081
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	1.177	1.086	1.095	1.159	1.137	1.088
	1.50	1.157	1.167	1.194	1.175	1.183	1.059
	1.75	1.193	1.149	1.074	1.196	1.137	1.155
Diskli pulluk	1.25	1.147	1.082	1.104	1.182	1.162	1.195
	1.50	1.101	1.007	1.080	1.145	1.066	1.128
	1.75	1.171	1.124	1.218	1.149	1.117	1.157
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	1.191	1.110	1.080	1.161	1.141	1.164
	1.50	1.192	1.111	1.125	1.224	1.082	1.132
	1.75	1.162	1.050	1.100	1.215	1.041	1.207
Çizel pulluk	1.25	1.124	1.096	1.189	1.026	1.156	1.155
	1.50	1.089	1.081	1.174	1.119	1.126	1.159
	1.75	1.133	1.216	1.251	1.141	1.181	1.250
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	1.119	1.161	1.204	1.178	1.091	1.169
	1.50	1.158	1.147	1.217	1.083	1.130	1.223
	1.75	1.116	1.194	1.236	1.145	1.203	1.228

Sürümden sonra elde edilen Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos ayı toprak hacim ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19., Çizelge 4.20., Çizelge 4.21. ve Çizelge 4.22.'de verilmiştir.

Mayıs ayı varyans analizi sonuçlarında alet tipi 0-7 cm ve 14-20 cm aralığındaki hacim ağırlığı etkisi çok önemli ($P<0.01$), 7-14 cm aralığında önemli ($P<0.05$) derecede etkilemiştir. Traktör ilerleme hızının hacim ağırlığına etkisi 14-20 cm aralığında çok önemli ($P<0.01$) çıkarken 0-7, 7-14 cm aralığında önemsiz çıkmıştır. Alet hız etkileşimleri ise tüm aralıklarda önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.19. Mayıs ayı toprak hacim ağırlığı varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-7			7-14			14-20		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0026	1.050	0.358	0.0046	1.810	0.175	0.0003	0.070	0.930
Alet	7	0.0094	3.800	0.002*	0.0067	2.660	0.021**	0.0169	4.010	0.002*
Hız	2	0.0071	2.880	0.066	0.0047	1.850	0.169	0.0213	5.040	0.010*
Alet*Hız	14	0.0034	1.370	0.208	0.0043	1.690	0.092	0.0024	0.560	0.881
Hata	46	0.0025			0.0025			0.0042		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.20. Haziran ayı toprak hacim ağırlığı varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-7			7-14			14-20		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0028	0.880	0.423	0.0000	0.020	0.984	0.0020	0.380	0.689
Alet	7	0.0082	2.540	0.027**	0.0128	4.260	0.001*	0.0197	3.670	0.003*
Hız	2	0.0110	3.410	0.042**	0.0135	4.470	0.017**	0.0103	1.910	0.160
Alet*Hız	14	0.0022	0.670	0.792	0.0045	1.510	0.145	0.0049	0.900	0.560
Hata	46	0.0032			0.0030			0.0054		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.21. Temmuz ayı toprak hacim ağırlığı varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-7			7-14			14-20		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0065	2.760	0.074	0.0016	0.450	0.642	0.0046	0.910	0.412
Alet	7	0.0061	2.590	0.024**	0.0092	2.510	0.028**	0.0234	4.580	0.001*
Hız	2	0.0120	5.110	0.010*	0.0144	3.940	0.026**	0.0132	2.580	0.087
Alet*Hız	14	0.0034	1.430	0.180	0.0051	1.400	0.194	0.0067	1.320	0.235
Hata	46	0.0024			0.0037			0.0051		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.22. Ağustos ayı toprak hacim ağırlığı varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-7			7-14			14-20		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0010	0.370	0.691	0.0134	4.790	0.013**	0.0059	1.220	0.305
Alet	7	0.0105	3.810	0.002*	0.0075	2.650	0.022**	0.0173	3.570	0.004*
Hız	2	0.0033	1.200	0.311	0.0031	1.090	0.344	0.0109	2.250	0.117
Alet*Hız	14	0.0038	1.380	0.202	0.0047	1.660	0.098	0.0026	0.530	0.901
Hata	46	0.0027			0.0028			0.0049		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Haziran ayı varyans analizi sonuçlarında alet tipi 7-14 ve 14-20 cm aralığındaki hacim ağırlığını çok önemli ($P<0.01$), 0-7 cm aralığında önemli ($P<0.05$) derecede etkilemiştir. Traktör ilerleme hızının hacim ağırlığına etkisi 0-7 ve 7-14 cm aralığında önemli ($P<0.05$) çıkarken 14-20 cm aralığında önemsiz çıkmıştır. Alet hız etkileşimleri ise tüm aralıklarda önemsiz çıkmıştır.

Temmuz ayı varyans analizi sonuçlarında alet tipi 14-20 cm aralığındaki hacim ağırlığını çok önemli ($P<0.01$), 0-7 ve 14-20 cm aralığında önemli ($P<0.05$) derecede etkilemiştir. Traktör ilerleme hızının hacim ağırlığına etkisi 0-7 cm aralığında çok önemli ($P<0.01$), 7-14 cm aralığında önemli ($P<0.05$) derecede etkilerken 14-20 cm aralığında önemsiz çıkmıştır. Alet hız etkileşimleri ise tüm aralıklarda önemsiz çıkmıştır.

Ağustos ayı varyans analizi sonuçlarında alet tipi 0-7 ve 14-20 cm aralığındaki hacim ağırlığını çok önemli ($P<0.01$), 7-14 cm aralığında önemli ($P<0.05$) derecede etkilemiştir. Traktör ilerleme hızının ve alet hız etkileşimlerinin hacim ağırlığına etkisi ise tüm aralıklarda önemsiz çıkmıştır.

Varyans analizinde çok önemli ve önemli çıkan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya konulmuştur (Çizelge 4.23., Çizelge 4.24.).

Çizelge 4.23. Toprak hacim ağırlığına ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Mayıs			Haziran		
		0-7 cm	7-14 cm	14-20 cm	0-7 cm	7-14 cm	14-20 cm
Blok	A	1.085	1.047	1.093	1.122	1.089	1.123
	B	1.083	1.074	1.092	1.143	1.092	1.109
	C	1.102	1.062	1.098	1.128	1.091	1.126
	LSD, %P						
Alet tipi	KP	1.071 ab✓	1.022 c	1.055 bc	1.121 ab	1.056 b	1.092 ab
	KPT	1.122 a	1.044 abc	1.078 abc	1.160 a	1.074 ab	1.111 ab
	IP	1.076 ab	1.067 abc	1.039 c	1.131 a	1.077 ab	1.059 b
	IPT	1.113 a	1.092 a	1.056 bc	1.153 a	1.113 ab	1.100 ab
	DP	1.096 ab	1.056 abc	1.112 abc	1.132 a	1.064 b	1.110 ab
	DPT	1.135 a	1.031 bc	1.120 abc	1.165 a	1.051 b	1.103 ab
	ÇP	1.036 b	1.094 a	1.139 ab	1.071 b	1.144 a	1.193 a
	ÇPT	1.074 ab	1.081 ab	1.157 a	1.118 ab	1.143 a	1.188 a
	LSD, % P	0.063, %1	0.048, %5	0.082, %1	0.054, %5	0.070, %1	0.093, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	1.085	1.066	1.090 ab	1.130 ab	1.080 b	1.102
	1.50	1.077	1.045	1.067 b	1.111 b	1.074 b	1.114
	1.75	1.110	1.072	1.126 a	1.153 a	1.117 a	1.142
	LSD, % P			0.050, %1	0.033, %5	0.032, %5	

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Mayıs ayı ortalama hacim ağırlığı değerleri incelendiğine, 0-7 cm aralığında en yüksek hacim ağırlığı değerleri 1.135 g/cm³ ile DPT de meydana gelmiştir. En düşük hacim ağırlığı ise 1.036 g/cm³ ile ÇP de meydana gelmiştir. 0-7 cm aralığında döner tırmık tüm aletlerde toprak hacim ağırlığını artırmıştır. Bu aralıkta 1.5 m/s ilerleme hızında en düşük hacim ağırlığı elde edilirken ilerleme hızındaki artış hacim ağırlığını artırmıştır.

7-14 cm aralığında en yüksek hacim ağırlığı 1.094 g/cm³ ile ÇP de meydana gelirken en düşük hacim ağırlığı 1.022 g/cm³ ile KP de meydana gelmiştir. Bu aralıkta da 0-7 cm aralığına benzer olarak döner tırmığın etkisi görülmüş döner tırmık kullanılan aletlerin hacim ağırlıkları kullanılmayanlara göre yüksek çıkmıştır. Ayrıca bu aralıktaki hacim ağırlıkları 0-7 cm aralığına göre ÇP ve ÇPT hariç diğerlerinde düşük çıkmıştır. Traktör

ilerleme hızının etkisi ise 0-7 cm aralığına benzer özellikte fakat daha düşük çıkmıştır. Bu aralıkta en düşük hacim ağırlığı 1.5 m/s ilerleme hızında 1.045 g/cm³ olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.24. Toprak hacim ağırlığına ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Temmuz			Ağustos		
		0-7 cm	7-14 cm	14-20 cm	0-7 cm	7-14 cm	14-20 cm
Blok	A	1.165	1.102	1.130	1.154	1.111 b	1.155
	B	1.132	1.119	1.123	1.159	1.147 a	1.150
	C	1.153	1.112	1.150	1.146	1.102 b	1.125
	LSD, %P					0.031, %5	
Alet tipi	KP	1.143 ab ✓	1.083 b	1.107 bc	1.132 ab	1.079 c	1.118 abc
	KPT	1.183 a	1.113 ab	1.116 bc	1.186 a	1.102 abc	1.122 abc
	IP	1.132 ab	1.098 b	1.073 c	1.138 ab	1.126 abc	1.083 c
	IPT	1.176 a	1.134 ab	1.121 bc	1.177 a	1.153 a	1.101 bc
	DP	1.140 ab	1.071 b	1.134 abc	1.159 ab	1.115 abc	1.160 abc
	DPT	1.182 a	1.090 b	1.101 c	1.200 a	1.088 bc	1.168 abc
	ÇP	1.116 b	1.131 ab	1.205 ab	1.096 b	1.155 a	1.188 ab
	ÇPT	1.131 ab	1.168 a	1.219 a	1.135 ab	1.141 ab	1.207 a
	LSD, % P	0.046, %5	0.058, %5	0.091, %1	0.066, %1	0.050, %5	0.088, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	1.148 ab	1.101 b	1.109	1.151	1.128	1.141
	1.50	1.129 b	1.093 b	1.141	1.142	1.107	1.123
	1.75	1.173 a	1.139 a	1.154	1.165	1.124	1.166
	LSD, % P	0.038, %1	0.035, %5				

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

14-20 cm aralığında en yüksek hacim ağırlığı değeri 1.157 g/cm³ ile ÇPT de en düşük hacim ağırlığı ise 1.039 g/cm³ ile IP de meydana gelmiştir. Bu aralıkta döner tırmık etkisi istatistiksel olarak önemli olmamasına rağmen hacim ağırlığını artırdığı görülmektedir. Traktör ilerleme hızının etkisi ise diğer aralıklara benzer olarak 1.5 m/s ilerleme hızında en düşük çıkmıştır.

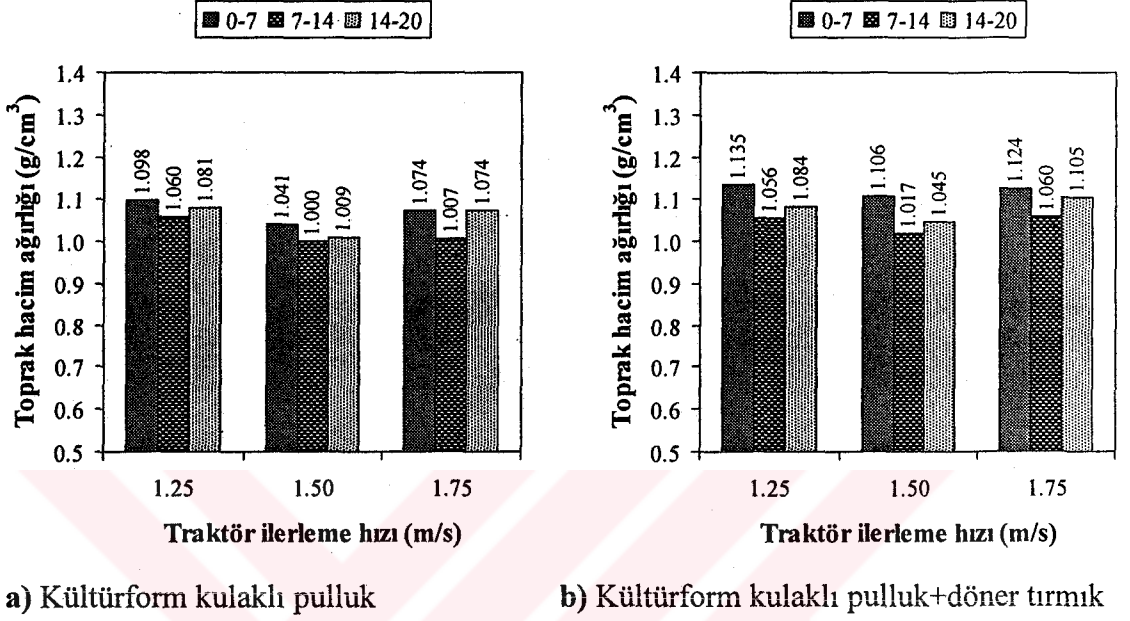
Mayıs ayında bulunan değerlere genel olarak bakıldığında ve Şekil 4.13., Şekil 4.14., Şekil 4.15. ve Şekil 4.16. incelendiğinde. KP ve KPT hacim ağırlıkları, diğer aletlere

göre daha düşüktür. IP ve IPT de derinliğin artmasıyla hacim ağırlığında bir azalma olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ÇP ve ÇPT de ise derinliğin artmasıyla hacim ağırlığında artma olmuştur. Traktör ilerleme hızının etkisine bakıldığında 1.25 m/s ilerleme hızından 1.5 m/s ilerleme hızına çıktığında toprak hacim ağırlığında bir azalma olduğu 1.5 m/s den 1.75 m/s çıktığında ise bir artışın olduğu görülmüştür. En düşük hacim ağırlığı 1.5 m/s ilerleme hızında meydana gelmiştir.

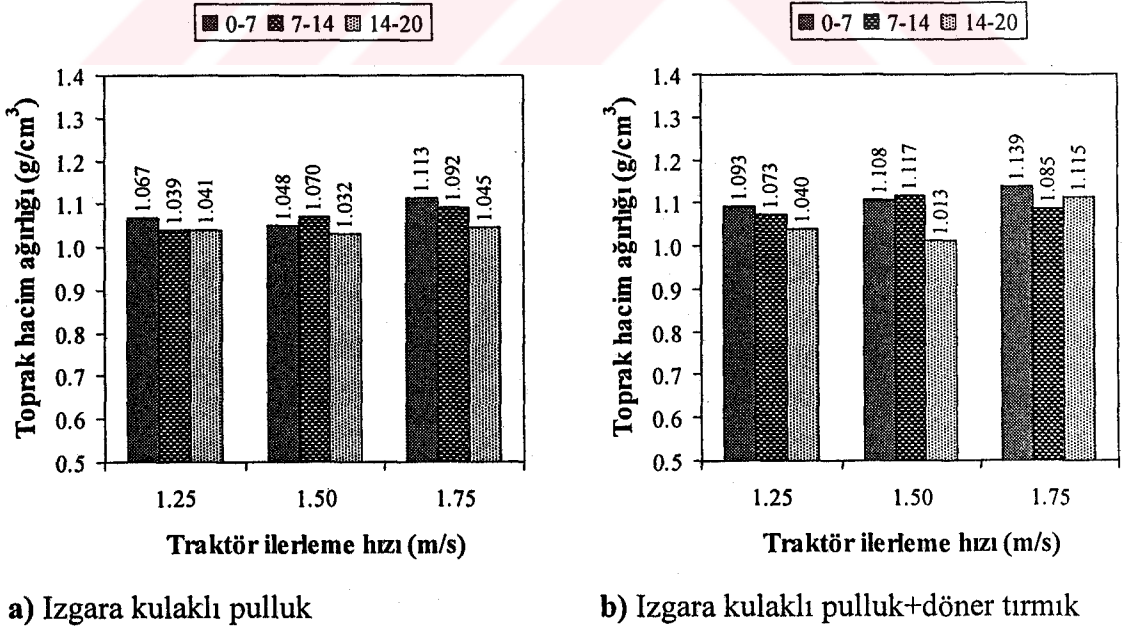
Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları için yapılan varyans analizi sonuçlarında Mayıs ayına benzer sonuçlar çıkmakla birlikte hacim ağırlığında zamanla bir miktar artış olduğu görülmüştür. Bu aylarda elde edilen verilerin varyans analizi sonuçlarında alet tipi ve traktör ilerleme hızı toprak hacim ağırlığını çok önemli ve önemli derecede etkilerken bu aylarda alet hız interaksiyonu önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.20., Çizelge 4.21., Çizelge 4.22.).

Varyans analizinde çok önemli ve önemli çıkan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur (Çizelge 4.23., Çizelge 4.24.). Ortaya çıkan sonuçlardan döner tırmıkla kullanılan aletlerin tırmıksız kullanılan aletlere oranla toprak hacim ağırlığını artırdığı görülmüştür. Bu aylarda 0-7 cm aralığında en düşük hacim ağırlığı ÇP de meydana gelmiştir. En yüksek hacim ağırlığı ise KPT, IPT ve DPT de meydana gelmiştir. Zaman içerisinde ortalamalar arasında farklılıklar olmakla birlikte bu aletler birbirlerine yakın değerler göstermişlerdir. 7-14 cm aralığında en yüksek toprak hacim ağırlığı değerleri ÇP ve ÇPT de meydana gelmiştir. Diğer alet tiplerinde ise istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana gelmemiştir. Bu aralıkta IP ve IPT' nin toprak hacim ağırlığının KP ve KPT' ye göre daha yüksek çıktığı görülmüştür. 14-20 cm aralığında ÇP ve ÇPT' nin ortalama toprak hacim ağırlığı değerleri diğer alet tiplerine oranla daha belirgin bir artış göstermiş ve en yüksek değerlere ulaşmışlardır. Bu aralıkta IP ve IPT de diğer alet tiplerine göre daha düşük hacim ağırlıkları meydana gelmiştir. Traktör farklı ilerleme hızları toprak hacim ağırlığını önemli derecede etkilemiştir. 1.5 m/s ilerleme hızında en düşük hacim ağırlığı elde edilirken 1.75 m/s ilerleme hızında ki çalışmalar toprak hacim ağırlığının artmasına neden olmuştur. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında toprak hacim ağırlığının alet tiplerine göre, traktör ilerleme hızıyla değişimi Şekil 4.17., Şekil

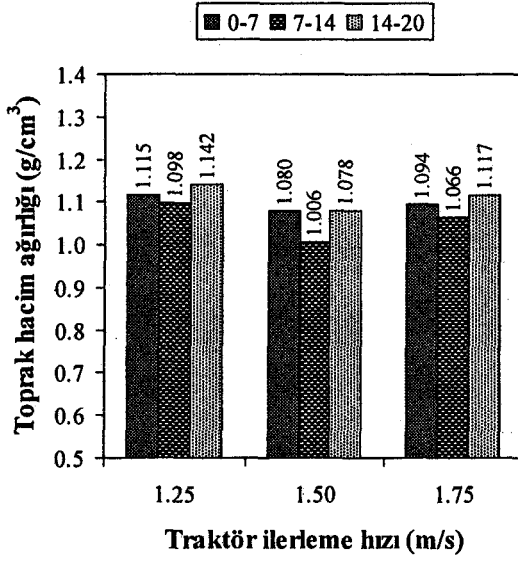
4.18., Şekil 4.19., Şekil 4.20., Şekil 4.21., Şekil 4.22., Şekil 4.23., Şekil 4.24., Şekil 4.25., Şekil 4.26., Şekil 4.27., Şekil 4.28.'de verilmiştir.



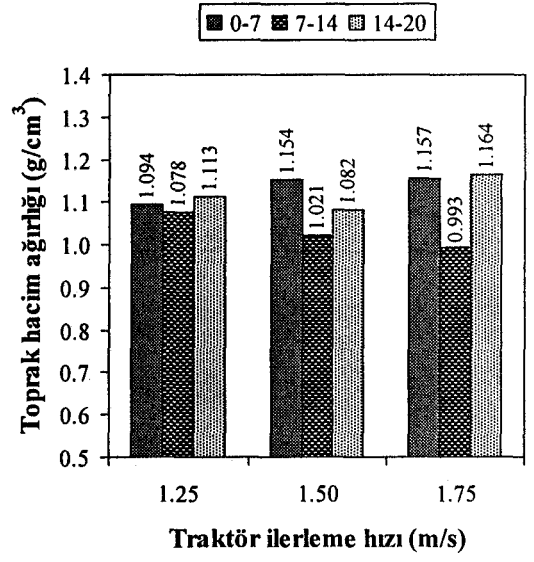
Şekil 4.13. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Mayıs)



Şekil 4.14. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Mayıs)

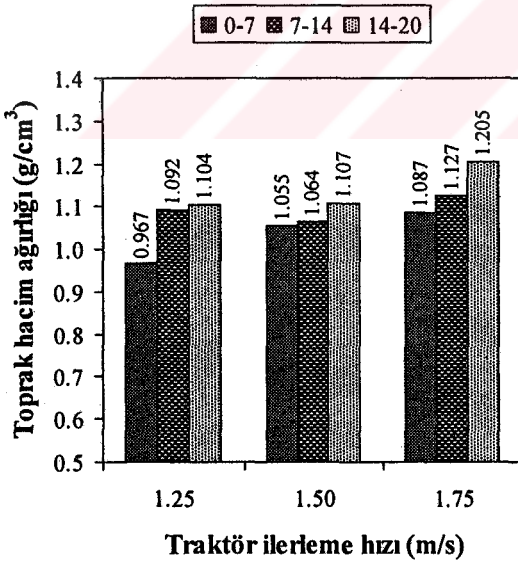


a) Diskli pulluk

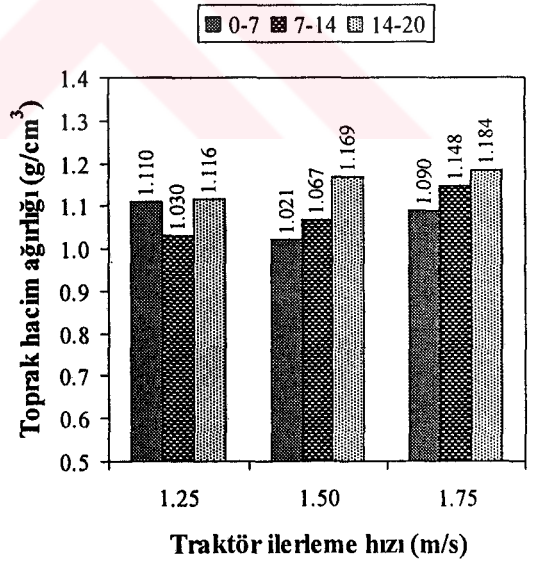


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.15. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Mayıs)

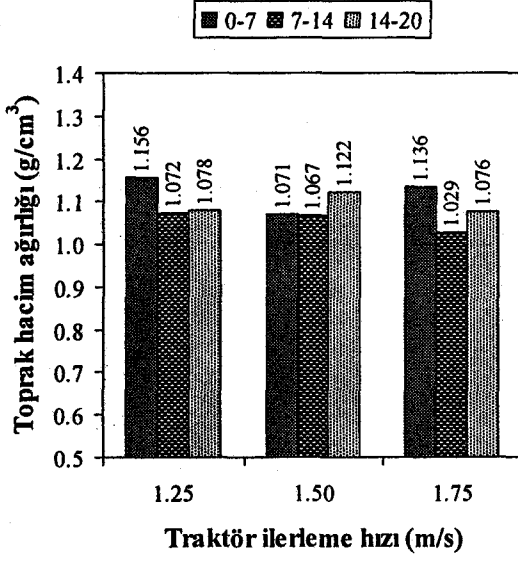


a) Çizel pulluk

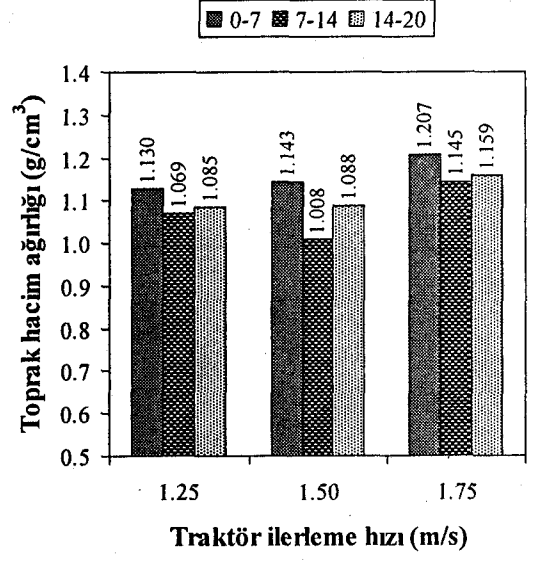


b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.16. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Mayıs)

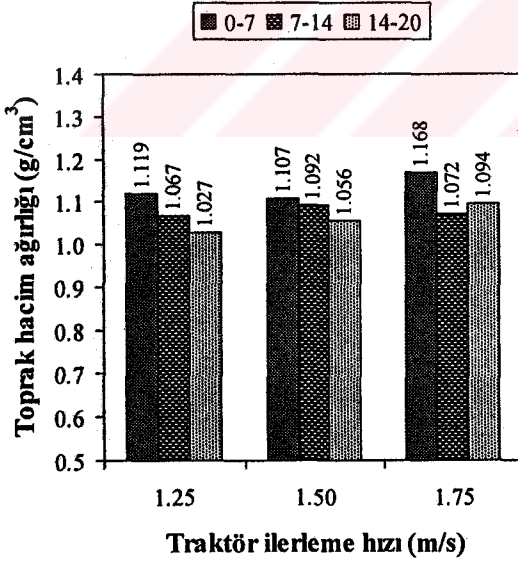


a) Kültürform kulaklı pulluk

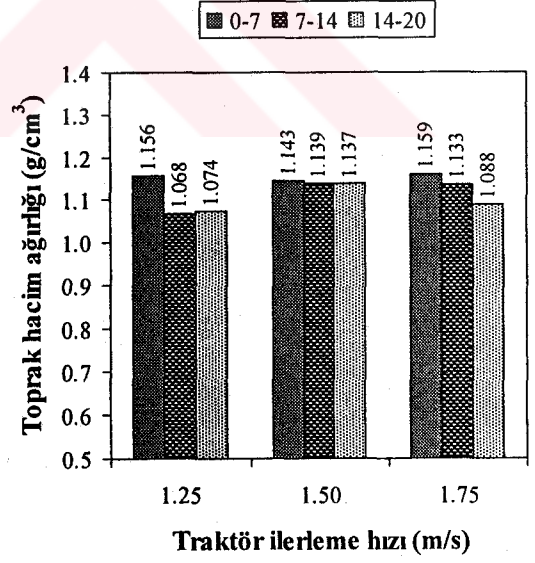


b) Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.17. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Haziran)

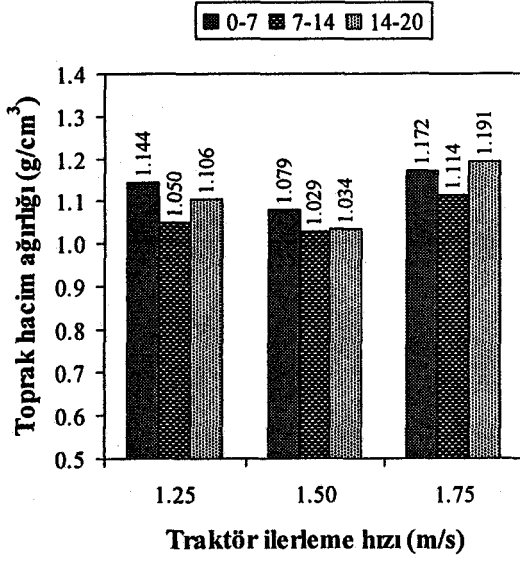


a) Izgara kulaklı pulluk

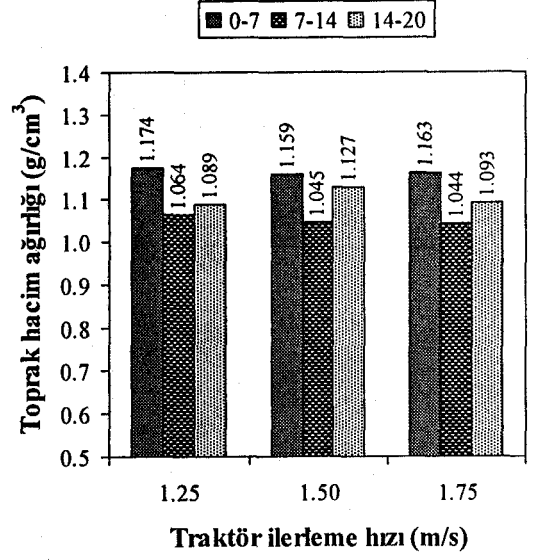


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.18. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Haziran)

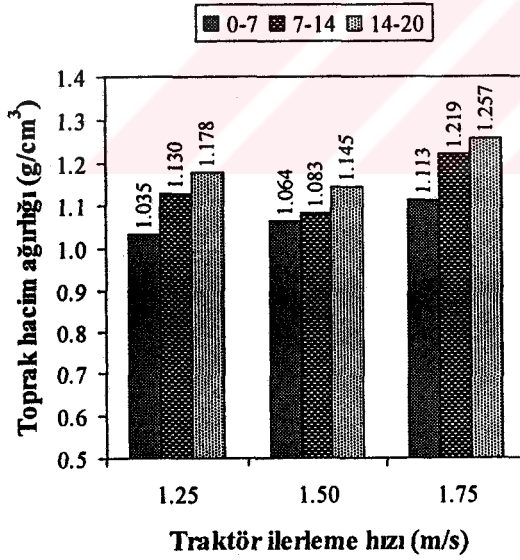


a) Diskli pulluk

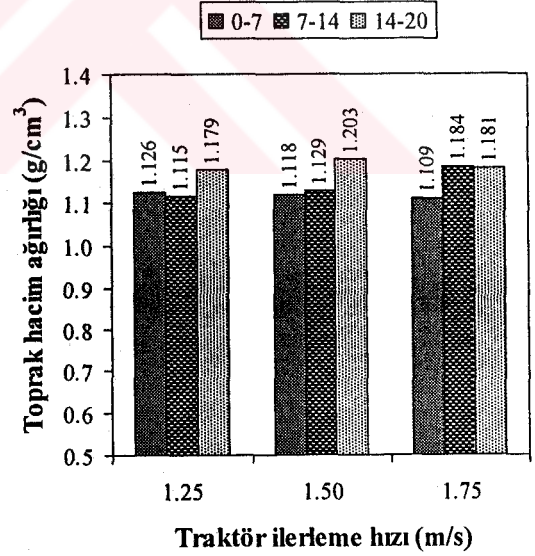


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.19. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Haziran)

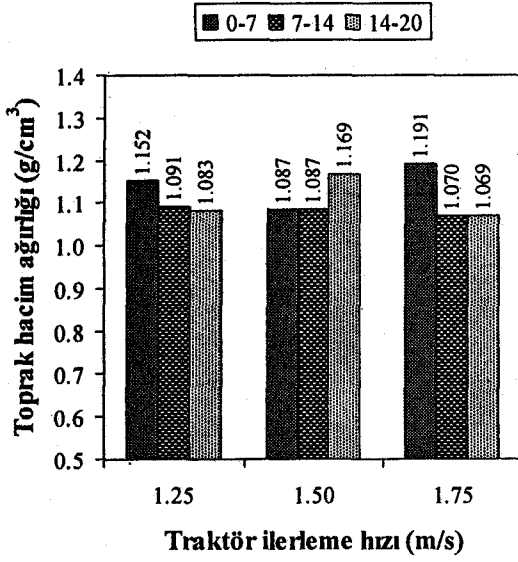


a) Çizel pulluk

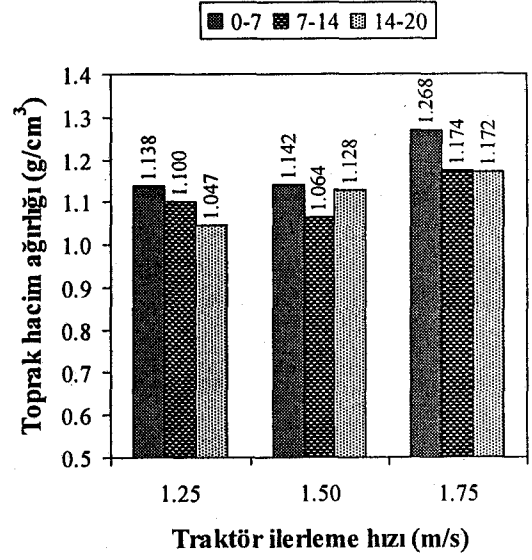


b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.20. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Haziran)

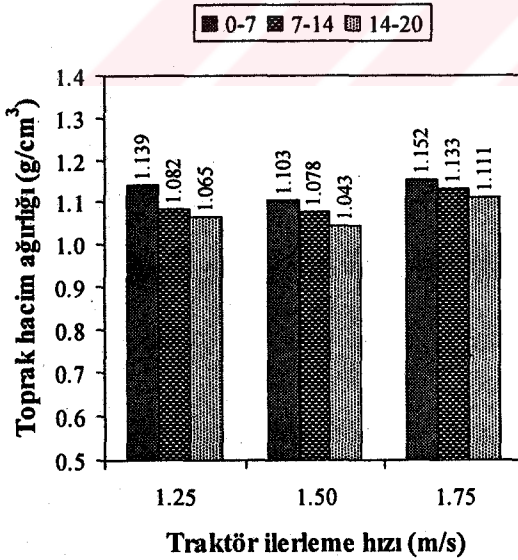


a) Kültürform kulaklı pulluk

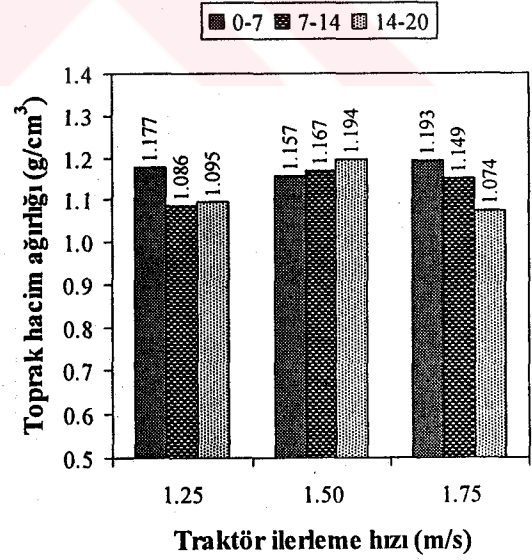


b) Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.21. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Temmuz)

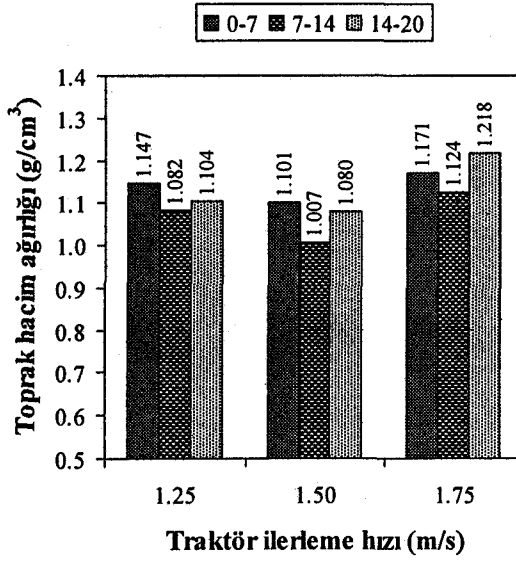


a) Izgara kulaklı pulluk

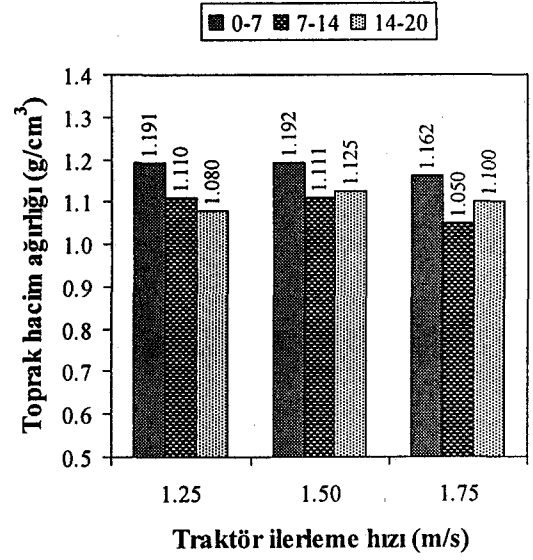


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.22. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Temmuz)

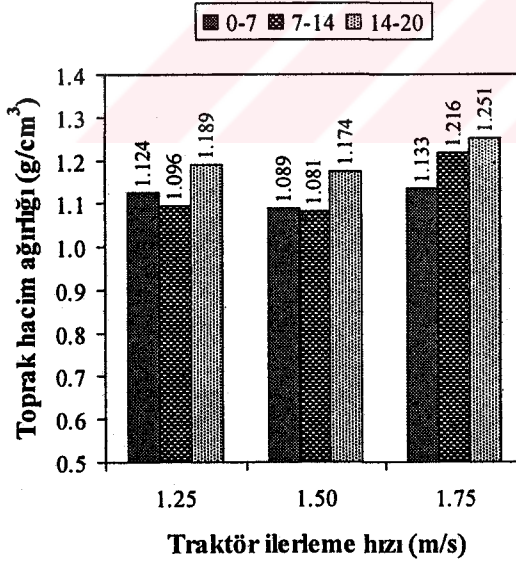


a) Diskli pulluk

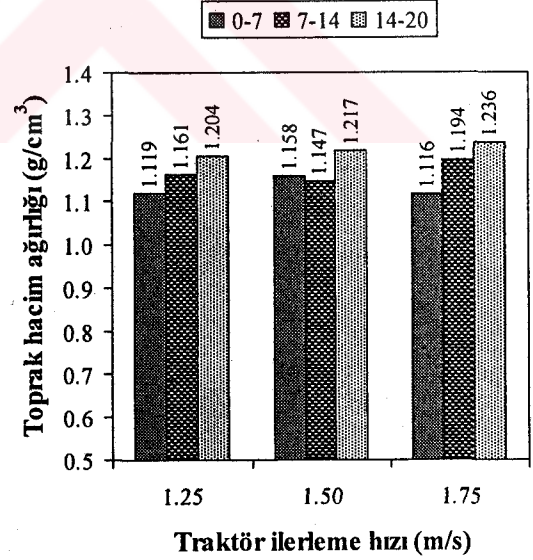


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.23. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Temmuz)

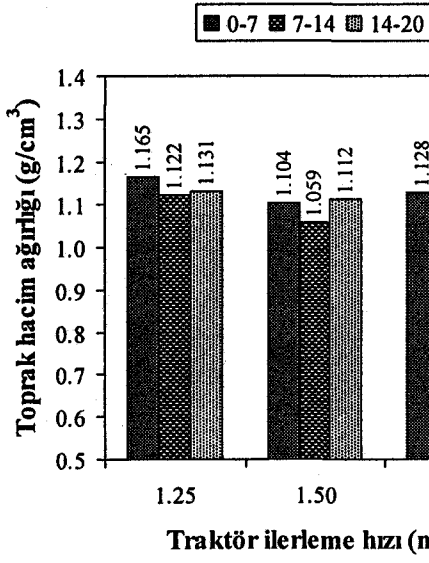


a) Çizel pulluk

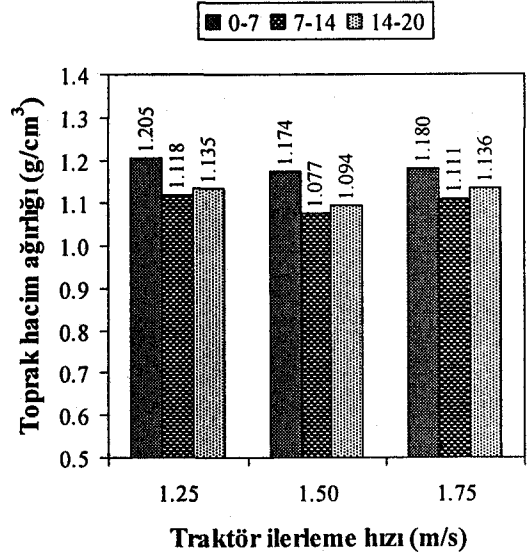


b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.24. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Temmuz)

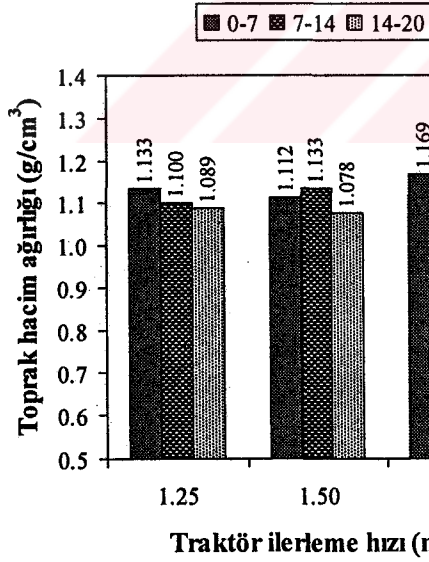


a) Kültürform kulaklı pulluk

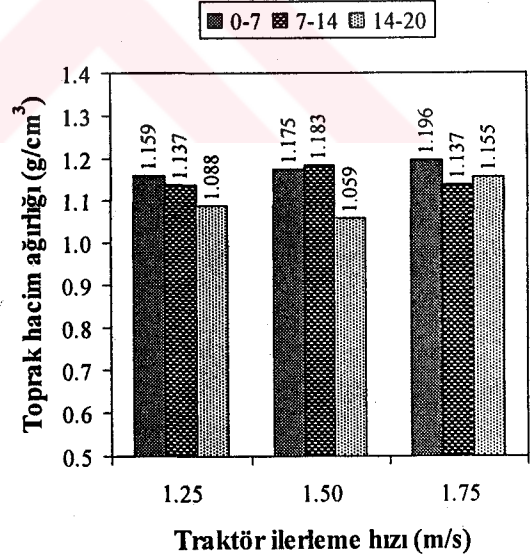


b) Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.25. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Ağustos)

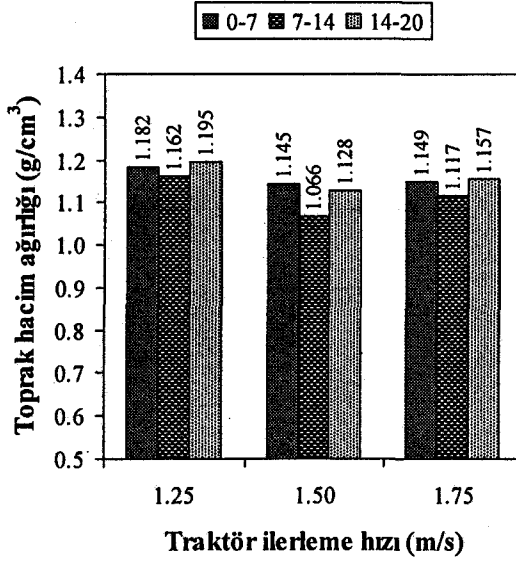


a) Izgara kulaklı pulluk

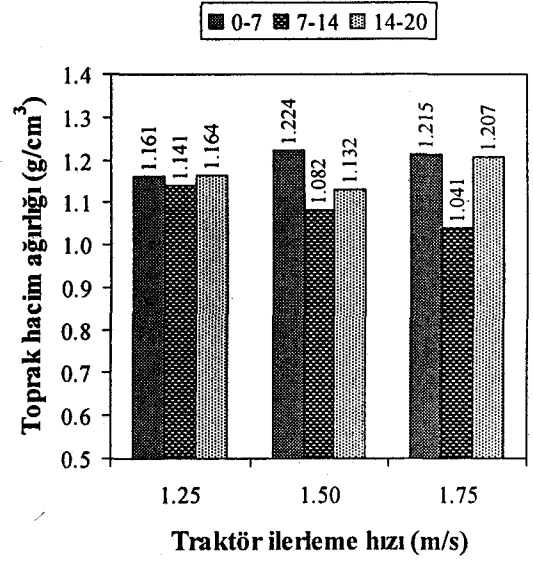


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.26. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Ağustos)

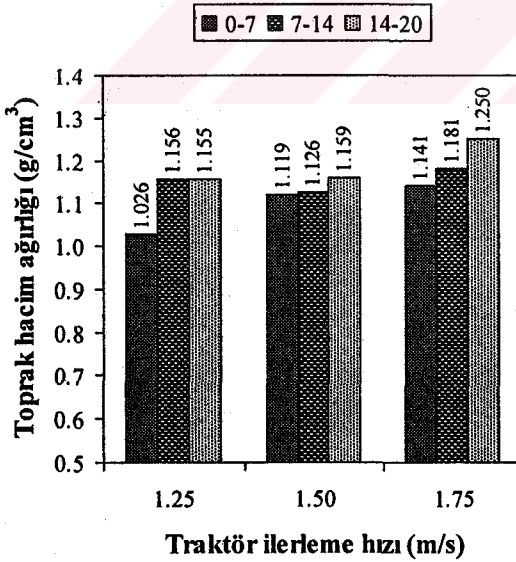


a) Diskli pulluk

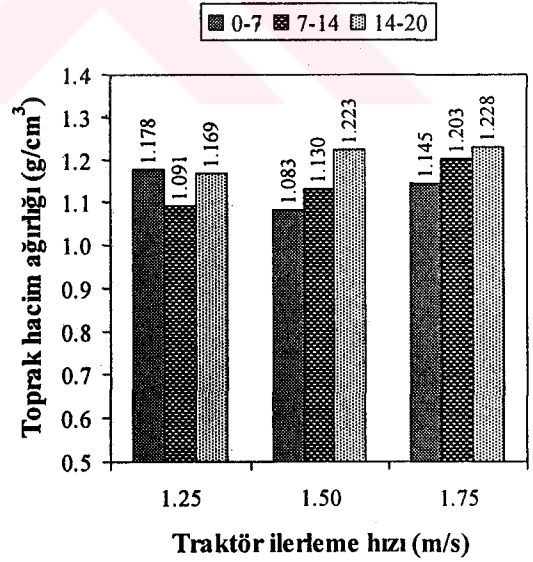


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.27. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Ağustos)



a) Çizel pulluk



b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.28. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı (Ağustos)

Alet tipinin ve traktör ilerleme hızının ekimden sonra toprak hacim ağırlığına etkisini belirlemek amacıyla 0-7, 7-14 ve 14-20 cm aralıklarında toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklere ait değerler Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Ekimden sonra toprak hacim ağırlığı ortalama değerleri (g/cm³)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Derinlik (cm)		
		0-7	7-14	14-20
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	1.126	1.103	1.085
	1.50	1.073	1.100	1.190
	1.75	1.128	1.143	1.134
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	1.079	1.143	1.095
	1.50	1.057	0.941	1.120
	1.75	1.096	1.093	1.124
Izgara kulaklı pulluk	1.25	1.064	1.113	1.084
	1.50	1.091	1.054	1.084
	1.75	1.087	1.050	1.077
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	1.057	1.072	1.111
	1.50	1.065	1.019	1.080
	1.75	1.048	1.096	1.118
Diskli pulluk	1.25	1.074	1.103	1.160
	1.50	1.041	1.192	1.095
	1.75	1.052	1.089	1.131
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	1.020	1.077	1.102
	1.50	1.063	1.039	1.126
	1.75	1.068	1.088	1.114
Çizel pulluk	1.25	0.991	1.124	1.166
	1.50	1.036	1.071	1.116
	1.75	1.024	1.158	1.216
Çizel pulluk+döner tırmık	1.25	0.946	1.059	1.223
	1.50	1.075	1.173	1.156
	1.75	1.049	1.176	1.140

Bu değerlere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26.’da verilmiştir. Varyans analizinde alet tipinin tohum yatağına etkisi 14-20 cm aralığında çok önemli ($P<0.01$), diğer aralıklarda ise önemsiz bulunmuştur. Traktör ilerleme hızı ve alet hız etkileşimleri tüm aralıklarda önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.26. Ekimden sonra toprak hacim ağırlığı varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-7			7-14			14-20		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0061	1.510	0.232	0.0097	1.370	0.264	0.0140	5.010	0.011**
Alet	7	0.0082	2.020	0.073	0.0094	1.330	0.258	0.0086	3.080	0.009*
Hız	2	0.0039	0.950	0.394	0.0090	1.280	0.288	0.0008	0.270	0.764
Alet*Hız	14	0.0028	0.680	0.782	0.0093	1.310	0.238	0.0037	1.340	0.224
Hata	46	0.0041			0.0071			0.0028		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

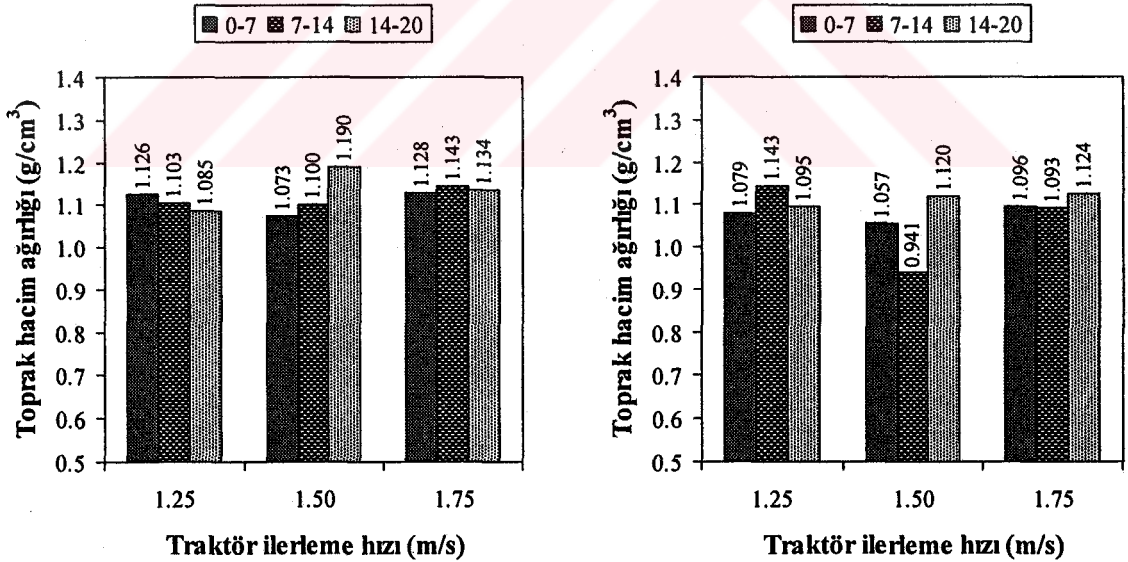
Varyans analizinde önemli ve çok önemli çıkan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya konulmuştur (Çizelge 4.27.).

Çizelge 4.27. Ekimden sonra toprak hacim ağırlığına ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

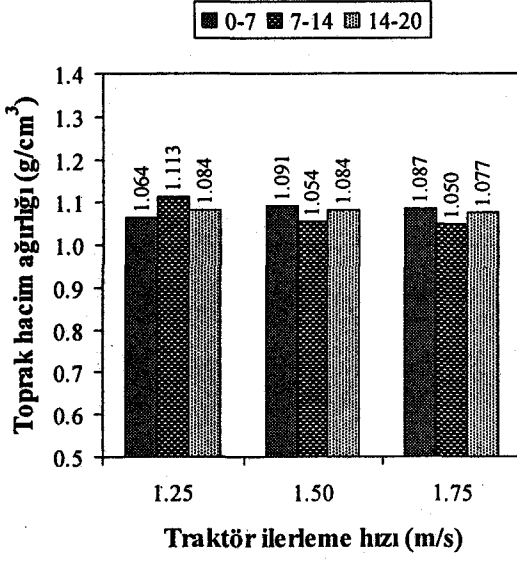
Faktörler		Derinlik (cm)		
		0-7	7-14	14-20
Blok	A	1.053	1.118	1.149 a✓
	B	1.046	1.086	1.101 b
	C	1.077	1.081	1.131 ab
	LSD, %P			0.031, %5
Alet tipi	Kültürform kulaklı pulluk	1.109	1.115	1.136 ab
	Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.077	1.059	1.113 ab
	İzgara kulaklı pulluk	1.081	1.072	1.082 b
	İzgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.057	1.062	1.103 ab
	Diskli pulluk	1.056	1.128	1.129 ab
	Diskli pulluk+döner tırmık	1.051	1.068	1.114 ab
	Çizel pulluk	1.017	1.118	1.166 a
	Çizel pulluk +döner tırmık	1.023	1.136	1.173 a
	LSD, % P			0.067, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	1.045	1.099	1.128
	1.50	1.063	1.074	1.121
	1.75	1.069	1.112	1.132
	LSD, % P			

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

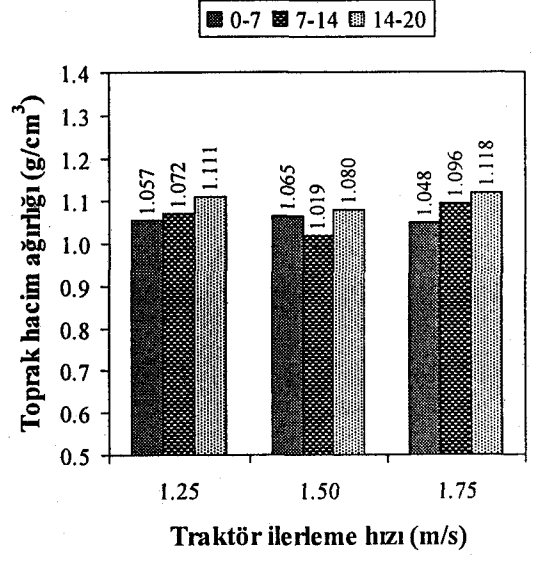
İstatistiksel olarak 0-7 ve 7-14 cm aralığındaki alet tipi ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark çıkmamasına karşın, ortalamalara bakıldığında aletler arasında farklılıkların olduğu görülmektedir. 0-7 cm aralığında en düşük hacim ağırlığı 1.017 g/cm^3 ile ÇP de görülürken en yüksek hacim ağırlığı 1.109 g/cm^3 ile KP de görülmüştür. Ayrıca tüm aralıklarda ÇP ve ÇPT hariç döner tırmıkla kullanılan aletlerin, kullanılmayanlara göre hacim ağırlıkları düşük çıkmıştır. Sürümden sonra alınan örneklerde KP ve KPT hacim ağırlıkları IP ve IPT' ye göre düşük çıkarken ekimden sonra bunun aksi bir şekil alarak IP ve IPT de düşük hacim ağırlığı meydana gelmiştir. Traktör ilerleme hızının etkisine bakıldığında sürümden sonra elde edilen sonuçlara benzer değerlerin elde edildiği görülmektedir. 0-7 cm aralığında en düşük hacim ağırlığı 1.25 m/s ilerleme hızında ortaya çıkarken diğer aralıklarda en düşük hacim ağırlığı 1.5 m/s ilerleme hızında meydana gelmiştir. Şekil 4.29., Şekil 4.30., Şekil 4.31. ve Şekil 4.32.'de alet tipine göre traktör ilerleme hızı ile toprak hacim ağırlığı değişimi verilmiştir.



Şekil 4.29. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı

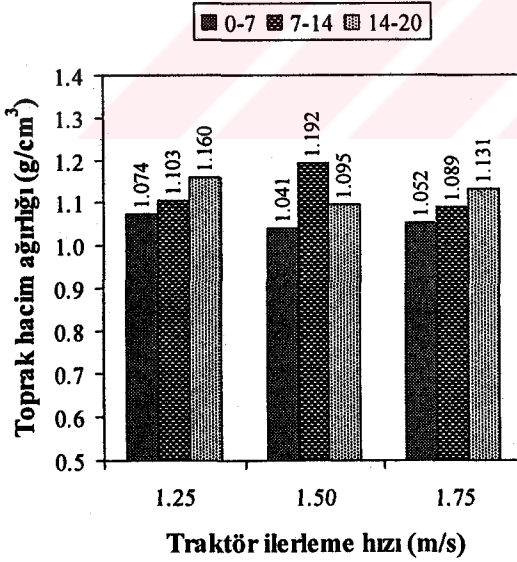


a) Izgara kulaklı pulluk

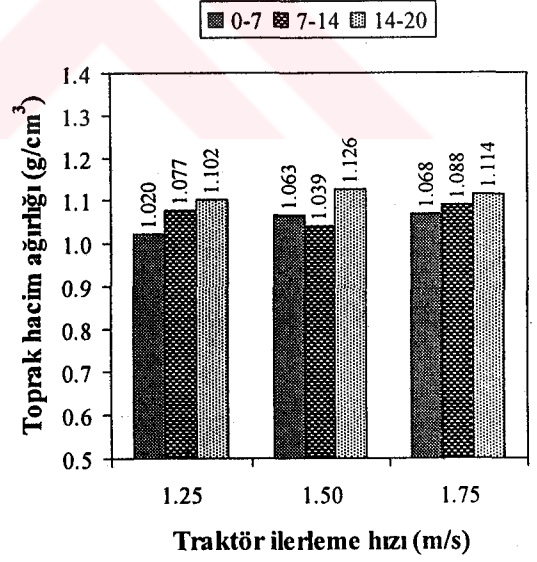


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.30. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı

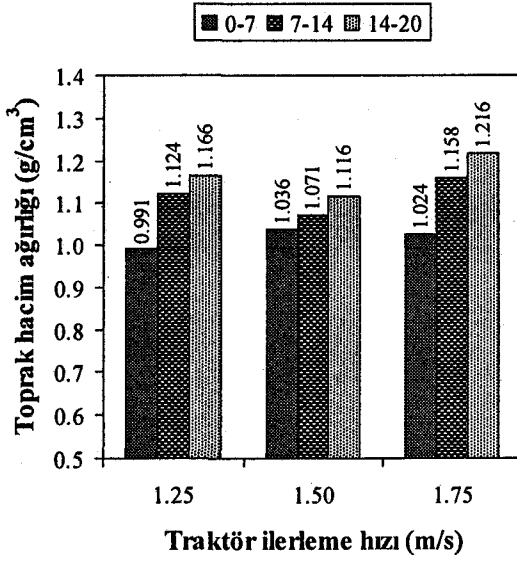


a) Diskli pulluk

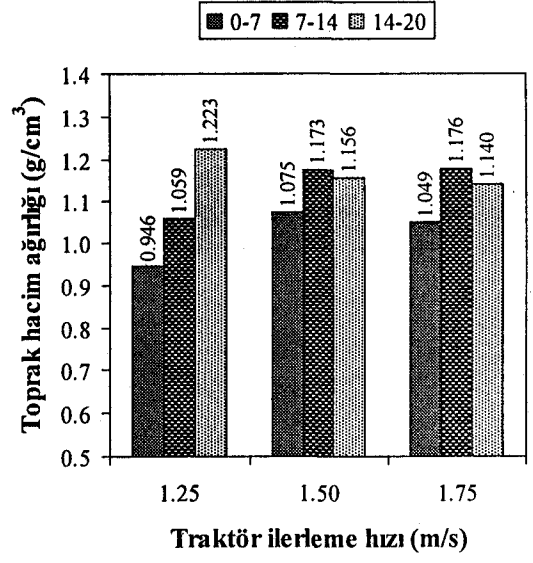


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.31. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı



a) Çizel pulluk



b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.32. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak toprak hacim ağırlığı

4.3. Poroziteye İlişkin Sonuçlar

Alet tipi ve traktör ilerleme hızının poroziteye olan etkisini belirlemek amacıyla sürümden sonra Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos ayında alınan toprak örneklerinden toprak hacim ağırlığına bağlı olarak porozite belirlenmiştir. Porozite hacim ağırlığına bağlı olarak ters yönde değişim göstermektedir. Hacim ağırlığı arttığında porozitede azalma, hacim ağırlığı azaldığında porozitede artma olmaktadır. Hacim ağırlığından faydalanılarak, hesaplama sonucu elde edilen porozite değerleri Çizelge 4.28., Çizelge 4.29.'da verilmiştir.

Çizelge 4.28. Porozite ortalama değerleri (%)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Mayıs			Haziran		
		Derinlik (cm)			Derinlik (cm)		
		0-7	7-14	14-20	0-7	7-14	14-20
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	58.577	60.010	59.215	56.375	59.536	59.308
	1.50	60.733	62.277	61.912	59.575	59.753	57.644
	1.75	59.458	62.015	59.462	57.131	61.162	59.412
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	57.171	60.164	59.098	57.377	59.652	59.050
	1.50	58.253	61.605	60.555	56.873	61.956	58.931
	1.75	57.574	60.010	58.304	54.472	56.809	56.253
Izgara kulaklı pulluk	1.25	59.719	60.794	60.728	57.764	59.727	61.236
	1.50	60.460	59.618	61.072	58.235	58.796	60.160
	1.75	58.010	58.806	60.574	55.936	59.559	58.731
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	58.767	59.496	60.760	56.381	59.689	59.491
	1.50	58.197	57.835	61.789	56.865	57.030	57.108
	1.75	57.020	59.073	57.940	56.257	57.226	58.944
Diskli pulluk	1.25	57.933	58.581	56.911	56.835	60.387	58.283
	1.50	59.230	62.047	59.309	59.291	61.174	60.997
	1.75	58.725	59.789	57.868	55.757	57.975	55.043
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	58.703	59.327	58.004	55.716	59.836	58.889
	1.50	56.463	61.463	59.166	56.259	60.551	57.468
	1.75	56.343	62.523	56.081	56.104	60.604	58.762
Çizel pulluk	1.25	63.506	58.796	58.355	60.928	57.371	55.540
	1.50	60.184	59.867	58.215	59.849	59.142	56.794
	1.75	58.991	57.489	54.538	58.013	54.017	52.577
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	58.107	61.136	57.878	57.508	57.925	55.523
	1.50	61.473	59.747	55.889	57.815	57.415	54.605
	1.75	58.874	56.698	55.311	58.157	55.320	55.416

Çizelge 4.29. Porozite ortalama değerleri (%)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Temmuz			Ağustos		
		Derinlik (cm)			Derinlik (cm)		
		0-7	7-14	14-20	0-7	7-14	14-20
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	56.533	58.834	59.132	56.051	57.664	57.318
	1.50	58.999	58.986	55.888	58.326	60.052	58.023
	1.75	55.045	59.615	59.648	57.423	60.155	58.022
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	57.069	58.491	60.487	54.546	57.804	57.188
	1.50	56.908	59.862	57.433	55.697	59.360	58.707
	1.75	52.167	55.691	55.779	55.468	58.066	57.142
Izgara kulaklı pulluk	1.25	57.009	59.158	59.814	57.243	58.496	58.919
	1.50	58.361	59.335	60.626	58.042	57.238	59.318
	1.75	56.531	57.248	58.082	55.893	56.809	59.211
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	55.601	59.005	58.692	56.260	57.098	58.954
	1.50	56.350	55.972	54.940	55.652	55.357	60.035
	1.75	54.971	56.654	59.460	54.880	57.076	56.408
Diskli pulluk	1.25	56.712	59.176	58.327	55.379	56.152	54.895
	1.50	58.464	62.005	59.262	56.796	59.770	57.440
	1.75	55.808	57.575	54.038	56.654	57.845	56.343
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	55.053	58.104	59.255	56.181	56.942	56.074
	1.50	55.021	58.092	57.551	53.815	59.178	57.268
	1.75	56.170	60.389	58.488	54.155	60.714	54.468
Çizel pulluk	1.25	57.585	58.634	55.121	61.270	56.361	56.407
	1.50	58.902	59.199	55.709	57.758	57.498	56.280
	1.75	57.230	54.114	52.808	56.931	55.441	52.830
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	57.775	56.174	54.566	55.554	58.842	55.883
	1.50	56.313	56.718	54.063	59.123	57.356	53.830
	1.75	57.894	54.927	53.371	56.790	54.609	53.668

Sürümden sonra elde edilen porozite değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.30., Çizelge 4.31., Çizelge 4.32., ve Çizelge 4.33.'de verilmiştir.

Mayıs ayı varyans analizi sonuçlarında alet tipi 0-7 cm ve 14-20 cm aralığında poroziteyi çok önemli ($P<0.01$), 7-14 cm aralığında önemli ($P<0.05$) derecede etkilemiştir. Traktör ilerleme hızının poroziteye etkisi 14-20 cm aralığında çok önemli ($P<0.01$) çıkarken 0-7 ve 7-14 cm aralığında önemsiz çıkmıştır. Alet hız etkileşimleri ise tüm aralıklarda önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.30. Mayıs ayı porozite varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-7			7-14			14-20		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	3.710	1.050	0.358	6.499	1.810	0.175	0.436	0.070	0.930
Alet	7	13.409	3.800	0.002*	9.562	2.660	0.021**	24.086	4.010	0.002*
Hız	2	10.148	2.880	0.066	6.647	1.850	0.169	30.282	5.040	0.010*
Alet*Hız	14	4.819	1.370	0.208	6.066	1.690	0.092	3.365	0.560	0.881
Hata	46	3.527			3.593			6.006		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.31. Haziran ayı porozite varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-7			7-14			14-20		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	4.020	0.880	0.423	0.070	0.020	0.984	2.873	0.380	0.689
Alet	7	11.647	2.540	0.027**	18.253	4.260	0.001*	28.077	3.670	0.003*
Hız	2	15.662	3.410	0.042**	19.153	4.470	0.017**	14.619	1.910	0.160
Alet*Hız	14	3.068	0.670	0.792	6.473	1.510	0.145	6.926	0.900	0.560
Hata	46	4.590			4.281			7.658		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.32. Temmuz ayı porozite varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-7			7-14			14-20		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	9.270	2.760	0.074	2.339	0.450	0.642	6.585	0.910	0.412
Alet	7	8.702	2.590	0.024**	13.129	2.510	0.028**	33.344	4.580	0.001*
Hız	2	17.122	5.110	0.010*	20.566	3.940	0.026**	18.764	2.580	0.087
Alet*Hız	14	4.779	1.430	0.180	7.294	1.400	0.194	9.580	1.320	0.235
Hata	46	3.354			5.225			7.275		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.33. Ağustos ayı porozite varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-7			7-14			14-20		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	1.455	0.370	0.691	19.148	4.790	0.013	8.423	1.220	0.305
Alet	7	14.909	3.810	0.002*	10.609	2.650	0.022**	24.688	3.570	0.004**
Hız	2	4.682	1.200	0.311	4.364	1.090	0.344	15.564	2.250	0.117
Alet*Hız	14	5.387	1.380	0.202	6.638	1.660	0.098	3.676	0.530	0.901
Hata	46	3.909			3.997			6.909		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Haziran ayı varyans analizi sonuçlarında alet tipi 7-14 ve 14-20 cm aralığında poroziteyi çok önemli ($P<0.01$), 0-7 cm aralığında önemli ($P<0.05$) derecede etkilemiştir. Traktör ilerleme hızının poroziteye etkisi 0-7 ve 7-14 cm aralığında önemli ($P<0.05$) çıkarken 14-20 cm aralığında önemsiz çıkmıştır. Alet hız interaksiyonları ise tüm aralıklarda önemsiz çıkmıştır.

Temmuz ayı varyans analizi sonuçlarında alet tipi 14-20 cm aralığında poroziteyi çok önemli ($P<0.01$), 0-7 ve 14-20 cm aralığında önemli ($P<0.05$) derecede etkilemiştir. Traktör ilerleme hızının poroziteye etkisi 0-7 cm aralığında çok önemli ($P<0.01$), 7-14 cm aralığında önemli ($P<0.05$), 14-20 cm aralığında önemsiz çıkmıştır. Alet hız interaksiyonları ise tüm aralıklarda önemsiz çıkmıştır.

Ağustos ayı varyans analizi sonuçlarında alet tipi 0-7 ve 14-20 cm aralığında poroziteyi çok önemli ($P<0.01$), 7-14 cm aralığında önemli ($P<0.05$) derecede etkilemiştir. Traktör ilerleme hızının ve alet hız interaksiyonlarının ise poroziteye etkisi önemsiz çıkmıştır.

Varyans analizinde çok önemli ve önemli çıkan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur (Çizelge 4.34., Çizelge 4.35.).

Çizelge 4.34. Poroziteye ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Mayıs			Haziran		
		0-7 cm	7-14 cm	14-20 cm	0-7 cm	7-14 cm	14-20 cm
Blok	A	59.042	60.505	58.758	57.649	58.915	57.616
	B	59.117	59.466	58.806	56.854	58.808	58.151
	C	58.401	59.925	58.552	57.418	58.849	57.503
	LSD, %P						
Alet tipi	KP	59.590 ab✓	61.434 a	60.196 ab	57.694 ab	60.151 a	58.788 ab
	KPT	57.666 b	60.593 abc	59.319 abc	56.235 b	59.472 ab	58.080 ab
	IP	59.397 ab	59.739 abc	60.791 a	57.308 b	59.358 ab	60.042 a
	IPT	57.995 b	58.801 c	60.163 ab	56.495 b	57.983 ab	58.507 ab
	DP	58.629 ab	60.139 abc	58.029 abc	57.291 b	59.845 a	58.105 ab
	DPT	57.170 b	61.104 ab	57.750 abc	56.025 b	60.331 a	58.377 ab
	ÇP	60.894 a	58.717 c	57.036 bc	59.585 a	56.839 b	54.973 b
	ÇPT	59.485 ab	59.194 bc	56.359 c	57.824 ab	56.881 b	55.182 b
	LSD, % P	2.379, %1	1.799, %5	3.104, %1	2.033, %5	2.621, %1	3.505, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	59.061	59.788	58.869 ab	57.358 ab	59.263 a	58.415
	1.50	59.374	60.557	59.738 a	58.088 a	59.476 a	57.961
	1.75	58.124	59.550	57.510 b	56.475 b	57.833 b	56.895
	LSD, % P			1.901, %1	1.245, %5	1.202, %5	

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir

Mayıs ayı ortalama porozite değerleri incelendiğinde, 0-7 cm aralığında en yüksek porozite değeri %60.894 ile ÇP de meydana gelmiştir. En düşük porozite ise %57.170 ile DPT de meydana gelmiştir. 0-7 cm aralığında döner tırmık tüm aletlerde poroziteyi düşürmüştür. 0-7 cm aralığında 1.5 m/s ilerleme hızında en yüksek porozite elde edilirken ilerleme hızındaki artış poroziteyi azaltmıştır.

7-14 cm aralığında en yüksek porozite %61.434 ile KP de meydana gelirken en düşük porozite %58.717 ile ÇP de meydana gelmiştir. 7-14 aralığında 0-7 cm aralığına benzer olarak döner tırmığın etkisi görülmüş ve döner tırmık kullanılan aletlerin porozite değerleri kullanılmayanlara göre düşük çıkmıştır. Bu aralıktaki porozite değerleri 0-7 cm aralığına göre ÇP ve ÇPT hariç diğerlerinde yüksek çıkmıştır. Traktör ilerleme hızı

1.5 m/s' de 7-14 cm aralığında porozite %60.557 ile en yüksek değere ulaşmış ilerleme hızının artmasıyla azalma göstermiştir.

Çizelge 4.35. Poroziteye ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Temmuz			Ağustos		
		0-7 cm	7-14 cm	14-20 cm	0-7 cm	7-14 cm	14-20 cm
Blok	A	56.047	58.406	57.343	56.443	58.080	56.428
	B	57.272	57.783	57.616	56.278	56.731	56.619
	C	56.476	58.053	56.604	56.763	58.42	57.536
	LSD, %P						
Alet tipi	KP	56.855 ab✓	59.145 a	58.222 ab	57.266 ab	59.287 a	57.795 abc
	KPT	55.371 b	58.013 ab	57.899 ab	55.237 b	58.411 abc	57.677 abc
	IP	57.296 ab	58.583 a	59.505 a	57.061 ab	57.518 abc	59.149 a
	IPT	55.635 b	57.212 ab	57.694 ab	55.597 b	56.507 c	58.465 ab
	DP	56.994 ab	59.585 a	57.203 abc	56.273 ab	57.916 abc	56.231 abc
	DPT	55.413 b	58.864 a	58.436 a	54.717 b	58.943 ab	55.937 abc
	ÇP	57.899 a	57.308 ab	54.545 bc	58.650 a	56.432 c	55.174 bc
	ÇPT	57.325 ab	55.937 b	53.996 c	57.157 ab	56.935 bc	54.461 c
	LSD, % P	1.738, %5	2.169, %5	3.416, %1	2.504, %1	1.897, %5	3.329, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	56.664 ab	58.445 a	58.171	56.561	57.418	56.956
	1.50	57.409 a	58.769 a	56.932	56.899	58.226	57.615
	1.75	55.723 b	57.028 b	56.459	56.024	57.586	56.013
	LSD, % P	1.421, %1	1.328, %5				

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

14-20 cm aralığında en yüksek porozite değeri %60.791 ile IP de, en düşük porozite ise %56.359 ile ÇPT de meydana gelmiştir. Diğer aralıklarda olduğu gibi döner tırmığın etkisi görülmüş ve poroziteyi düşürmüştür. Traktör ilerleme hızının 1.5 m/s olduğu durumda porozite değeri %59.738 ile en yüksek değere ulaşmıştır. En düşük porozite değeri 1.75 m/s de %57.510 olarak bulunmuştur.

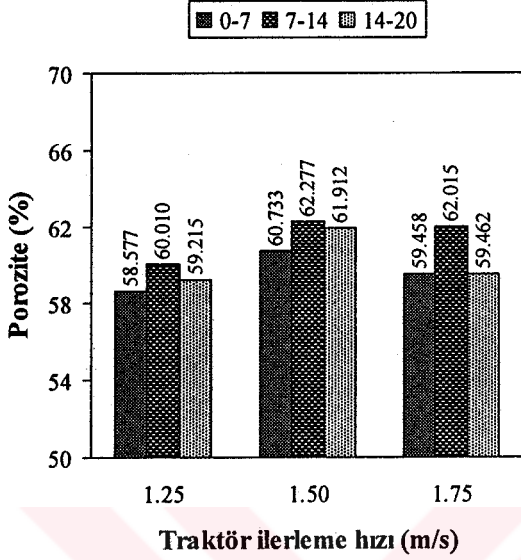
Mayıs ayında bulunan porozite değerleri Şekil 4.33., Şekil 4.34., Şekil 4.35. ve Şekil 4.36.'da gösterildiği gibi, KP, KPT, DP ve DPT de 7-14 cm aralığında en yüksek

değere ulaşmış, IP ve IPT de derinliğin artmasıyla artma göstermiş, ÇP ve ÇPT de derinliğin artmasıyla azalma meydana gelmiştir. Döner tırmık kullanılan aletlerin toprağı sıkıştırması nedeniyle tırmığın kullanıldığı aletlerde porozite değerinde azalma olduğu görülmektedir. Traktör ilerleme hızının etkisine bakıldığında 1.25 m/s ilerleme hızından 1.5 m/s ilerleme hızına çıktığında porozitede artma olduğu 1.5 m/s den 1.75 m/s ilerleme hızına çıkıldığında ise porozitede azalma olduğu görülmüştür.

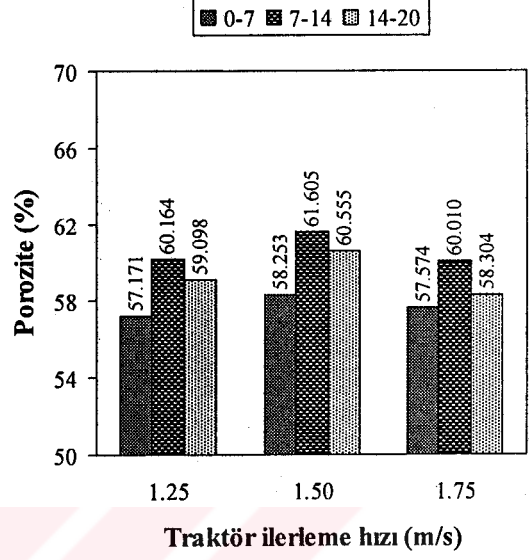
Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında elde edilen porozite değerleri için yapılan varyans analizi sonuçlarında Mayıs ayına benzer sonuçlar çıkmakla birlikte zaman içinde toprağın oturması ve yağın yağmurların etkisiyle porozitede azalma olduğu görülmüştür. Bu aylarda elde edilen verilerin varyans analizi sonuçlarında alet tipi ve traktör ilerleme hızının poroziteyi çok önemli ve önemli derecede etkilediği belirlenirken alet hız interaksyonu etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.31., Çizelge 4.32., Çizelge 4.33.).

Varyans analizinde çok önemli ve önemli çıkan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur (Çizelge 4.34., Çizelge 4.35.). Ortaya çıkan sonuçlardan döner tırmıkla kullanılan aletlerin tırmıksız kullanılan aletlere oranla poroziteyi önemli olmasa da azalttığı görülmüştür. Bu aylarda 0-7 cm aralığında en yüksek porozite değeri ÇP de meydana gelmiştir. En düşük porozite değeri ise KPT, IPT ve DPT de meydana gelmiştir. Bu aylarda ortalama porozite değerleri arasında farklılıklar olmakla birlikte aletler birbirlerine yakın değerler göstermişlerdir. 7-14 cm aralığında en düşük porozite değerleri ÇP ve ÇPT de meydana gelmiştir. Diğer alet tiplerinde ise istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana gelmemiştir. Bu aralıkta IP ve IPT' nin porozite değeri KP ve KPT' ye göre daha düşük çıkmıştır. 14-20 cm aralığında en düşük porozite değerleri ÇP ve ÇPT de meydana gelirken en yüksek porozite değerleri IP de görülmüştür. Bu aylarda traktör ilerleme hızındaki değişimlerinden porozitenin etkilendiği görülmüştür. En yüksek porozite değerleri 1.5 m/s ilerleme hızında elde edilirken en düşük porozite değerleri 1.75 m/s ilerleme hızında meydana gelmiştir. Alet tiplerine göre Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında elde edilen porozite değerleri traktör ilerleme hızlarına

bağlı olarak Şekil 4.37., Şekil 4.38., Şekil 4.39., Şekil 4.40., Şekil 4.41., Şekil 4.42., Şekil 4.43., Şekil 4.44., Şekil 4.45., Şekil 4.46., Şekil 4.47., Şekil 4.48.'de verilmiştir.

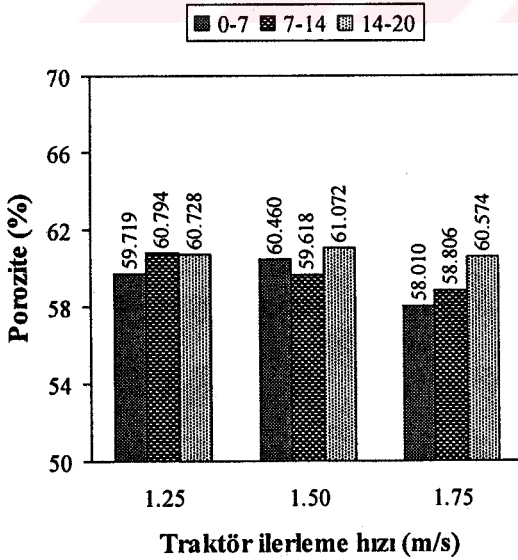


a) Kültürform kulaklı pulluk

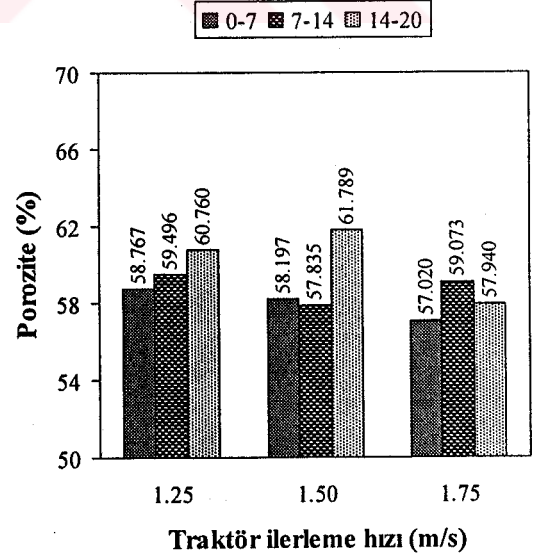


b) Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.33. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Mayıs)

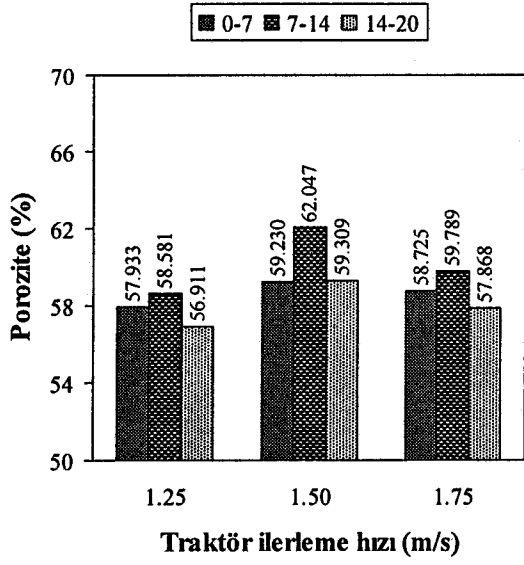


a) Izgara kulaklı pulluk

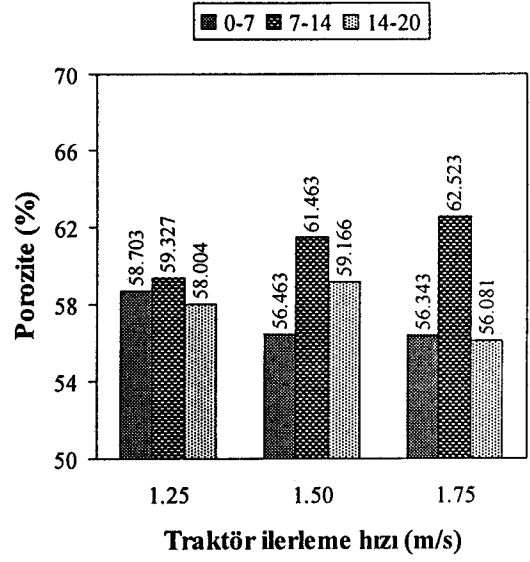


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.34. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Mayıs)

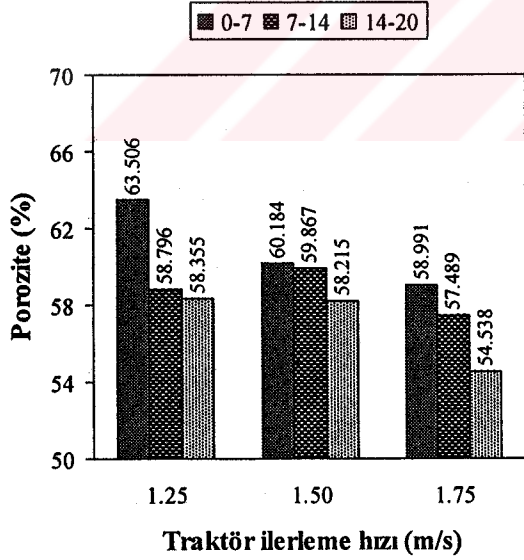


a) Diskli pulluk

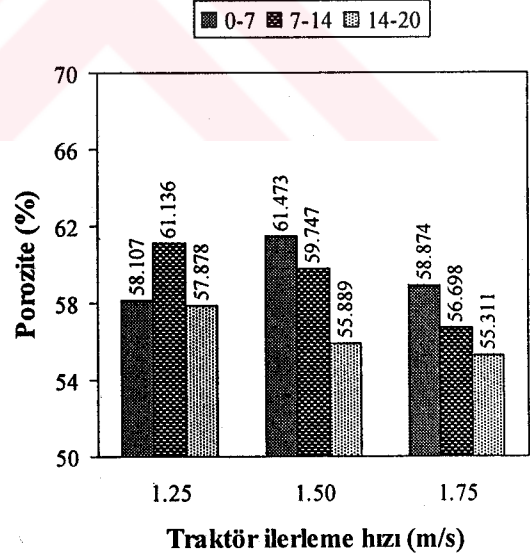


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.35. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Mayıs)

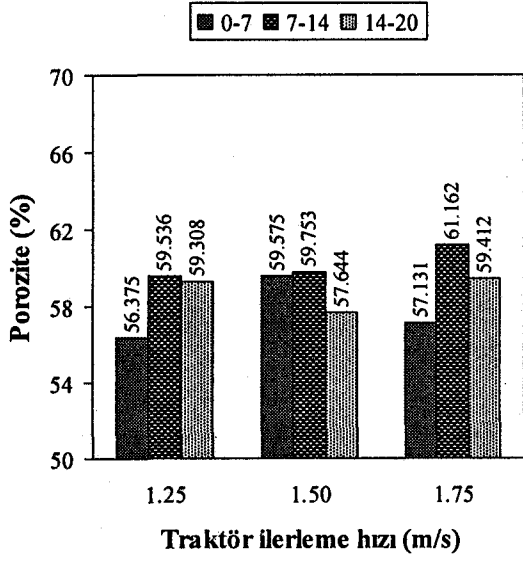


a) Çizel pulluk

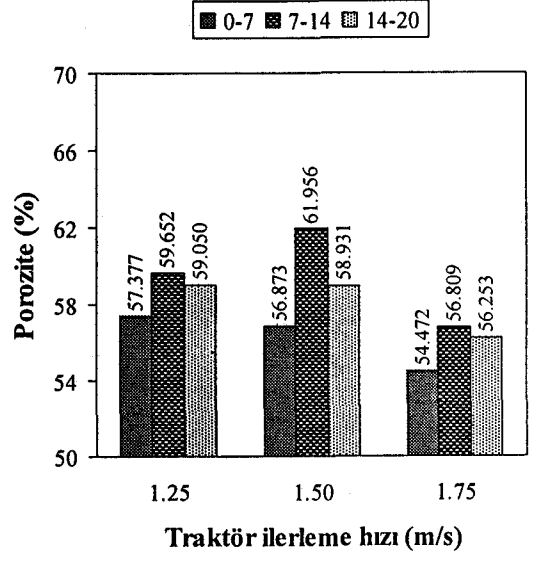


b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.36. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Mayıs)

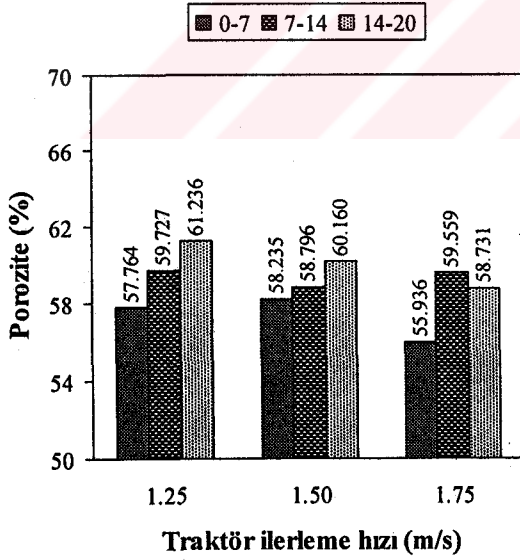


a) Kùltürform kulaklı pulluk

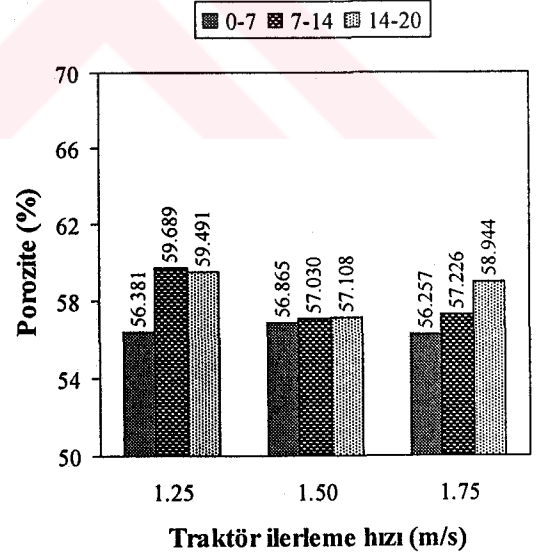


b) Kùltürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.37. Traktör ilerleme hızına bağı olarak porozite değeri (Haziran)

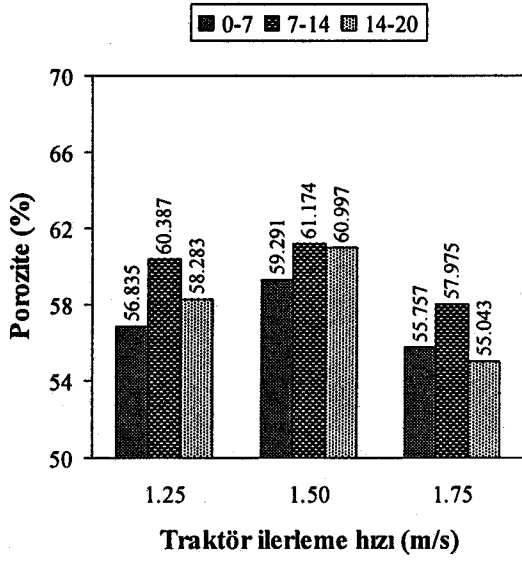


a) Izgara kulaklı pulluk

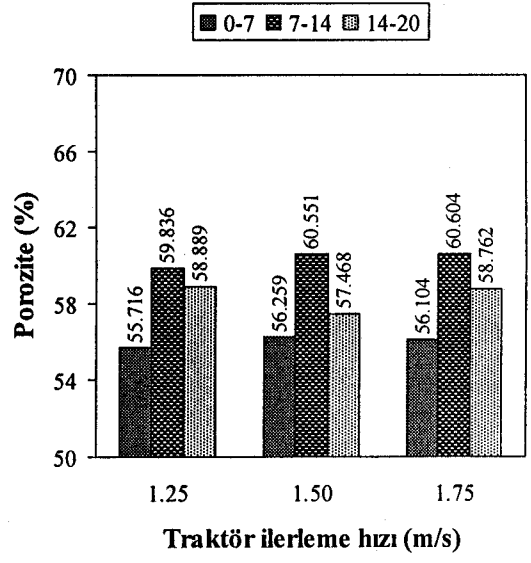


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.38. Traktör ilerleme hızına bağı olarak porozite değeri (Haziran)

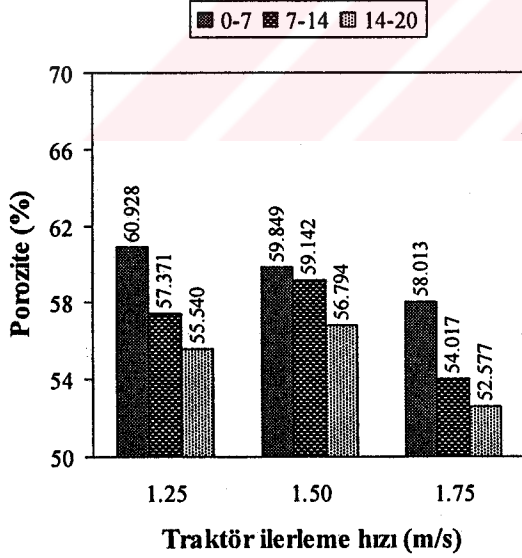


a) Diskli pulluk

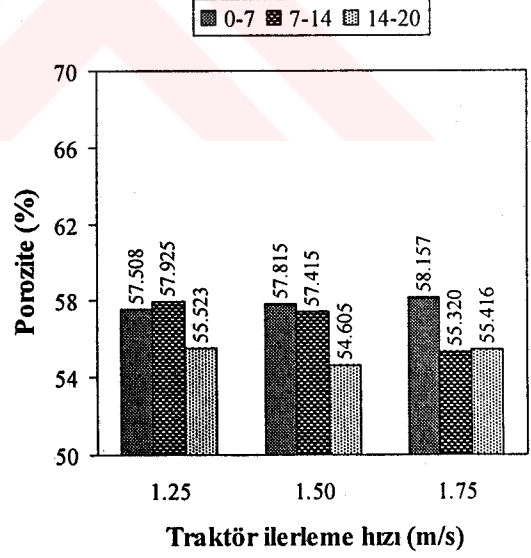


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.39. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Haziran)

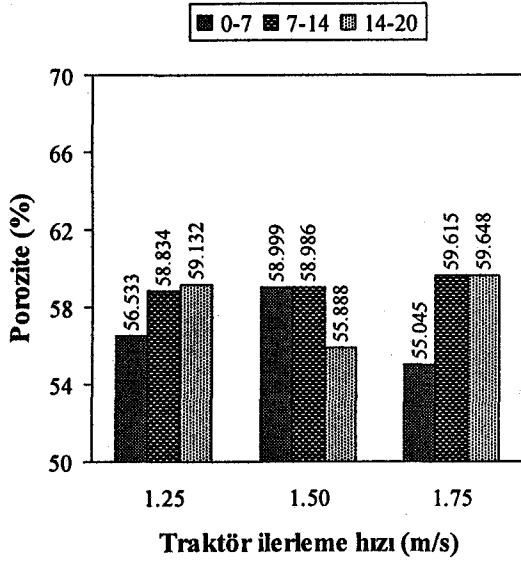


a) Çizel pulluk

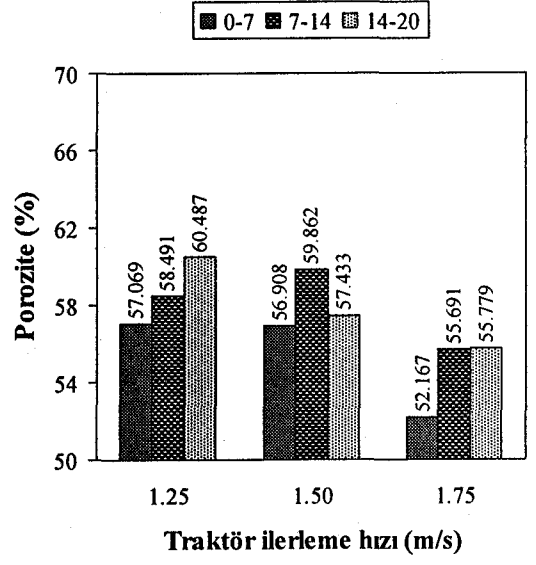


b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.40. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Haziran)

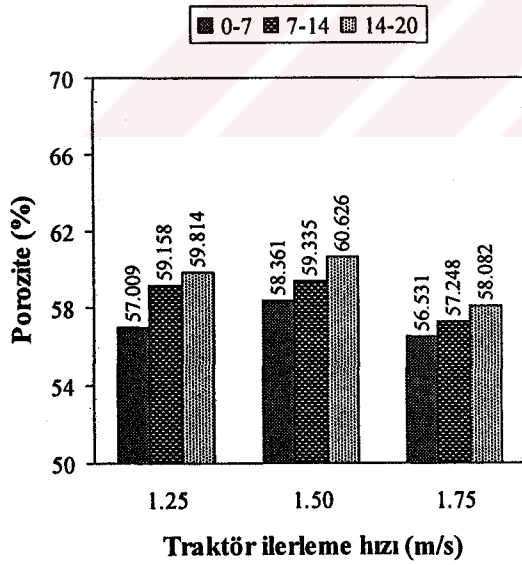


a) Kùltürform kulaklı pulluk

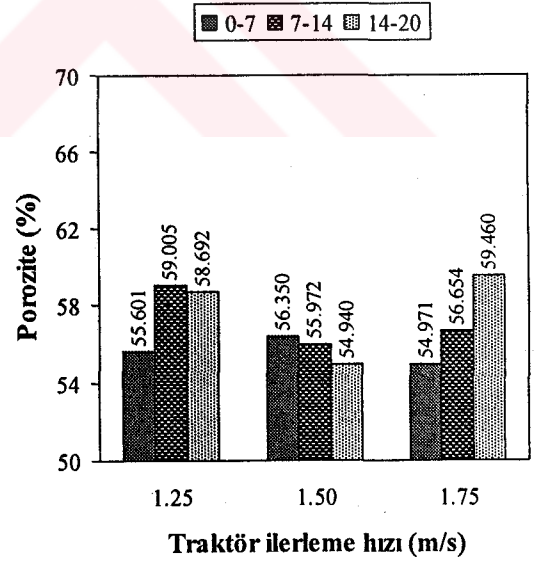


b) Kùltürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.41. Traktör ilerleme hızına bağı olarak porozite değerleri (Temmuz)

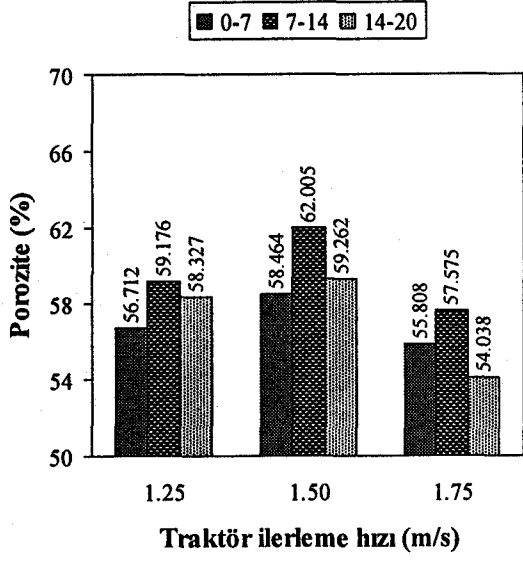


a) Izgara kulaklı pulluk

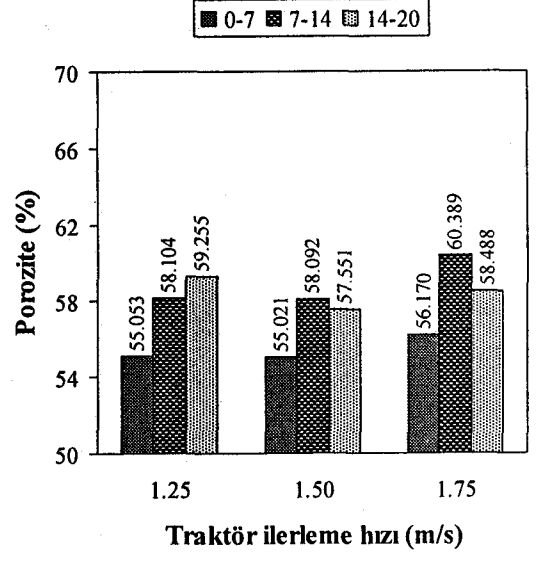


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.42. Traktör ilerleme hızına bağı olarak porozite değerleri (Temmuz)

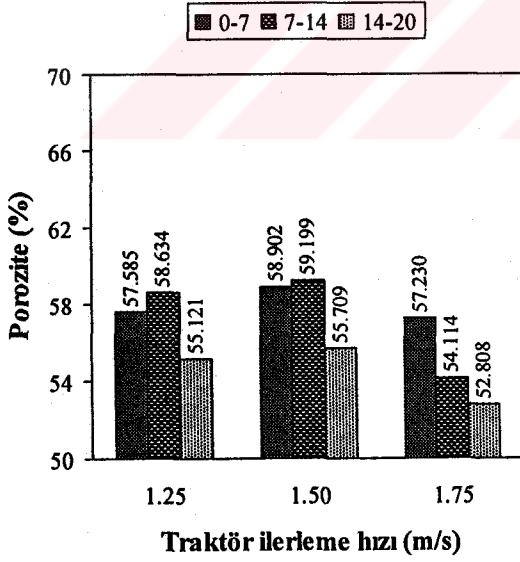


a) Diskli pulluk

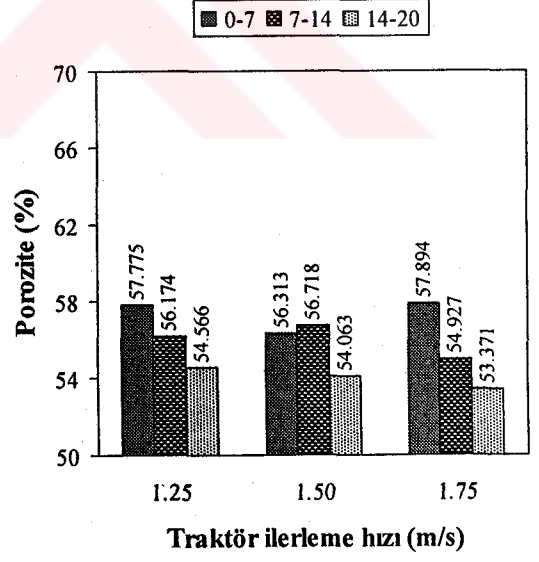


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.43. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Temmuz)

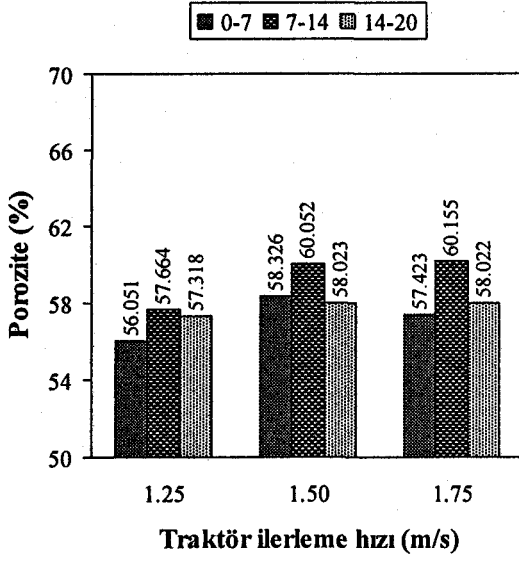


a) Çizel pulluk

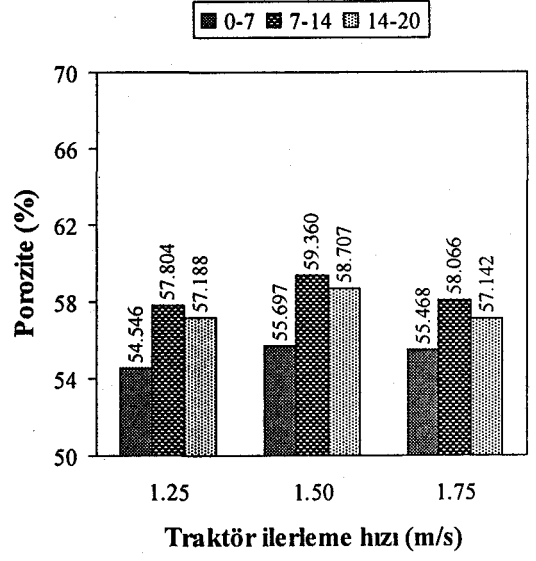


b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.44. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Temmuz)

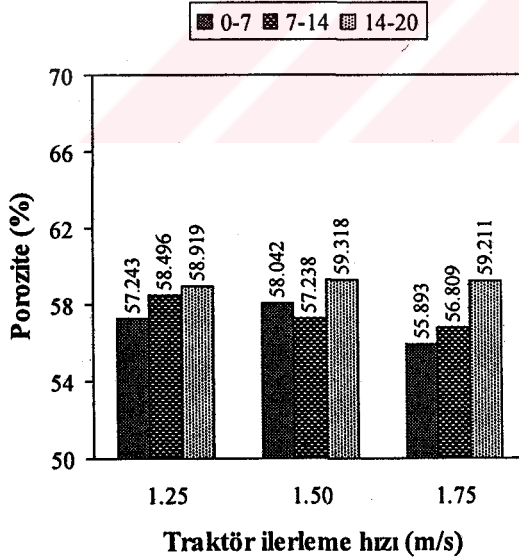


a) Kültürform kulaklı pulluk

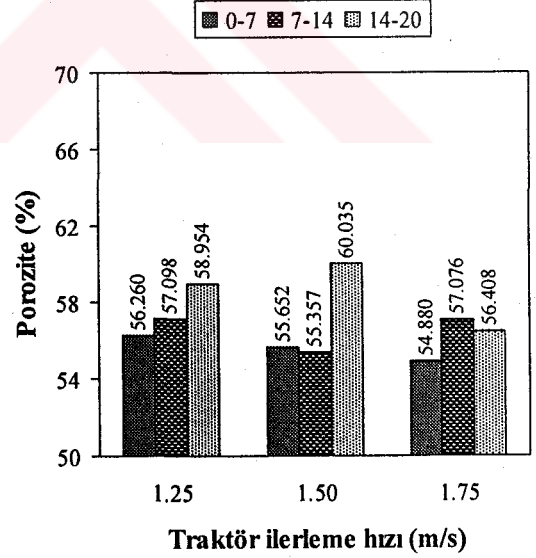


b) Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.45. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Ağustos)

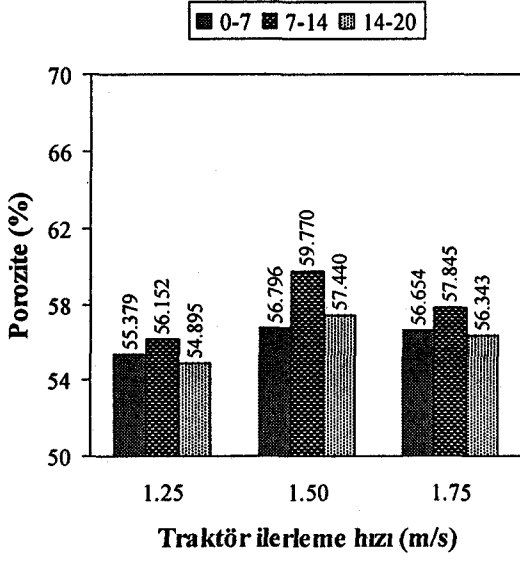


a) Izgara kulaklı pulluk

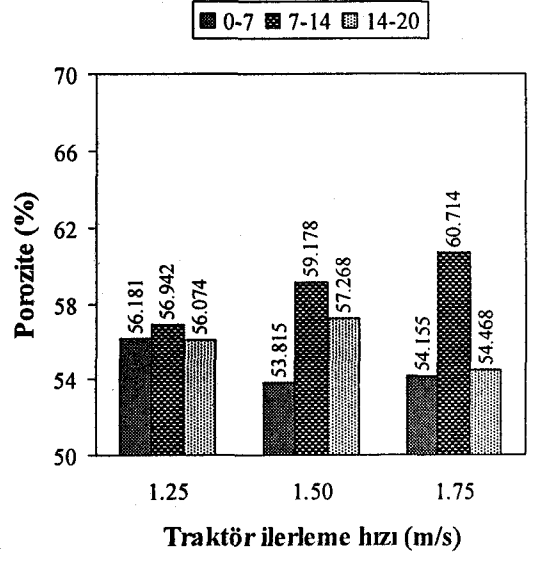


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.46. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Ağustos)

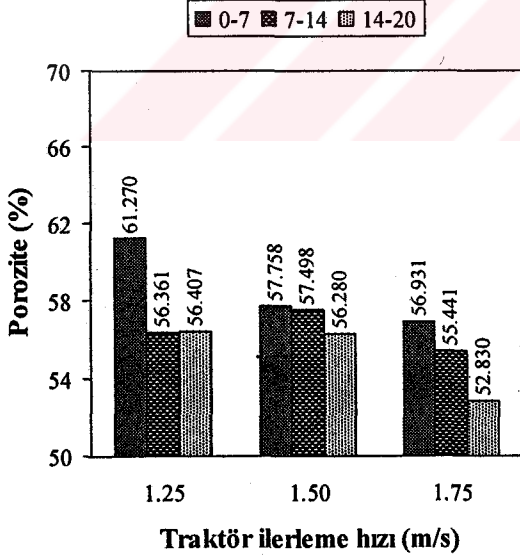


a) Diskli pulluk

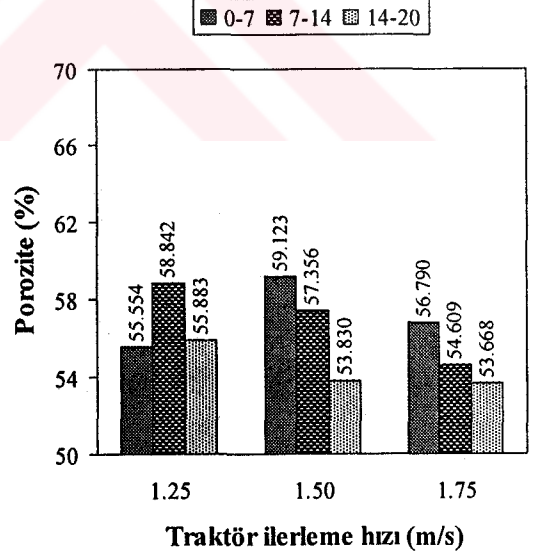


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.47. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Ağustos)



a) Çizel pulluk



b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.48. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri (Ağustos)

Ekimden sonra 0-7, 7-14 ve 14-20 cm aralıklarında alınan toprak örnekleri yardımıyla alet tipinin ve traktör ilerleme hızının poroziteye olan etkisi belirlenmiştir. Bu örneklerle ait porozite değerleri Çizelge 4.36.'da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Ekimden sonra porozite ortalama değerleri (%)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Derinlik (cm)		
		0-7	7-14	14-20
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	57.510	58.370	59.056
	1.50	59.498	58.500	55.112
	1.75	57.431	56.865	57.189
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	59.296	56.875	58.671
	1.50	60.125	64.497	57.745
	1.75	58.656	58.755	57.588
Izgara kulaklı pulluk	1.25	59.852	58.016	59.113
	1.50	58.834	60.219	59.086
	1.75	58.981	60.371	59.346
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	60.132	59.550	58.069
	1.50	59.813	61.553	59.240
	1.75	60.449	58.640	57.803
Diskli pulluk	1.25	59.482	58.381	56.215
	1.50	60.709	55.008	58.672
	1.75	60.286	58.914	57.330
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	61.501	59.350	58.409
	1.50	59.881	60.801	57.527
	1.75	59.707	58.936	57.977
Çizel pulluk	1.25	62.586	57.592	56.005
	1.50	60.892	59.595	57.889
	1.75	61.360	56.297	54.130
Çizel pulluk+döner tırmık	1.25	64.292	60.021	53.852
	1.50	59.435	55.743	56.370
	1.75	60.421	55.629	56.974

Bu değerlere ait varyans analizi sonuçlarından (Çizelge 4.37.) alet tipinin tohum yatağına etkisi 14-20 cm aralığında çok önemli ($P<0.01$), diğer aralıklarda ise önemsiz bulunmuştur. Traktör ilerleme hızı ve alet hız interaksiyonları tüm aralıklarda önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.37. Ekimden sonra poroziteye ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-7			7-14			14-20		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	8.754	1.510	0.232	13.770	1.370	0.264	19.957	5.010	0.011
Alet	7	11.705	2.020	0.073	13.380	1.330	0.258	12.296	3.080	0.009*
Hız	2	5.513	0.950	0.394	12.840	1.280	0.288	1.081	0.270	0.764
Alet*Hız	14	3.947	0.680	0.782	13.180	1.310	0.238	5.325	1.340	0.224
Hata	46	5.806			10.050			3.987		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

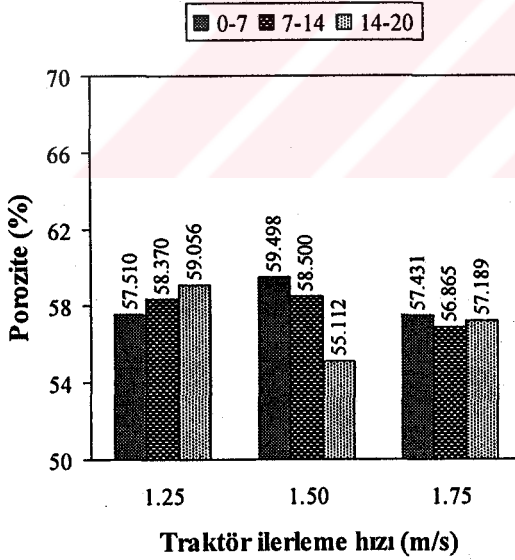
Varyans analizinde önemli ve çok önemli çıkan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur (Çizelge 4.38.).

Çizelge 4.38. Ekimden sonra poroziteye ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

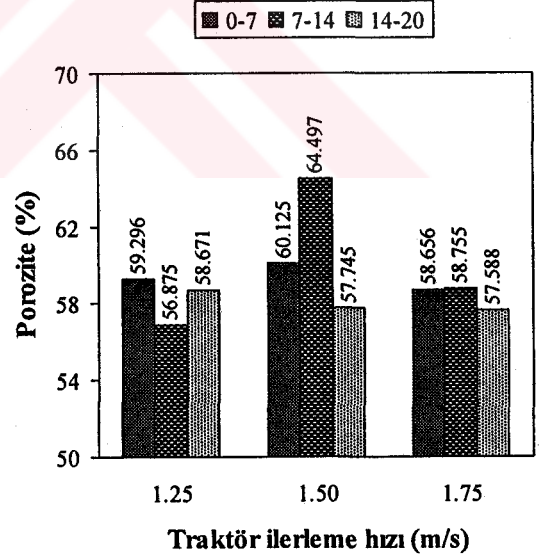
Faktörler		Derinlik (cm)		
		0-7	7-14	14-20
Blok	A	60.250	57.816	56.648 ba ✓
	B	60.524	59.039	58.451 a
	C	59.368	59.201	57.314 b
	LSD, %P			1.160, %5
Alet tipi	Kültürform kulaklı pulluk	58.147	57.912	57.124 ab
	Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	59.363	60.042	58.000 ab
	Izgara kulaklı pulluk	59.224	59.535	59.178 a
	Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	60.130	59.912	58.369 ab
	Diskli pulluk	60.164	57.438	57.400 ab
	Diskli pulluk+döner tırmık	60.356	59.694	57.966 ab
	Çizel pulluk	61.614	57.824	56.004 b
	Çizel pulluk +döner tırmık	61.379	57.128	55.727 b
	LSD, % P			2.529, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	60.583	58.519	57.420
	1.50	59.898	59.486	57.704
	1.75	59.660	58.052	57.289
	LSD, % P			

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Varyans analizinde 0-7 ve 7-14 cm aralığındaki alet tipi porozite ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark çıkmamasına karşın, ortalamalara bakıldığında 0-7 cm aralığında en yüksek porozite değeri %61.614 ile ÇP de görülürken en düşük porozite değeri %58.147 ile KP de görülmüştür. Ayrıca tüm aralıklarda ÇP ve ÇPT hariç döner tırmıkla kullanılan aletlerin, kullanılmayanlara göre porozite değerleri yüksek çıkmıştır. Sürümden sonra alınan örneklerde KP ve KPT porozite değerleri IP ve IPT' ye göre yüksek çıkarken ekimden sonra ikincil toprak işleme ve ekim makinasının etkisiyle IP ve IPT de daha yüksek çıkmıştır. Traktör ilerleme hızının etkisine bakıldığında sürümden sonra elde edilen sonuçlara benzer değerlerin elde edildiği görülmektedir. 0-7 cm aralığında en yüksek porozite değeri 1.25 m/s ilerleme hızında ortaya çıkarken diğer aralıklarda en yüksek porozite değeri 1.5 m/s ilerleme hızında meydana gelmiştir. Şekil 4.49., Şekil 4.50., Şekil 4.51. ve Şekil 4.52.'de alet tipine göre traktör ilerleme hızı ile porozite değişimi verilmiştir.

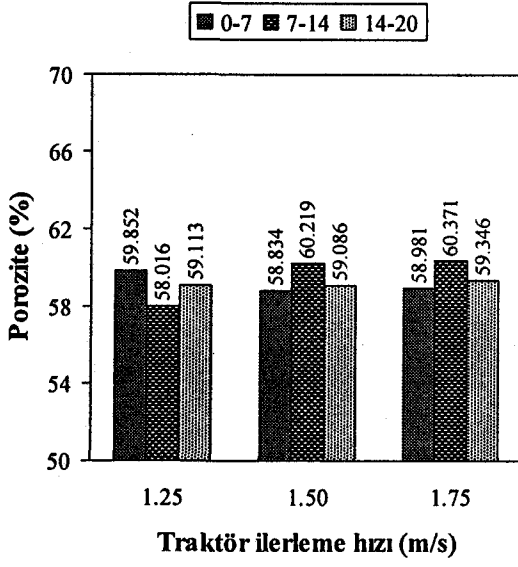


a) Kùltürform kulaklı pulluk

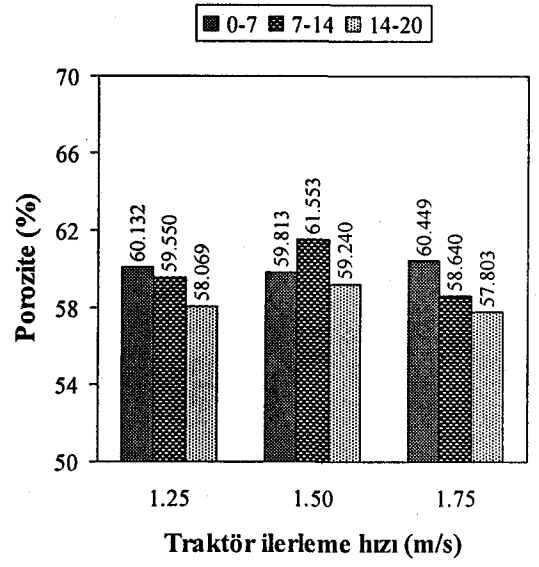


b) Kùltürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.49. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağılı olarak porozite değerleri

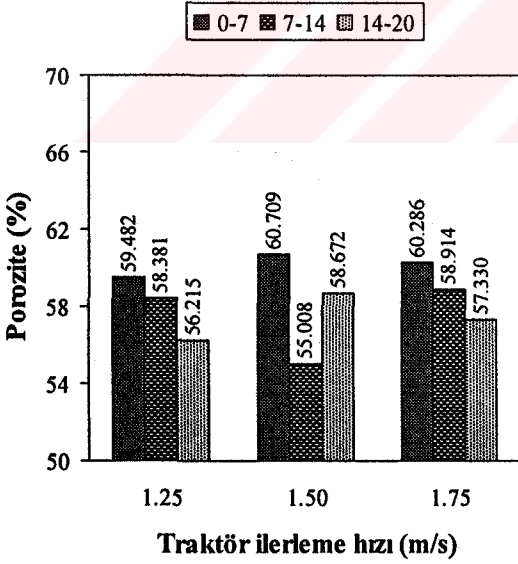


a) Izgara kulaklı pulluk

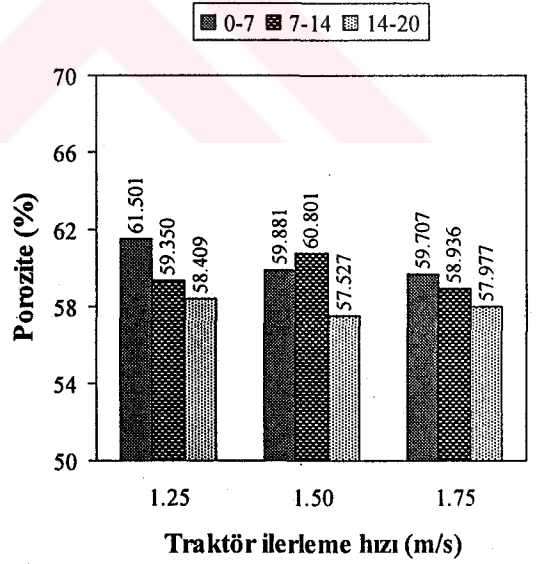


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.50. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri

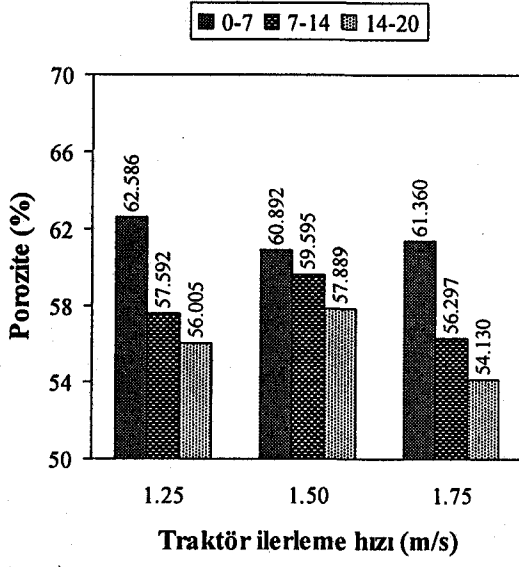


a) Diskli pulluk

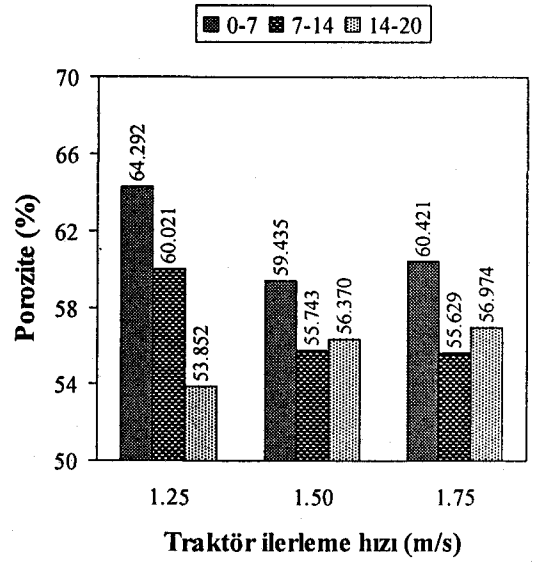


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.51. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri



a) Çizel pulluk



b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.52. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak porozite değerleri

4.4. Toprak Nemine İlişkin TDR Sonuçları

Alet tiplerinin ve traktör ilerleme hızının toprak işlendikten sonra nem kaybına etkilerini ve ekime kadarki zamanda nem tutma özelliklerini ve ekimden sonra nem değerlerini belirlemek amacıyla Field Scout TDR 300 ile toprak nem ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde 20 ve 12 cm' lik probalar kullanılmıştır. 20 cm' lik probalarla 0-20 cm aralığındaki toprak nemi belirlenirken 12 cm' lik proba 0-12 cm aralığındaki toprak nemi belirlenmiştir. 20 cm' lik probalarla haftalık nem ölçümleri yapılarak haftalık nem değişimi izlenmiştir. 12 cm' lik probalarla ise 0-12 cm aralığındaki nem değişimini gözlemek amacıyla üç haftada bir nem ölçümü yapılmıştır. Her parselden 10 tekerrürlü yapılan ölçümlerin ortalaması alınıp toprak hacim ağırlığına bölünmesiyle yüzde nem miktarı belirlenmiştir. 20 cm' lik propla elde edilen değerlere ait veriler Çizelge 4.39., Çizelge 4.40. ve Çizelge 4.41.'de verilmiştir.

20 cm' lik propla elde edilen değerlere ait verilerden hareketle yapılan varyans analizlerinde (Çizelge 4.42., Çizelge 4.43., Çizelge 4.45., Çizelge 4.47., Çizelge 4.49., Çizelge 4.50.) alet tipi etkisi tüm haftalarda çok önemli ($P < 0.01$) düzeyde bulunmuştur. Traktör ilerleme hızı ve alet hız interaksiyonları ise önemsiz çıkmıştır.

Alet tiplerinin nem miktarına etkilerini ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır (Çizelge 4.44., Çizelge 4.46., Çizelge 4.48., Çizelge 4.51.). Analizler sonucunda toprakta en yüksek nem tutma ve korumanın ÇPT de, en düşük değerlerin ise KP de meydana geldiği görülmüştür. Özellikle döner tırmık kullanılan aletlerin tümünde nem seviyesi kullanılmayanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun en büyük nedeni döner tırmığın birincil toprak işleme aletinin hemen arkasına bağlı olması nedeniyle kabaran toprağın üst kısımlarında oluşan büyük toprak parçalarını kırarak toprağın hava ile temas alanını azaltmakta, düzgün bir yüzey oluşturarak toprak yüzeyindeki boşlukları kısmen kapatmakta ve sıkıştırmaktadır. Böylece nem kaybı engellenmektedir. KP de nem seviyesinin diğerlerine göre düşük çıkması, bu aletle işlenen toprağın parçalanmasının az olması ve büyük keseklerin oluşmasından kaynaklanmıştır. IP ve IPT de elde edilen değerler KP ve KPT' ye göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun en büyük sebebinin IP ve IPT' nin toprağı daha iyi

parçalaması ve hacim ağırlığının yüksek çıkması gösterilebilir. Benzer şekilde DP ve DPT de, IP ve IPT' ye yakın veya yüksek nem değerleri elde edilmiştir. En yüksek değerlerin ÇP ve ÇPT de çıkması bu aletin toprağı devirmeden işlemesi nedeniyle nem kaybını minimuma indirmesidir. Alet tiplerine göre toprak neminin zamana ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak değişimi Şekil 4.53., Şekil 4.54., Şekil 4.55., Şekil 4.56., Şekil 4.57., Şekil 4.58., Şekil 4.59. ve Şekil 4.60.'da verilmiştir. Grafiklerde haftalık yağış miktarı da verilerek aletlerin nem tutma özellikleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.39. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri (%)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	19-25 Mayıs	26 Mayıs-1 Haziran	2-8 Haziran	9-15 Haziran	16-22 Haziran	23-29 Haziran
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	6.012	4.075	10.955	7.114	6.580	8.717
	1.50	6.613	4.409	9.820	7.882	5.578	7.816
	1.75	6.814	4.509	11.022	8.216	5.277	8.150
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	7.582	6.279	11.389	9.853	7.649	8.985
	1.50	7.949	5.845	11.657	10.053	8.484	10.187
	1.75	7.949	6.246	11.523	9.653	7.515	8.884
Izgara kulaklı pulluk	1.25	7.882	6.379	10.421	8.951	6.413	9.118
	1.50	6.480	4.910	11.423	9.252	7.148	10.120
	1.75	6.246	4.776	10.755	8.784	5.010	7.415
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	7.916	5.645	13.828	10.020	8.283	10.120
	1.50	7.949	7.014	11.556	10.655	8.550	9.653
	1.75	8.083	7.014	11.222	10.187	8.417	9.786
Diskli pulluk	1.25	8.851	7.014	11.356	11.156	8.651	10.655
	1.50	7.415	6.680	10.955	11.022	7.849	9.853
	1.75	8.450	6.880	12.425	11.356	8.584	10.588
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	8.584	7.415	12.158	11.055	9.385	11.389
	1.50	8.550	7.114	12.291	12.892	8.818	10.822
	1.75	8.517	7.081	11.356	11.690	8.517	10.521
Çizel pulluk	1.25	9.419	8.183	13.560	13.026	10.220	12.224
	1.50	9.719	8.985	13.694	12.458	10.554	12.558
	1.75	9.486	8.717	13.961	13.293	10.588	12.592
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	11.356	10.755	14.362	15.598	14.729	16.733
	1.50	10.688	9.719	14.362	16.099	12.959	14.963
	1.75	9.653	9.452	13.560	15.698	12.558	14.562

Çizelge 4.40. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri (%)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	30 Haz. 6 Tem.	7-13 Temmuz	14-20 Temmuz	21-27 Temmuz	28 Tem. 3 Ağustos	4-10 Ağustos
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	4.810	3.941	3.140	3.039	5.244	4.041
	1.50	5.411	4.041	3.273	2.305	4.977	3.407
	1.75	5.511	3.574	4.075	3.039	5.678	4.175
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	7.281	5.110	4.709	4.275	6.546	5.611
	1.50	6.847	4.810	4.977	4.509	6.279	4.943
	1.75	6.947	5.411	5.244	4.142	6.947	5.277
Izgara kulaklı pulluk	1.25	6.580	3.874	5.244	4.309	6.546	5.077
	1.50	5.511	4.041	3.307	3.440	5.411	4.108
	1.75	5.444	4.342	3.373	3.240	5.511	3.507
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	6.045	6.212	5.377	3.641	6.446	5.144
	1.50	8.016	5.077	4.810	4.776	6.346	4.977
	1.75	7.615	5.144	5.077	4.442	6.379	5.311
Diskli pulluk	1.25	8.016	5.812	5.812	4.275	6.780	6.012
	1.50	7.381	5.010	5.210	4.810	5.578	5.210
	1.75	7.381	5.611	4.409	4.676	6.680	5.177
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	8.417	5.544	5.411	5.010	7.047	5.578
	1.50	8.116	6.246	6.045	4.977	6.947	6.212
	1.75	8.083	6.379	5.678	4.676	7.047	6.246
Çizel pulluk	1.25	9.185	5.144	5.711	5.377	7.682	4.943
	1.50	9.987	5.344	5.912	5.043	9.085	5.277
	1.75	9.719	6.079	7.482	5.544	7.415	7.081
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	11.991	7.749	8.684	6.446	8.684	7.983
	1.50	10.721	7.315	7.448	6.981	8.417	7.081
	1.75	10.454	6.613	7.548	6.079	8.918	7.148

Çizelge 4.41. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri (%)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	11-17 Ağustos	18-24 Ağustos	25-3 Ağustos	1-7 Eylül	8-14 Eylül	15-21 Eylül	22-28 Eylül
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	3.474	3.808	4.442	4.476	3.340	13.026	10.955
	1.50	2.572	4.008	3.707	3.707	3.808	13.594	9.820
	1.75	3.307	4.442	4.108	4.175	3.607	13.160	11.022
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	4.208	4.843	5.678	5.244	4.810	15.598	11.089
	1.50	4.409	5.377	5.377	4.542	4.542	14.663	11.356
	1.75	4.542	5.177	5.511	5.645	5.344	14.529	11.222
Izgara kulaklı pulluk	1.25	4.743	6.146	4.075	5.444	3.173	14.095	10.454
	1.50	3.607	4.776	4.509	4.709	3.808	13.293	10.688
	1.75	3.741	4.977	5.344	3.674	4.175	12.826	9.285
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	3.975	5.177	6.413	5.344	5.578	14.997	11.790
	1.50	4.375	5.678	6.079	5.110	5.177	13.594	11.824
	1.75	4.476	5.578	5.979	5.544	4.476	13.327	12.091
Diskli pulluk	1.25	4.643	5.912	6.814	5.711	4.643	14.195	11.356
	1.50	4.743	5.311	5.745	4.910	4.542	12.926	10.955
	1.75	4.977	5.544	5.478	5.277	5.444	14.061	12.425
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	5.010	5.778	6.179	6.246	5.010	16.333	12.158
	1.50	5.043	6.279	6.546	6.079	6.079	14.629	12.291
	1.75	5.077	6.346	6.313	6.747	5.578	14.529	11.356
Çizel pulluk	1.25	5.110	7.014	5.979	6.546	5.845	15.698	13.560
	1.50	5.711	7.381	6.546	7.348	5.678	15.832	13.694
	1.75	5.210	7.582	6.713	7.482	5.311	15.331	13.961
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	7.448	7.315	8.016	8.617	7.148	17.335	14.362
	1.50	6.279	7.515	8.818	7.315	6.379	14.863	14.362
	1.75	6.580	6.847	7.315	8.450	5.611	15.999	13.560

Çizelge 4.42. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	19-25 Mayıs			26 Mayıs-1 Haziran			2-8 Haziran		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.241	0.430	0.653	4.335	5.130	0.010*	7.921	3.400	0.042**
Alet	7	15.956	28.470	0.000*	28.598	33.820	0.000*	14.237	6.120	0.000*
Hız	2	0.676	1.210	0.309	0.143	0.170	0.845	0.626	0.270	0.765
Alet*Hız	14	0.899	1.600	0.114	0.935	1.110	0.378	1.554	0.670	0.793
Hata	46	0.561			0.846			2.328		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.43. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	9-15 Haziran			16-22 Haziran			23-29 Haziran		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	13.108	6.580	0.003*	3.877	2.750	0.074	3.877	2.220	0.121
Alet	7	56.529	28.370	0.000*	52.533	37.290	0.000*	48.168	27.530	0.000*
Hız	2	1.190	0.600	0.555	2.850	2.020	0.144	2.849	1.630	0.207
Alet*Hız	14	0.548	0.270	0.994	1.181	0.840	0.626	1.492	0.850	0.612
Hata	46	1.993			1.409			1.750		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.44. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		19-25 Mayıs	26 Mayıs-1 Haziran	2-8 Haziran	9-15 Haziran	16-22 Haziran
Blok	A	8.217	7.365 a✓	12.512 a	11.815 a	9.122
	B	8.183	6.576 b	11.419 b	11.093 ab	8.338
	C	8.371	6.697 ab	12.270 ab	10.337 b	8.580
	LSD, %P		0.713, %1	0.887, %5	1.095, %1	
Alet tipi	KP	6.480 d	4.331 e	10.599 c	7.738 f	5.812 d
	KPT	7.827 c	6.124 cd	11.523 c	9.853 de	7.882 c
	IP	6.869 d	5.355 de	10.866 c	8.996 ef	6.190 d
	IPT	7.983 c	6.558 cd	12.202 abc	10.287 cde	8.417 c
	DP	8.239 c	6.858 c	11.579 c	11.178 bcd	8.361 c
	DPT	8.550 c	7.203 c	11.935 bc	11.879 bc	8.907 c
	ÇP	9.541 b	8.628 b	13.738 ab	12.926 b	10.454 b
	ÇPT	10.565 a	9.975 a	14.095 a	15.798 a	13.416 a
	LSD, (%P)	0.948, %1	1.165, %1	1.933, %1	1.788, %1	1.504, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	8.450	6.968	12.254	10.846	8.989
	1.50	8.171	6.835	11.970	11.289	8.743
	1.75	8.150	6.835	11.978	11.110	8.308
	LSD, (%P)					

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Çizelge 4.45. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	30 Haziran-6Temmuz			7-13 Temmuz			14-20 Temmuz		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.543	0.650	0.529	2.462	4.820	0.013**	1.009	1.340	0.271
Alet	7	32.656	38.910	0.000*	10.257	20.060	0.000*	16.991	22.620	0.000*
Hız	2	0.136	0.160	0.851	0.245	0.480	0.622	0.920	1.220	0.303
Alet*Hız	14	1.136	1.350	0.215	0.633	1.240	0.282	1.422	1.890	0.053
Hata	46	0.839			0.511			0.751		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.46. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		23-29 Haziran	30 Haz. 6 Tem.	7-13 Temmuz	14-20 Temmuz	21-27 Temmuz
Blok	A	11.126	7.878	5.657 a✓	5.557	4.588
	B	10.342	7.578	5.377 ab	5.281	4.338
	C	10.584	7.728	5.018 b	5.156	4.705
	LSD, (%P)			0.416, %5		
Alet tipi	KP	8.228 e	5.244 d	3.852 c	3.496 e	2.794 d
	KPT	9.352 cde	7.025 c	5.110 b	4.976 cd	4.309 bc
	IP	8.884 de	5.845 d	4.086 c	3.974 de	3.663 cd
	IPT	9.853 cde	7.226 c	5.478 b	5.088 cd	4.286 bc
	DP	10.365 cd	7.593 c	5.478 b	5.144 cd	4.587 bc
	DPT	10.911 bc	8.205 c	6.056 b	5.711 bc	4.888 bc
	ÇP	12.458 b	9.630 b	5.522 b	6.368 b	5.322 b
	ÇPT	15.420 a	11.055 a	7.226 a	7.894 a	6.502 a
	LSD, (%P)	1.676, %1	1.160, %1	0.906, %1	1.098, %1	1.144, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	10.993	7.791	5.423	5.511	4.547
	1.50	10.746	7.749	5.235	5.123	4.605
	1.75	10.312	7.644	5.394	5.361	4.480
	LSD, (%P)					

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Çizelge 4.47. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	21-27 Temmuz			28 Temmuz. 3Ağustos			4-10 Ağustos		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.846	1.040	0.363	2.398	2.920	0.064	1.513	2.280	0.113
Alet	7	10.951	13.420	0.000*	11.266	13.730	0.000*	10.677	16.130	0.000*
Hız	2	0.095	0.120	0.891	0.392	0.480	0.623	1.100	1.660	0.201
Alet*Hız	14	0.527	0.650	0.813	0.781	0.950	0.514	1.075	1.620	0.109
Hata	46	0.816			0.820			0.662		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.48. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		28 Tem. 3Ağustos	4-10 Ağustos	11-17 Ağustos	18-24 Ağustos	25-3 Ağustos
Blok	A	7.118	5.657	4.705 ab✓	5.536 b	6.496 a
	B	6.496	5.377	4.338 b	5.603 b	5.557 b
	C	6.709	5.156	5.114 a	6.212 a	5.657 b
	LSD, (%P)			0.642, %1	0.489, %5	0.662, %1
Alet tipi	KP	5.300 d	3.874 d	3.117 d	4.086 c	4.086 d
	KPT	6.591 c	5.277 bc	4.386 bc	5.133 bc	5.522 bc
	IP	5.823 cd	4.231 cd	4.030 cd	5.299 b	4.643 cd
	IPT	6.391 cd	5.144 bc	4.275 bc	5.478 b	6.157 b
	DP	6.346 cd	5.466 b	4.787 bc	5.589 b	6.012 b
	DPT	7.014 bc	6.012 b	5.043 bc	6.135 b	6.346 b
	ÇP	8.061 ab	5.767 b	5.344 b	7.326 a	6.413 b
	ÇPT	8.673 a	7.404 a	6.769 a	7.225 a	8.050 a
	LSD, (%P)	1.147, %1	1.031, %1	1.048, %1	1.067, %1	1.080, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	6.872	5.549	4.826	5.749	5.949
	1.50	6.630	5.152	4.593	5.791	5.916
	1.75	6.822	5.490	4.739	5.812	5.845
	LSD, (%P)					

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Çizelge 4.49. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	11-17 Ağustos			18-24 Ağustos			25-3 Ağustos		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	3.623	5.290	0.009*	3.334	4.700	0.014**	6.388	8.780	0.001*
Alet	7	10.351	15.120	0.000*	10.610	14.940	0.000*	13.083	17.990	0.000*
Hız	2	0.335	0.490	0.617	0.024	0.030	0.966	0.068	0.090	0.911
Alet*Hız	14	0.474	0.690	0.770	0.504	0.710	0.753	0.794	1.090	0.390
Hata	46	0.685			0.710			0.727		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.50. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	1-7 Eylül			8-14 Eylül			15-21 Eylül		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	15.288	18.830	0.000*	0.223	0.970	0.386	0.265	0.190	0.827
Alet	7	16.220	19.980	0.000*	8.035	35.090	0.000*	10.209	7.340	0.000*
Hız	2	1.649	2.030	0.143	0.027	0.120	0.888	7.420	5.330	0.008*
Alet*Hız	14	0.767	0.940	0.521	0.847	3.700	0.000*	0.978	0.700	0.760
Hata	46	0.812			0.229			1.391		
Toplam	71									
Varyasyon Kaynakları	SD	22-28 Eylül								
		KO	F	P						
Blok	2	8.051	3.840	0.029**						
Alet	7	17.412	8.300	0.000*						
Hız	2	0.074	0.040	0.965						
Alet*Hız	14	0.913	0.440	0.954						
Hata	46	2.098								
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.51. 0-20 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		1-7 Eylül	8-14 Eylül	15-21 Eylül	22-28 Eylül
Blok	A	6.684 a✓	5.018	14.441	12.350 a
	B	5.352 b	5.018	14.475	11.248 b
	C	5.256 b	4.851	14.638	12.107 a
	LSD, (%P)	0.699, %1			0.842, %5
Alet tipi	KP	4.119 d	3.585 d	13.260 d	10.599 c
	KPT	5.144 cd	4.899 c	14.930 abc	11.222 c
	IP	4.609 d	3.719 d	13.405 cd	10.142 c
	IPT	5.333 cd	5.077 bc	13.972 bcd	11.902 bc
	DP	5.299 cd	4.876 c	13.727 bcd	11.579 c
	DPT	6.357 bc	5.556 b	15.164 ab	11.935 bc
	ÇP	7.125 ab	5.611 b	15.620 a	13.738 ab
	ÇPT	8.127 a	6.379 a	16.065 a	14.095 a
	LSD, (%P)	1.141, %1	0.606, %1	1.494, %1	1.835, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	5.954	4.943	15.159	11.966
	1.50	5.465	5.002	14.174	11.874
	1.75	5.874	4.943	14.220	11.865
	LSD, (%P)				

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

12 cm' lik proba elde edilen yüzde nem değerlerine ait veriler Çizelge 4.52.'de verilmiştir. Bu verilerden hareketle yapılan varyans analizlerinde (Çizelge 4.53., Çizelge 4.54.) alet tipi etkisi tüm zaman aralıklarında çok önemli ($P < 0.01$) düzeyde bulunmuştur. Traktör ilerleme hızı ve alet hız interaksiyonları ise önemsiz çıkmıştır.

Alet tiplerinin topraktaki nem miktarına etkilerini ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır (Çizelge 4.55., Çizelge 4.56.). Ortalamalardan en yüksek nem değerlerinin ÇPT ve ÇP de meydana geldiği, hemen ardından DP ve DPT' nin geldiği görülmektedir. IP ile IPT ve KP ile KPT arasında yakın sonuçlar olmakla birlikte IP ve IPT' nin biraz daha fazla nem tuttuğu görülmektedir. Yine bu aralıkta da

döner tırmığın etkisi belirgin bir şekilde ortaya çıkmış ve tırmık kullanılan aletlerin kullanılmayanlara oranla daha yüksek nem tuttukları görülmüştür. Alet tiplerine göre toprak nem değerinin, zamana ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak değişimi Şekil 4.61., Şekil 4.62., Şekil 4.63. ve Şekil 4.64.'de verilmiştir. Grafiklerde ortalama haftalık yağış miktarı da verilerek aletlerin nem tutma özellikleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.52. 0-12 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri (%)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	19-25 Mayıs	9-15 Haziran	30 Haz. 6 Tem.	21-27 Temmuz	11-17 Ağustos	1-7 Eylül	15-21 Eylül
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	7.248	8.851	3.975	3.507	2.472	2.037	13.126
	1.50	6.079	8.851	4.542	3.507	1.837	1.837	12.024
	1.75	6.513	9.486	4.709	3.507	2.672	2.071	12.592
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	7.983	11.222	5.611	5.511	3.641	3.574	13.861
	1.50	7.348	10.421	5.945	5.277	3.707	3.707	13.560
	1.75	8.317	10.421	5.444	5.678	3.975	3.373	14.496
Izgara kulaklı pulluk	1.25	7.682	8.617	5.210	4.542	4.676	3.140	13.360
	1.50	7.214	8.884	5.077	3.641	2.772	2.305	12.659
	1.75	6.513	8.818	4.409	4.309	2.806	1.937	12.592
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	7.983	9.552	6.613	5.144	4.542	3.941	13.928
	1.50	8.317	9.586	8.016	5.645	4.208	3.808	13.694
	1.75	7.882	10.120	7.482	5.277	4.309	3.607	13.894
Diskli pulluk	1.25	8.818	10.354	7.615	4.843	4.242	3.975	13.727
	1.50	7.081	9.786	6.814	4.943	3.474	3.474	12.926
	1.75	8.951	10.454	6.713	5.678	4.108	2.772	15.297
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	8.818	10.254	7.615	5.945	4.342	4.609	14.329
	1.50	8.784	11.356	7.782	6.613	5.144	4.242	14.228
	1.75	8.985	10.822	7.081	5.878	4.743	4.476	13.560
Çizel pulluk	1.25	9.686	10.354	7.882	6.580	3.908	4.977	14.395
	1.50	10.688	10.554	8.918	6.580	4.476	5.144	15.564
	1.75	9.352	10.655	8.884	6.379	5.478	5.544	14.963
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	12.024	12.458	11.757	8.717	7.181	5.945	17.168
	1.50	10.554	11.790	11.323	7.014	5.812	5.812	16.065
	1.75	10.955	10.788	9.953	6.847	6.212	6.379	14.763

Çizelge 4.53. 0-12 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	19-25 Mayıs			9-15 Haziran			30 Haz. 6 Temmuz		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	3.103	1.800	0.176	4.341	9.330	0.000*	5.790	5.500	0.007*
Alet	7	19.704	11.450	0.000*	8.266	17.770	0.000*	40.870	38.840	0.000*
Hız	2	1.692	0.980	0.382	0.019	0.040	0.959	1.321	1.260	0.295
Alet*Hız	14	1.108	0.640	0.814	0.697	1.500	0.150	0.887	0.840	0.621
Hata	46	1.722			0.465			1.052		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.54. 0-12 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	21-27 Temmuz			11-17 Ağustos			1-7 Eylül		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	1.865	2.260	0.116	1.190	2.460	0.096	1.748	2.910	0.065
Alet	7	14.713	17.850	0.000*	12.487	25.870	0.000*	16.407	27.320	0.000*
Hız	2	0.257	0.310	0.734	1.344	2.780	0.072	0.480	0.800	0.456
Alet*Hız	14	0.728	0.880	0.581	1.048	2.170	0.025**	0.371	0.620	0.837
Hata	46	0.824			0.483			0.601		
Toplam	71									

Varyasyon Kaynakları	SD	15-21 Eylül		
		KO	F	P
Blok	2	0.583	0.380	0.683
Alet	7	10.615	7.010	0.000*
Hız	2	0.946	0.620	0.540
Alet*Hız	14	1.643	1.080	0.396
Hata	46	1.515		
Toplam	71			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.55. 0-12 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		19-25 Mayıs	9-15 Haziran	30 Haz. 6 Tem.	21-27 Temmuz
Blok	A	8.120	10.667 a✓	7.477 a	5.169
	B	8.839	10.028 b	7.177 ab	5.574
	C	8.513	9.861 b	6.517 b	5.703
	LSD, (%P)		0.5290, %1	0.7956, %1	
Alet tipi	KP	6.613 d	9.063 de	4.409 d	3.507 e
	KPT	7.882 cd	10.688 b	5.667 d	5.489 bc
	IP	7.137 cd	8.773 e	4.899 d	4.164 de
	IPT	8.060 cd	9.753 cd	7.370 bc	5.355 bcd
	DP	8.283 bcd	10.198 bc	7.047 c	5.155 cd
	DPT	8.862 bc	10.810 b	7.493 bc	6.146 bc
	ÇP	9.909 ab	10.521 bc	8.561 b	6.513 ab
	ÇPT	11.178 a	11.679 a	11.011 a	7.526 a
	LSD, (%P)	1.662, %1	0.864, %1	1.299, %1	1.15, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	8.780	10.208	7.035	5.599
	1.50	8.258	10.154	7.302	5.402
	1.75	8.434	10.195	6.835	5.444
	LSD, (%P)	8.780	10.208	7.035	5.599

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

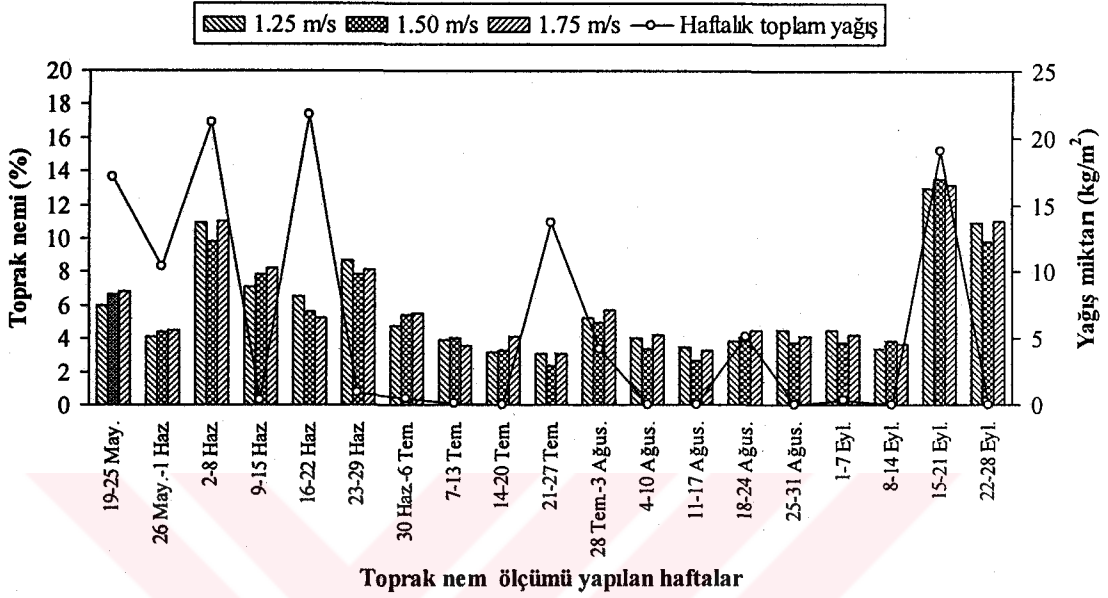
Çizelge 4.56. 0-12 cm aralığında TDR ortalama nem değerleri Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		11-17 Ağustos	1-7 Eylül	15-21 Eylül
Blok	A	3.962	3.841	13.853
	B	4.225	4.142	14.132
	C	4.405	3.603	14.111
	LSD, (%P)			
Alet tipi	KP	2.327 e✓	1.982 e	12.581 c
	KPT	3.774 cd	3.552 c	13.972 bc
	IP	3.418 d	2.460 de	12.870 c
	IPT	4.353 bcd	3.785 c	13.839 bc
	DP	3.941 bcd	3.407 cd	13.983 bc
	DPT	4.743 b	4.442 bc	14.039 bc
	ÇP	4.620 bc	5.221 ab	14.974 ab
	ÇPT	6.402 a	6.045 a	15.999 a
	LSD, %P	0.88, %1	0.982, %1	1.559, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	4.375	4.025	14.237
	1.50	3.929	3.791	13.840
	1.75	4.288	3.770	14.020
	LSD, %P			

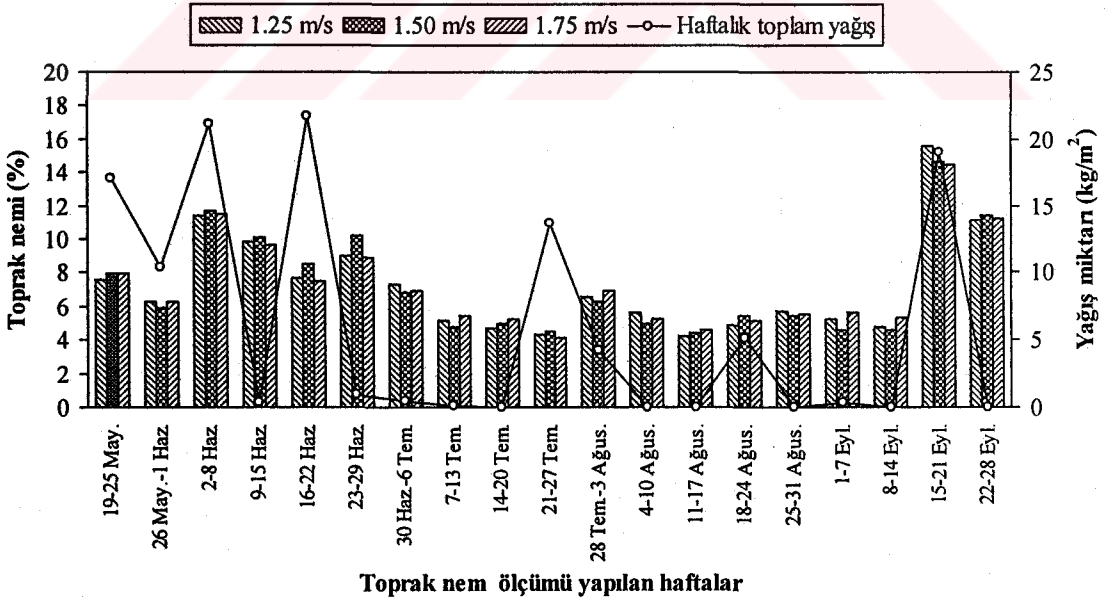
✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

0-20 ve 0-12 cm aralığında elde edilen nem değerlerinden çizilen grafikler incelendiğinde, KP de yağın yağışa karşılık elde edilen nem miktarının düşük olduğu ve zaman içinde bu nem değerini hızlı bir şekilde kaybettiği görülmektedir. KPT de ise tırmığın etkisiyle topraktaki suyun muhafaza edildiği ve buharlaşmanın azaldığı görülmektedir. Benzer özelliklerin IP, IPT, DP ve DPT de olmasına rağmen bu aletlerin nem tutma özellikleri daha iyi olmuştur. Aletler içerisinde en fazla nem tutma özelliğinin ÇP ve ÇPT de olduğu belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Özellikle Ağustos ayında, yağışın az olmasına rağmen diğer aletlere göre nem muhafazası daha iyi olmuştur. Yağış miktarına göre ekimden sonra ölçülen nem değerleri sürümünden sonra ölçülen nem değerleriyle karşılaştırıldığında, ekimden sonraki nem değerlerinin daha

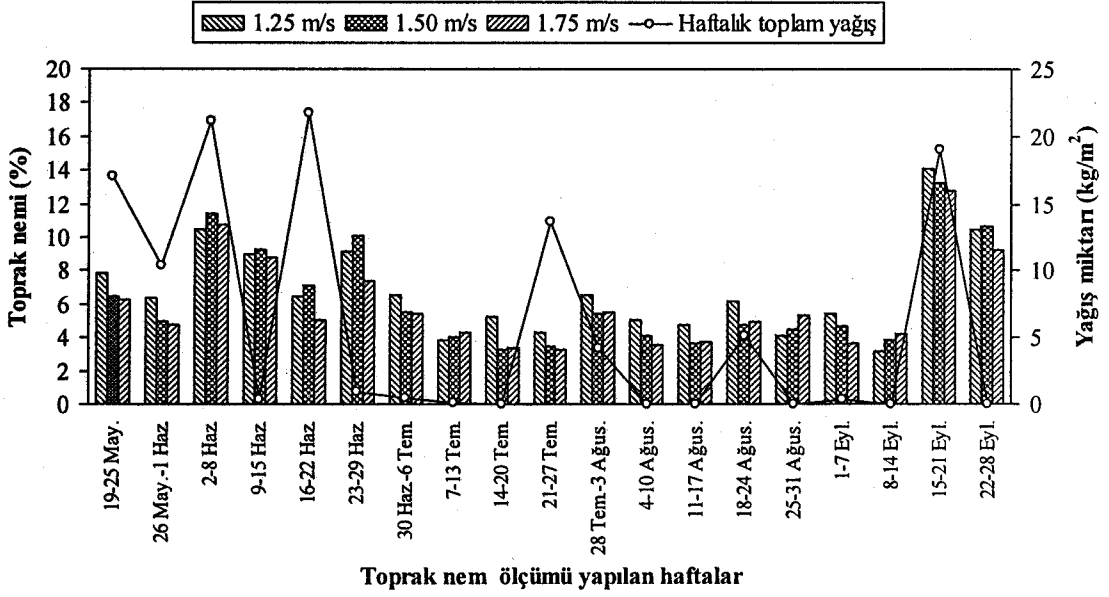
yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak ikinci sınıf toprak işlemeden dolayı toprağın daha fazla parçalanması ve sıkışması gösterilebilir.



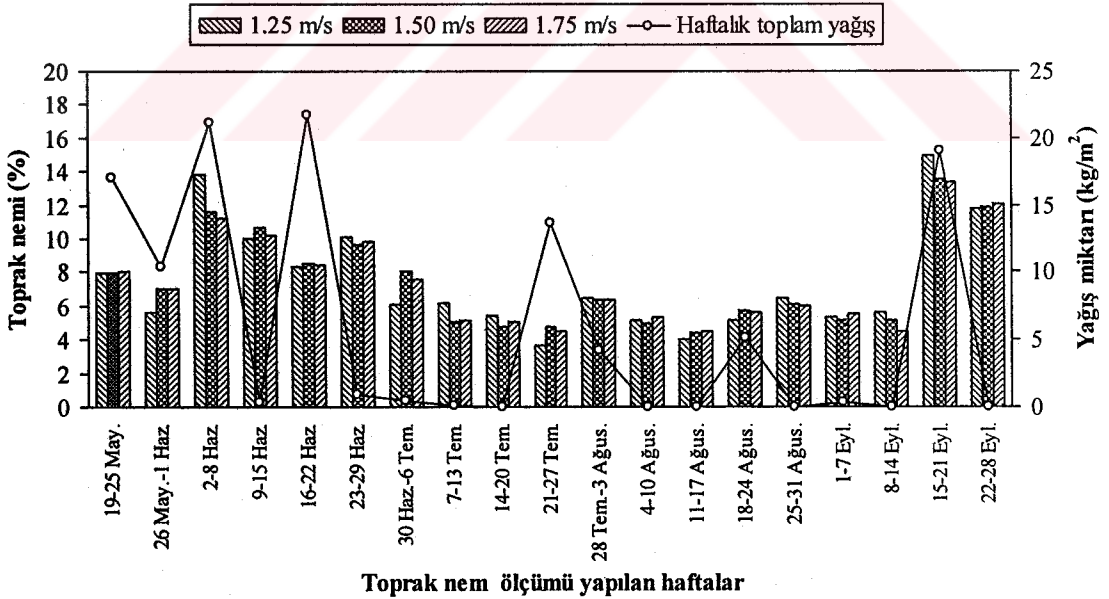
Şekil 4.53. Kültürform kulaklı pullukta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim



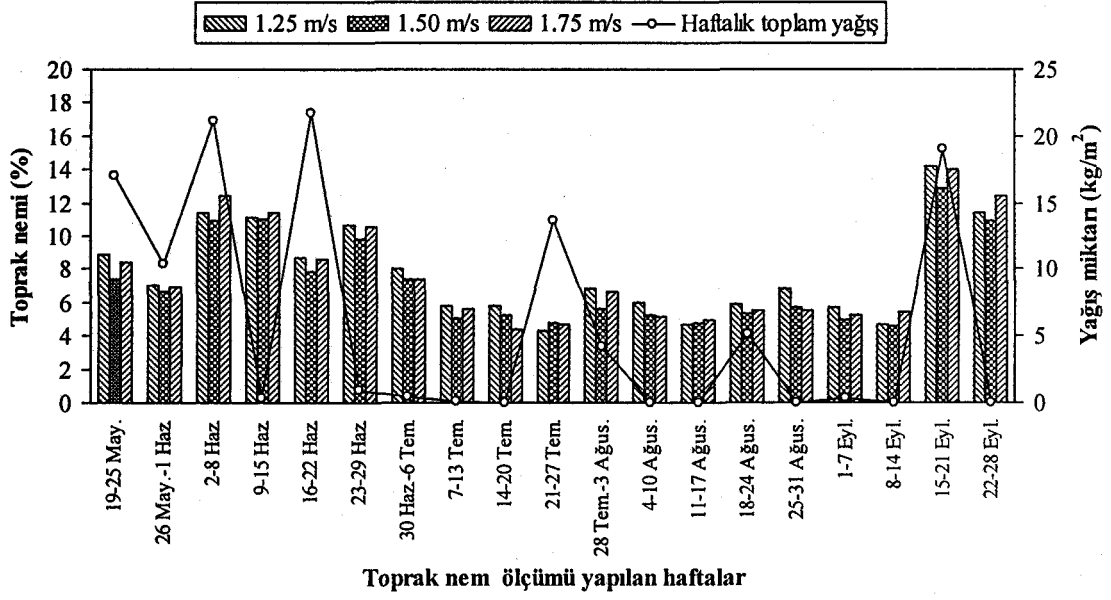
Şekil 4.54. Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmıkta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim



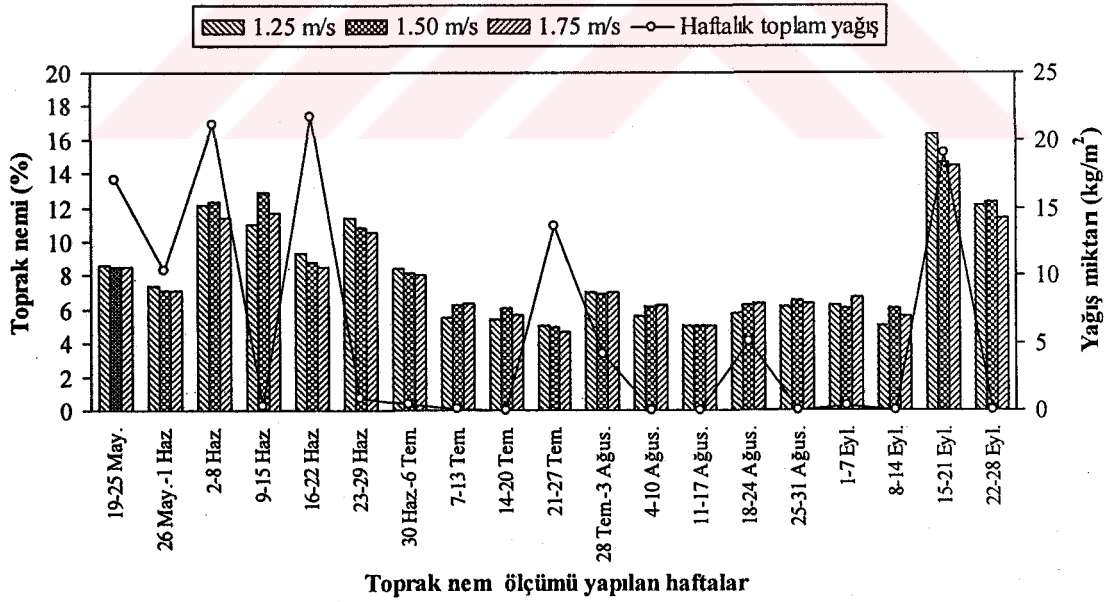
Şekil 4.55. Izgara kulaklı pullukta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim



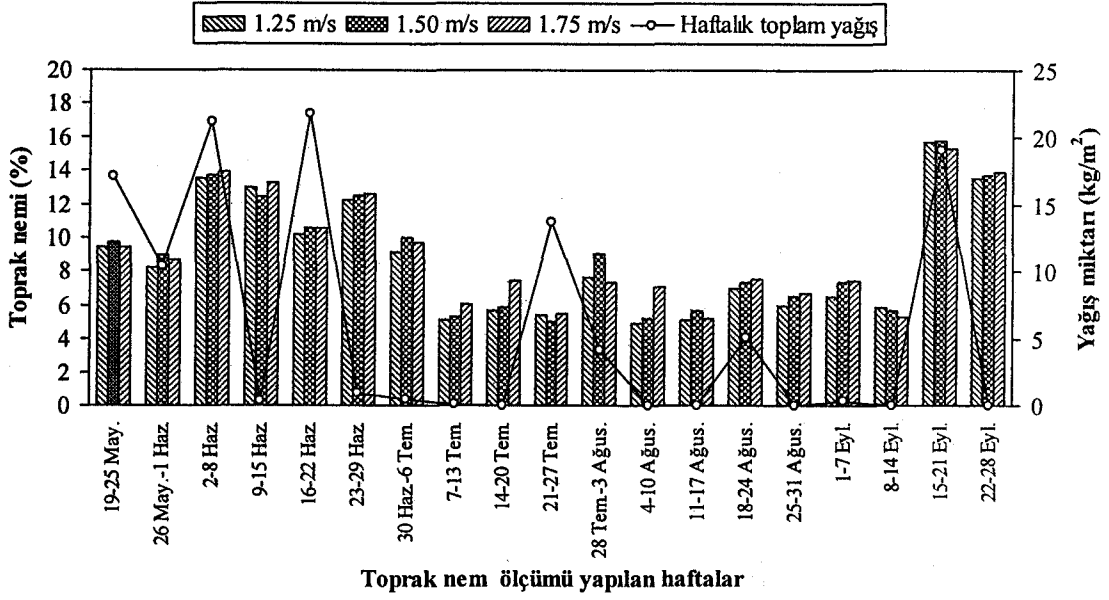
Şekil 4.56. Izgara kulaklı pulluk+döner tırmıkta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim



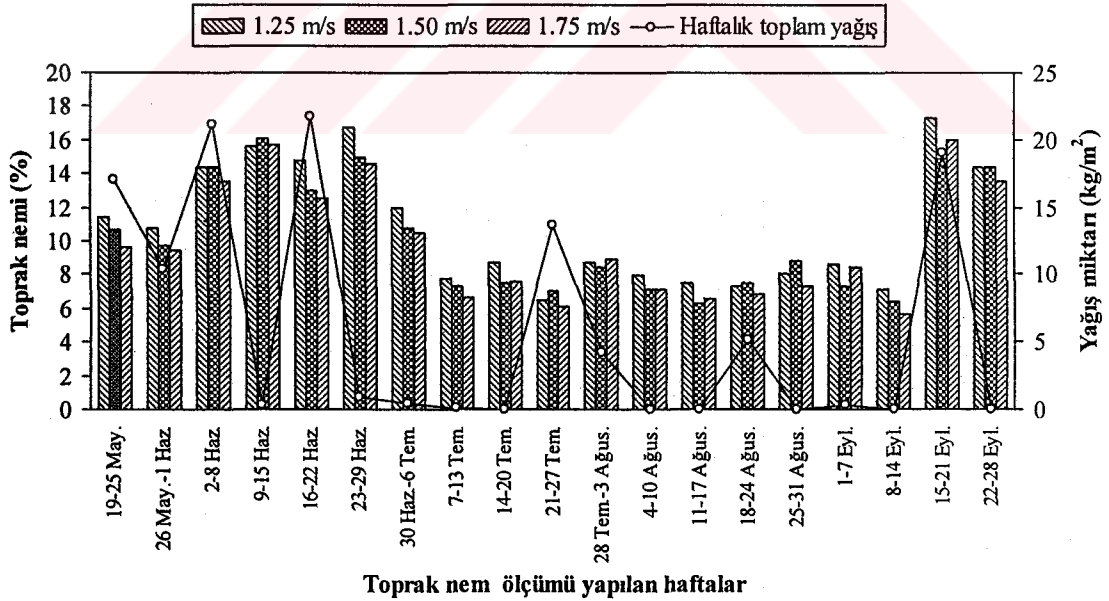
Şekil 4.57. Diskli pullukta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim



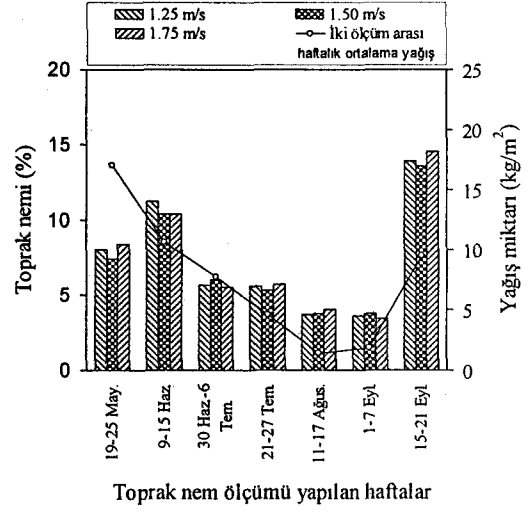
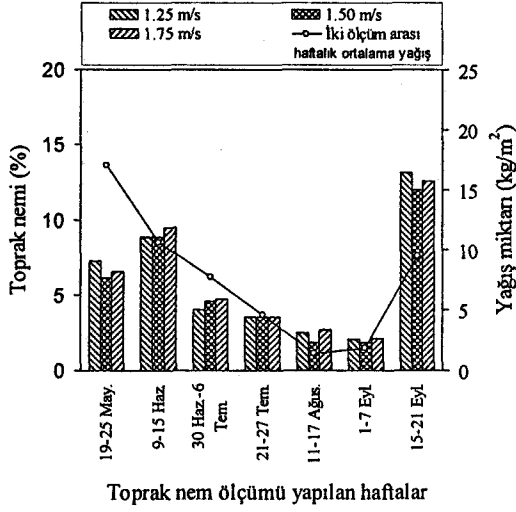
Şekil 4.58. Diskli pulluk+döner tırmıkta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim



Şekil 4.59. Çizel pullukta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim



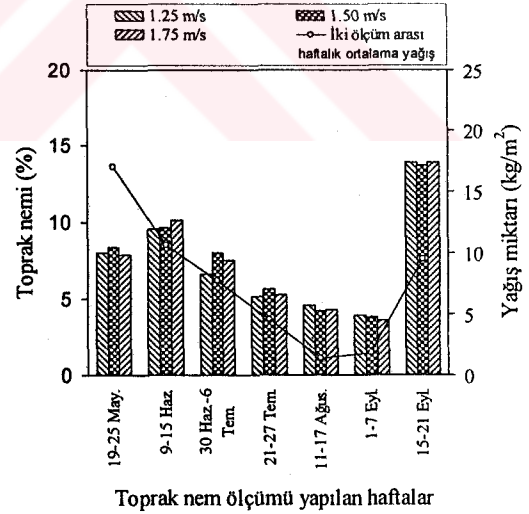
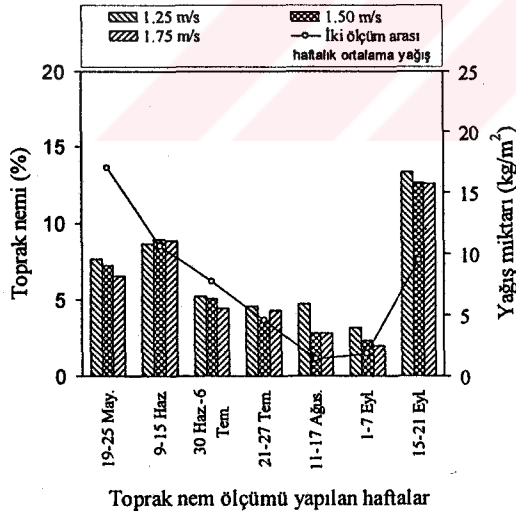
Şekil 4.60. Çizel pulluk+döner tırmıkta zamana ve yağışa bağlı olarak 0-20 cm aralığında toprak nemindeki değişim



a) Kültürform kulaklı pulluk

b) Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık

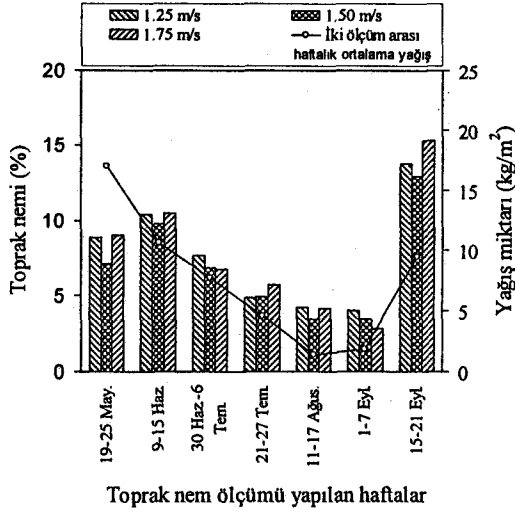
Şekil 4.61. Zamana ve yağışa bağlı olarak 0-12 cm aralığında toprak nemindeki değişim



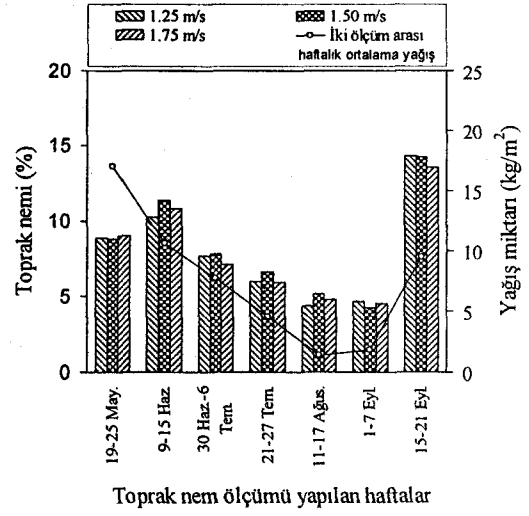
a) İzgara kulaklı pulluk

b) İzgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.62. Zamana ve yağışa bağlı olarak 0-12 cm aralığında toprak nemindeki değişim

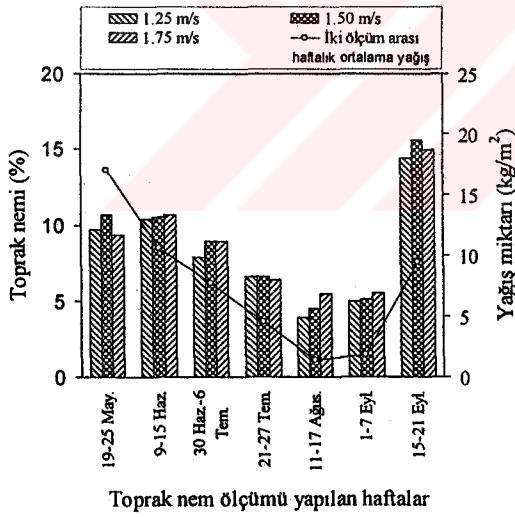


a) Diskli pulluk

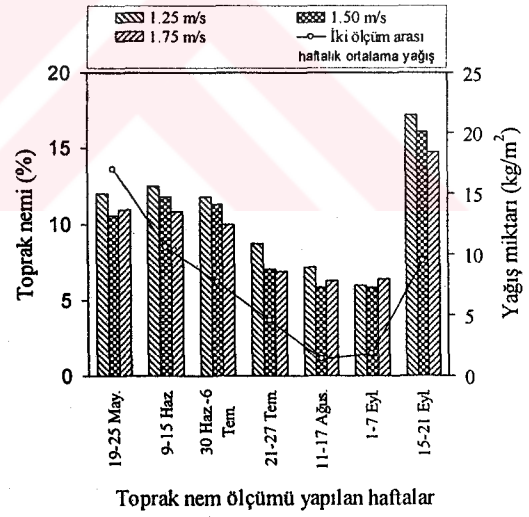


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.63. Zamana ve yağışa bağlı olarak 0-12 cm aralığında toprak nemindeki değişim



a) Çizel pulluk



b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.64. Zamana ve yağışa bağlı olarak 0-12 cm aralığında toprak nemindeki değişim

4.5. Toprak Penetrasyon Direncine İlişkin Sonuçlar

Toprağın ölçme aletine düşey yönde gösterdiği direnç olarak ifade edilen penetrasyon direncinin belirlenmesi için, 0-30 cm derinlikte 5 cm aralıklarla 5 tekerrürlü olarak ölçümler yapılmış ve ortalamalar alınmıştır. Penetrasyon ölçümleri sürümden sonra ve ekimden sonra olacak şekilde iki kısım da yapılmıştır. Sürümden sonra yapılan ölçümler Mayıs ve Temmuz aylarında olmak üzere iki kere yapılmıştır. Sürümden sonra elde edilen penetrasyon değerleri Çizelge 4.57. ve Çizelge 4.58.'de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Mayıs ayı toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri (MPa)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Derinlik (cm)					
		5	10	15	20	25	30
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	0.016	0.030	0.095	0.240	2.619	3.421
	1.50	0.009	0.048	0.073	0.164	2.704	3.088
	1.75	0.005	0.018	0.062	0.228	2.672	3.694
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	0.058	0.091	0.154	0.363	2.765	3.559
	1.50	0.018	0.042	0.086	0.262	2.774	3.523
	1.75	0.026	0.067	0.128	0.344	2.569	2.879
Izgara kulaklı pulluk	1.25	0.034	0.044	0.061	0.178	2.615	3.140
	1.50	0.002	0.023	0.081	0.302	2.525	3.409
	1.75	0.006	0.025	0.074	0.210	2.672	3.333
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	0.027	0.066	0.119	0.386	2.720	3.736
	1.50	0.025	0.059	0.129	0.218	2.571	3.593
	1.75	0.022	0.057	0.096	0.332	2.652	3.292
Diskli pulluk	1.25	0.016	0.123	0.209	0.150	2.207	3.197
	1.50	0.029	0.050	0.126	0.265	2.033	3.774
	1.75	0.004	0.026	0.122	0.367	1.535	3.729
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	0.021	0.069	0.229	0.357	1.324	3.554
	1.50	0.024	0.089	0.233	0.404	2.022	3.805
	1.75	0.013	0.071	0.124	0.153	1.583	3.854
Çizel pulluk	1.25	0.023	0.099	0.325	0.653	2.671	3.512
	1.50	0.048	0.100	0.384	0.423	2.525	3.119
	1.75	0.016	0.133	0.410	0.625	2.568	3.616
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	0.042	0.262	0.448	0.669	2.716	3.385
	1.50	0.093	0.309	0.668	0.808	2.783	2.866
	1.75	0.024	0.142	0.335	0.541	2.704	2.922

Çizelge 4.58. Temmuz ayı toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri (MPa)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Derinlik (cm)					
		5	10	15	20	25	30
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	0.032	0.112	0.131	0.498	2.772	3.215
	1.50	0.009	0.035	0.053	0.137	2.708	3.834
	1.75	0.023	0.047	0.088	0.175	2.733	3.397
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	0.067	0.045	0.141	0.307	2.808	3.620
	1.50	0.052	0.045	0.067	0.478	2.740	3.693
	1.75	0.056	0.087	0.091	0.442	2.646	3.053
Izgara kulaklı pulluk	1.25	0.039	0.048	0.059	0.163	2.558	2.950
	1.50	0.046	0.061	0.079	0.655	2.636	3.618
	1.75	0.063	0.091	0.163	0.139	2.629	3.436
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	0.065	0.093	0.091	0.130	2.610	2.874
	1.50	0.050	0.085	0.097	0.687	2.633	3.406
	1.75	0.046	0.056	0.186	0.459	2.588	3.395
Diskli pulluk	1.25	0.033	0.073	0.124	0.086	1.992	3.258
	1.50	0.057	0.109	0.180	0.234	2.387	3.581
	1.75	0.031	0.095	0.197	0.323	2.811	3.130
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	0.070	0.148	0.187	0.560	2.643	3.359
	1.50	0.062	0.124	0.264	0.382	2.645	3.454
	1.75	0.045	0.059	0.105	0.366	2.242	3.749
Çizel pulluk	1.25	0.064	0.269	0.527	0.724	2.540	3.147
	1.50	0.043	0.137	0.295	0.765	2.744	3.465
	1.75	0.040	0.107	0.336	0.637	2.764	3.457
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	0.090	0.320	0.518	0.899	2.760	3.427
	1.50	0.048	0.157	0.259	1.185	2.702	3.630
	1.75	0.067	0.252	0.461	0.800	2.750	3.455

Mayıs ayında yapılan ölçüm değerlerinin varyans analizi yapılması (Çizelge 4.59., Çizelge 4.60.) ile alet tipi, traktör ilerleme hızı ve interaksiyon ortalamaları arasında çok önemli ve önemli farklar bulunmuştur. Alet tipi 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 cm derinliklerinde çok önemli ($P<0.01$), 25-30 cm derinliklerinde önemli ($P<0.05$) bir etki ortaya çıkarmıştır. Traktör ilerleme hızının penetrasyona etkisi 0-5 cm derinliğinde çok önemli ($P<0.01$), 5-10 ve 10-15 cm derinliklerinde önemli ($P<0.05$) bir etki ortaya çıkarırken, diğer derinliklerde istatistiksel olarak farklılık olmamıştır.

Temmuz ayında yapılan ölçüm değerlerinin varyans analizi edilmesi (Çizelge 4.61, Çizelge 4.62.) ile Mayıs ayı sonuçlarına yakın değerler çıkmıştır. Alet tipi 5-10, 10-15, 15-20 cm derinliklerinde çok önemli ($P<0.01$), 0-5 cm derinliğinde önemli ($P<0.05$) bir etki ortaya çıkarmıştır. 20-25 ve 25-30 cm derinliklerinde önemli bir etki meydana gelmemiştir. Traktör ilerleme hızı 15-20 cm derinliğinde çok önemli ($P<0.01$), 25-30 cm derinliğinde önemli ($P<0.05$) bir etki ortaya çıkarırken diğer derinliklerde istatistiksel olarak farklılık olmamıştır. Alet hız interaksyonu 15-20 cm derinliğinde çok önemli ($P<0.01$) etkiye sahip olmuştur.

Çizelge 4.59. Mayıs ayı toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-5 cm			5-10 cm			10-15 cm		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0001	0.390	0.680	0.0005	0.320	0.725	0.0036	0.990	0.378
Alet	7	0.0017	4.570	0.001*	0.0400	25.060	0.000*	0.2023	55.980	0.000*
Hız	2	0.0020	5.350	0.008*	0.0061	3.830	0.029**	0.0178	4.920	0.012**
Alet*Hız	14	0.0008	2.100	0.030**	0.0041	2.560	0.008*	0.0140	3.870	0.000**
Hata	46	0.0004			0.0016			0.0036		
Toplam	71									

*: $P<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**: $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.60. Mayıs ayı toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	15-20			20-25			25-30		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0183	2.970	0.061	0.1227	0.850	0.434	0.1029	0.640	0.531
Alet	7	0.2526	41.030	0.000*	1.5412	10.670	0.000*	0.3783	2.360	0.038**
Hız	2	0.0040	0.640	0.530	0.0949	0.660	0.523	0.0100	0.060	0.940
Alet*Hız	14	0.0334	5.420	0.000*	0.1063	0.740	0.728	0.2504	1.560	0.128
Hata	46	0.0062			0.1445			0.1606		
Toplam	71									

*: $P<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**: $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.61. Temmuz ayı toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-5 cm			5-10 cm			10-15 cm		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0005	0.830	0.440	0.0070	1.500	0.233	0.0097	0.780	0.465
Alet	7	0.0018	2.900	0.014**	0.0378	8.120	0.000*	0.1525	12.270	0.000*
Hız	2	0.0010	1.650	0.203	0.0142	3.060	0.057	0.0230	1.850	0.168
Alet*Hız	14	0.0005	0.730	0.735	0.0065	1.390	0.197	0.0183	1.480	0.159
Hata	46	0.0006			0.0047			0.0124		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.62. Temmuz ayı toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	15-20			20-25			25-30		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0595	1.800	0.177	0.1113	1.060	0.355	0.1120	0.710	0.495
Alet	7	0.5572	16.810	0.000*	0.1362	1.300	0.273	0.1001	0.640	0.722
Hız	2	0.1706	5.150	0.010*	0.0307	0.290	0.747	0.7553	4.820	0.013**
Alet*Hız	14	0.0961	2.900	0.003*	0.1017	0.970	0.497	0.1388	0.890	0.579
Hata	46	0.0332			0.1049			0.1568		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Mayıs ayında penetrasyon direncine etkili olan faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır (Çizelge 4.63.). Yapılan analizlerde en yüksek penetrasyon değerleri 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 ve 20-25 cm derinliğinde ÇPT de, 25-30 cm derinliğinde DPT de olmuştur. En düşük penetrasyon direnci ise 0-5 cm derinliğinde KP, 5-10 ve 10-15 cm derinliğinde IP, 15-20 cm derinliğinde KP, 20-25 cm derinliğinde DPT ve 25-30 cm derinliğinde ÇPT de meydana gelmiştir. Döner tırmık kullanılan aletlerin penetrasyon değerleri kullanılmayanlara göre 0-20 cm aralığındaki tüm derinliklerde daha yüksek çıkmıştır. Dolayısıyla döner tırmık penetrasyon direncini artırmıştır. Tüm alet tiplerinde derinliğin artmasıyla penetrasyon direncinde artma görülmüştür. IP ile IPT penetrasyon ortalama değerlerinin KP ve KPT' ye göre 0-20 cm aralığındaki derinliklerde genelde benzer oldukları görülmüştür. Traktör ilerleme hızının penetrasyon direnci üzerine olan etkisine

bakıldığında ilerleme hızının artması penetrasyon direncinde azalmaya sebep olmuştur. Alet tiplerinin traktör ilerleme hızına bağlı olarak penetrasyon direnci ile derinlik arasındaki ilişki Şekil 4.65., Şekil 4.66., Şekil 4.67. ve Şekil 4.68.'de verilmiştir.

Çizelge 4.63. Mayıs ayı toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Derinlik (cm)					
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Blok	A	0.024	0.084	0.185	0.328	2.377	3.421
	B	0.028	0.090	0.207	0.375	2.517	3.349
	C	0.024	0.081	0.204	0.377	2.422	3.480
	LSD, %P						
Alet tipi	KP	0.010 b ✓	0.032 c	0.077 d	0.211 d	2.665 a	3.401 abc
	KPT	0.034 ab	0.066 bc	0.123 cd	0.323 c	2.703 a	3.320 abc
	IP	0.014 b	0.031 c	0.072 d	0.230 cd	2.604 a	3.294 bc
	IPT	0.025 b	0.061 bc	0.115 cd	0.312 cd	2.648 a	3.540 ab
	DP	0.016 b	0.066 bc	0.152 cd	0.261 cd	1.925 b	3.567 ab
	DPT	0.019 b	0.076 bc	0.195 c	0.305 cd	1.643 b	3.738 a
	ÇP	0.029 ab	0.111 b	0.373 b	0.567 b	2.588 a	3.416 abc
	ÇPT	0.053 a	0.238 a	0.484 a	0.673 a	2.735 a	3.058 c
	LSD, %P	0.024, %1	0.051, %1	0.076, %1	0.099, %1	0.482, %1	0.380, %5
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	0.030 a	0.098 a	0.205 a	0.375	2.455	3.438
	1.50	0.031 a	0.090 ab	0.222 a	0.356	2.492	3.397
	1.75	0.014 b	0.067 b	0.169 b	0.350	2.369	3.415
	LSD, %P	0.015, %1	0.023, %5	0.035, %5			

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Temmuz ayında yapılan ölçümlerde penetrasyon direncine etkili olan faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır (Çizelge 4.64.). Yapılan analizlerde Mayıs ayına benzer şekilde en yüksek penetrasyon direnci değerleri 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 25-30 cm aralığında ÇPT, 20-25 cm aralığında KP de meydana gelmiştir. En düşük penetrasyon değerleri ise 0-5 ve 10-15 cm aralığında KP, 5-10 cm aralığında KPT, 15-20 ve 20-25 cm aralığında DP, 25-30 cm aralığında IPT de meydana gelmiştir. Döner tırmığın kullanıldığı aletlerde

penetrasyon direnci daha yüksek çıkmıştır. Elde edilen değerlerin Mayıs ayında elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi olarak Haziran ayında yağın yağmurlar gösterilebilir.

Alet tiplerinin traktör ilerleme hızına bağlı olarak penetrasyon direnci ile derinlik arasındaki ilişki Şekil 4.69., Şekil 4.70., Şekil 4.71. ve Şekil 4.72.'de verilmiştir.

Çizelge 4.64. Temmuz ayı toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Derinlik (cm)					
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Blok	A	0.045	0.094	0.196	0.438	2.576	3.340
	B	0.054	0.109	0.175	0.441	2.704	3.474
	C	0.050	0.128	0.216	0.525	2.601	3.387
	LSD, %P						
Alet tipi	KP	0.021 c ✓	0.064 c	0.091 b	0.270 c	2.738	3.482
	KPT	0.058 ab	0.059 c	0.099 b	0.409 c	2.732	3.456
	IP	0.049 ab	0.067 c	0.100 b	0.319 c	2.608	3.335
	IPT	0.054 ab	0.078 c	0.125 b	0.425 c	2.611	3.225
	DP	0.040 bc	0.092 bc	0.167 b	0.214 c	2.396	3.323
	DPT	0.059 ab	0.110 bc	0.185 b	0.436 c	2.510	3.521
	ÇP	0.049 ab	0.171 ab	0.386 a	0.709 b	2.683	3.356
	ÇPT	0.068 a	0.243 a	0.413 a	0.961 a	2.737	3.504
	LSD, % P	0.024, %5	0.086, %1	0.141, %1	0.231, %1		
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	0.057	0.139	0.222	0.421 b	2.585	3.231 b
	1.50	0.046	0.094	0.162	0.565 a	2.649	3.585 a
	1.75	0.046	0.099	0.203	0.418 b	2.645	3.384 ab
	LSD, % P				0.141, %1		0.230, %5

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Ekimden sonra 5 tekerrürlü olarak ölçülen penetrasyon dirençlerinin ortalamaları alınmış ve bu değerler Çizelge 4.65.'de verilmiştir.

Çizelge 4.65. Ekimden sonra toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri (MPa)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Derinlik (cm)					
		5	10	15	20	25	30
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	0.218	0.415	0.953	1.048	2.831	4.007
	1.50	0.243	0.320	0.570	0.997	2.797	4.187
	1.75	0.207	0.317	0.680	1.063	2.582	4.296
K. Kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	0.223	0.416	0.823	0.966	2.593	4.092
	1.50	0.203	0.350	0.677	1.073	2.661	4.089
	1.75	0.192	0.200	0.686	0.860	2.790	4.388
Izgara kulaklı pulluk	1.25	0.241	0.260	0.707	0.840	2.983	3.410
	1.50	0.080	0.295	0.647	0.897	2.664	3.549
	1.75	0.257	0.343	0.727	1.122	3.005	3.693
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	0.162	0.230	0.660	0.973	2.932	3.543
	1.50	0.157	0.219	0.717	1.153	2.813	4.187
	1.75	0.180	0.278	0.467	0.597	2.796	4.239
Diskli pulluk	1.25	0.160	0.107	0.520	0.553	2.394	3.788
	1.50	0.135	0.050	0.550	0.888	2.885	3.798
	1.75	0.070	0.189	0.758	1.047	2.745	3.468
Diskli pulluk +döner tırmık	1.25	0.150	0.273	0.817	0.512	2.989	3.638
	1.50	0.091	0.159	0.603	0.662	2.655	3.610
	1.75	0.090	0.087	0.275	0.344	2.607	3.268
Çizel pulluk	1.25	0.165	0.673	1.080	1.025	2.706	4.417
	1.50	0.132	0.410	1.057	1.163	2.744	3.939
	1.75	0.082	0.155	0.967	1.298	2.796	3.619
Çizel pulluk +döner tırmık	1.25	0.138	0.297	0.727	0.892	2.594	3.946
	1.50	0.115	0.563	1.110	1.411	2.506	4.142
	1.75	0.134	0.503	1.260	1.543	2.523	3.778

Ekimden sonra elde edilen penetrasyon direnci değerlerinin varyans analizi edilmesi ile (Çizelge 4.66., Çizelge 4.67.) alet tipi 0-5, 5-10, 15-20, 25-30 cm derinliklerinde çok önemli ($P<0.01$), 10-15 cm derinliklerinde önemli ($P<0.05$), 20-25 cm derinliğinde önemsiz bir etki ortaya çıkarmıştır. Traktör ilerleme hızı ve alet hız etkileşimleri tüm derinliklerde önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.66. Ekimden sonra toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	0-5 cm			5-10 cm			10-15 cm		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0059	1.150	0.324	0.0215	0.670	0.516	0.2882	2.610	0.084
Alet	7	0.0170	3.320	0.006*	0.1195	3.740	0.003*	0.3045	2.760	0.018**
Hız	2	0.0097	1.900	0.162	0.0338	1.050	0.356	0.0224	0.200	0.817
Alet*Hız	14	0.0053	1.040	0.437	0.0460	1.440	0.174	0.0976	0.880	0.579
Hata	46	0.0051			0.0320			0.1103		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

**:P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.67. Ekimden sonra toprak penetrasyon direnci varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	15-20			20-25			25-30		
		KO	F	P	KO	F	P	KO	F	P
Blok	2	0.0304	0.380	0.685	0.0448	0.740	0.482	0.0470	0.300	0.744
Alet	7	0.4839	6.060	0.000*	0.1018	1.690	0.136	0.6341	4.020	0.002*
Hız	2	0.2080	2.600	0.085	0.0084	0.140	0.871	0.0632	0.400	0.672
Alet*Hız	14	0.1166	1.460	0.165	0.0767	1.270	0.261	0.2024	1.280	0.255
Hata	46	0.0799			0.0603			0.1579		
Toplam	71									

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

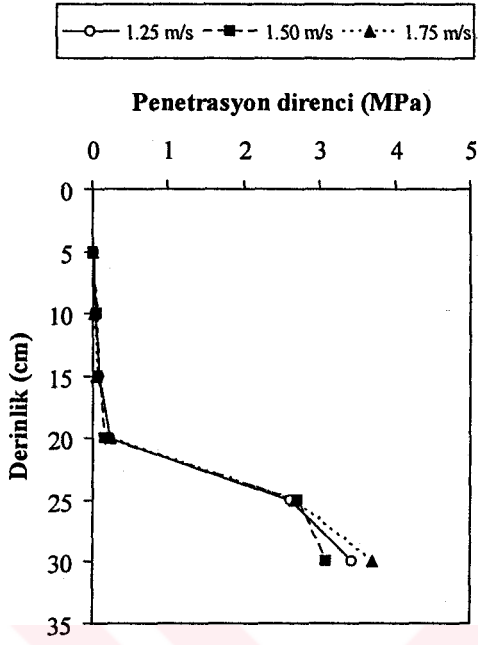
Ekimden sonra penetrasyon direncine etkili olan faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır (Çizelge 4.68.). Yapılan analizlerde 0-5 cm derinliğinde en düşük penetrasyon değerinin 0.110 MPa ile DPT de, en yüksek değer ise 0.223 MPa ile KP de meydana geldiği görülmüştür. IP ve IPT de elde edilen penetrasyon dirençlerinin KP ve KPT den düşük olduğu görülmüştür. 5-10 cm aralığında en yüksek değer 0.454 MPa ile ÇPT de meydana gelirken en düşük değer 0.115 MPa ile DP de meydana gelmiştir. 10-15 ve 15-20 cm derinliğinde elde edilen penetrasyon değerlerinde en yüksek değerler ÇP ve ÇPT de meydana gelmiştir. En düşük penetrasyon değerleri ise DP ve DPT de meydana gelmiştir. 20-25 ve 25-30 cm aralığı işleme derinliği altı olduğundan yüksek değerler ortaya çıkmıştır. Traktör farklı ilerleme hızlarında elde edilen değerlerin istatistiksel olarak farklı olmamasına karşın genel olarak traktör ilerleme hızındaki artışın

penetrasyon direncini düşürdüğü görülmüştür. Ekimden sonra alet tiplerine göre elde edilen penetrasyon değerleri ile derinlik arasındaki ilişki traktör ilerleme hızına bağlı olarak Şekil 4.73., Şekil 4.74., Şekil 4.75., Şekil 4.76.'da verilmiştir.

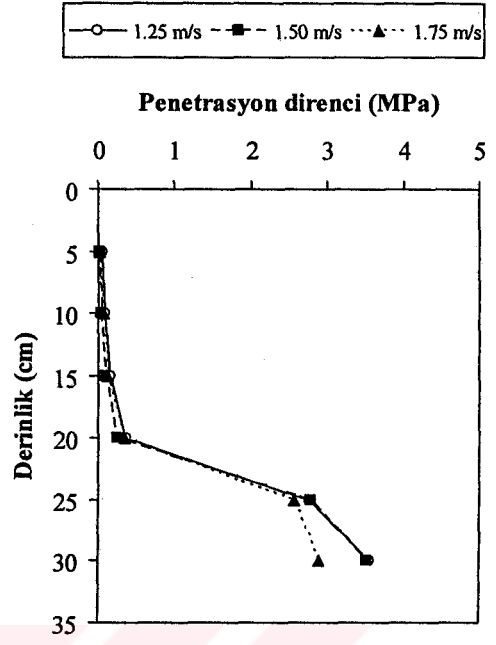
Çizelge 4.68. Ekimden sonra toprak penetrasyon direnci ortalama değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Derinlik (cm)					
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Blok	A	0.177	0.326	0.852	0.981	2.685	3.847
	B	0.147	0.266	0.635	0.915	2.768	3.860
	C	0.154	0.297	0.768	0.971	2.747	3.929
	LSD, %P						
Alet tipi	KP	0.223 a ✓	0.351 abc	0.734 ab	1.036 ab	2.737	4.163 a
	KPT	0.206 ab	0.322 abc	0.729 ab	0.966 ab	2.681	4.190 a
	IP	0.193 ab	0.300 abc	0.693 ab	0.953 ab	2.884	3.551 b
	IPT	0.166 ab	0.242 abc	0.614 b	0.908 ab	2.847	3.990 ab
	DP	0.122 ab	0.115 c	0.609 b	0.829 bc	2.675	3.685 ab
	DPT	0.110 b	0.173 bc	0.565 b	0.506 c	2.750	3.505 b
	ÇP	0.126 ab	0.413 ab	1.034 a	1.162 ab	2.749	3.992 ab
	ÇPT	0.129 ab	0.454 a	1.032 a	1.282 a	2.541	3.955 ab
	LSD, % P	0.09, %1	0.227, %1	0.315, %5	0.358, %1		0.503, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	0.182	0.334	0.786	0.851	2.753	3.855
	1.50	0.145	0.296	0.741	1.030	2.716	3.938
	1.75	0.151	0.259	0.727	0.984	2.731	3.844
	LSD, % P						

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

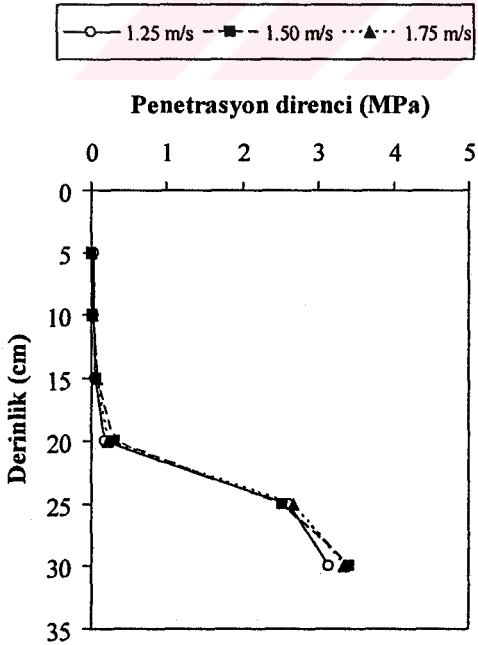


a) Kültürform kulaklı pulluk

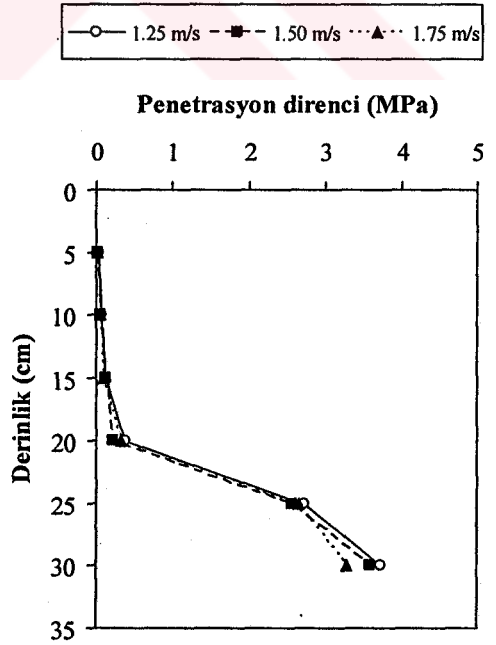


b) Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.65. Mayıs ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

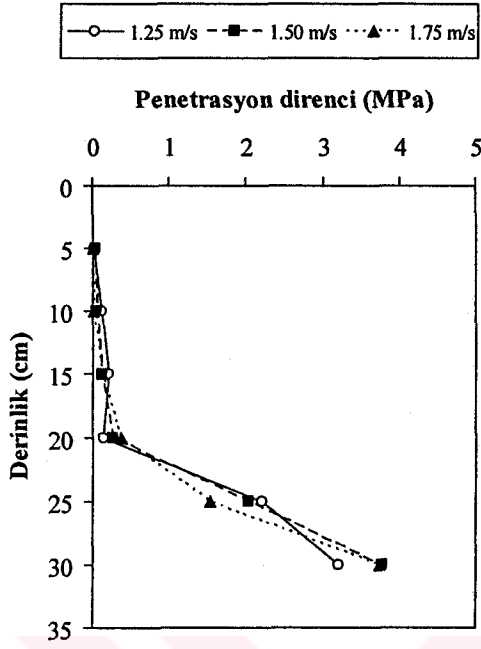


a) Izgara kulaklı pulluk

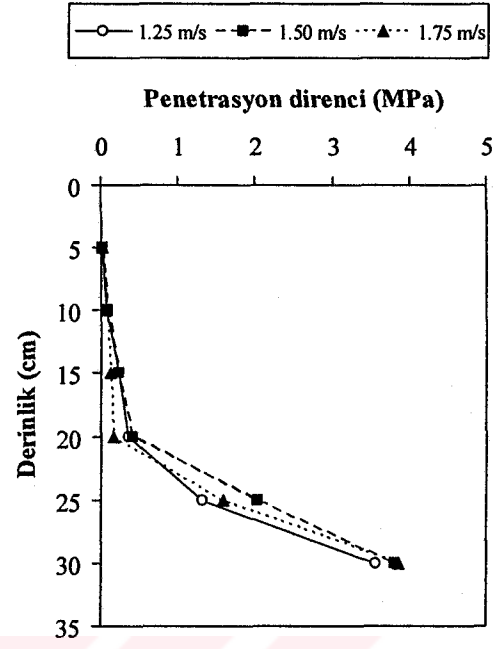


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.66. Mayıs ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

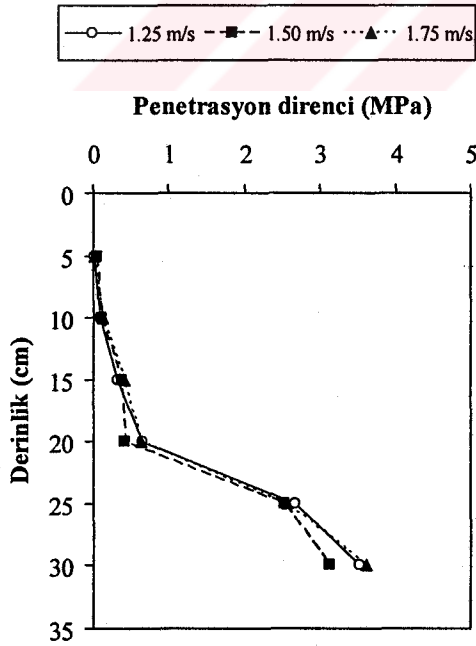


a) Diskli pulluk

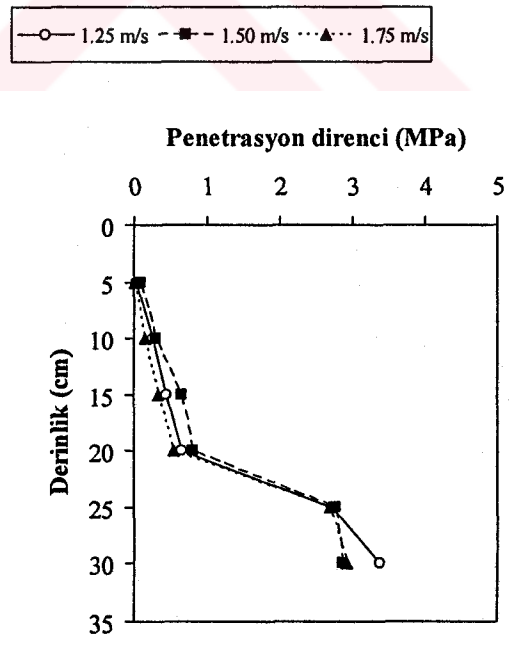


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.67. Mayıs ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

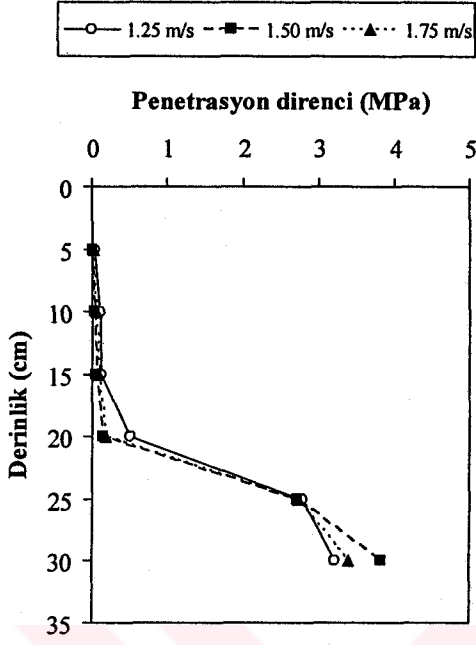


a) Çizel pulluk

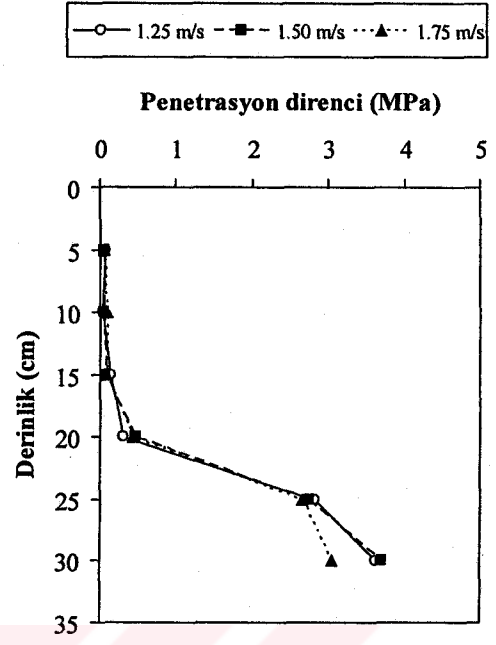


b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.68. Mayıs ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

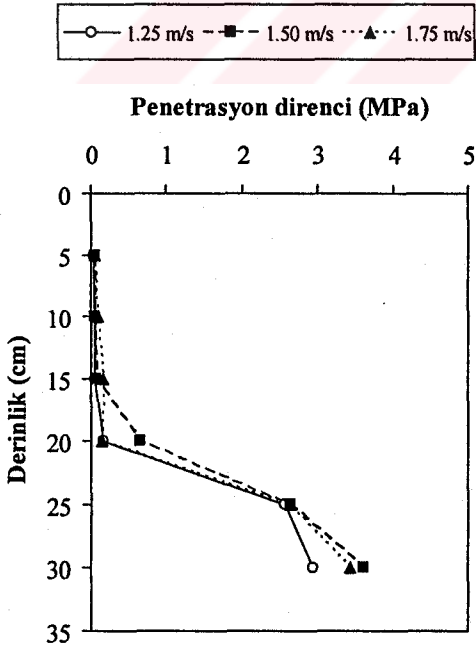


a) Kültürform kulaklı pulluk

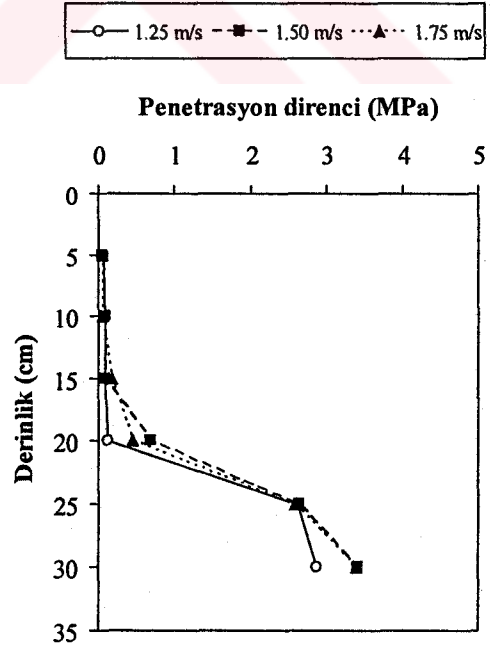


b) Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.69. Temmuz ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

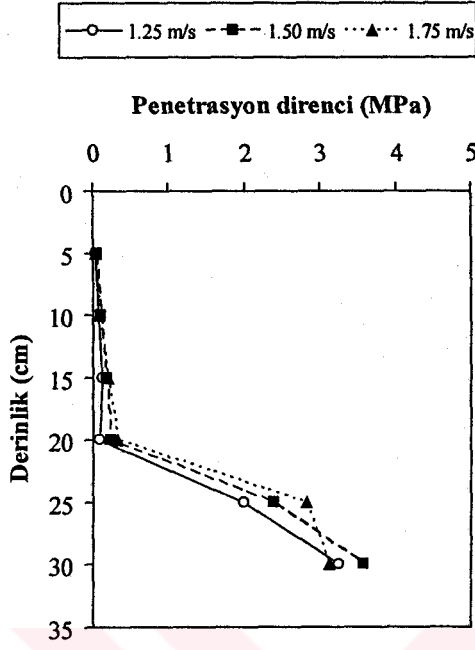


a) Izgara kulaklı pulluk

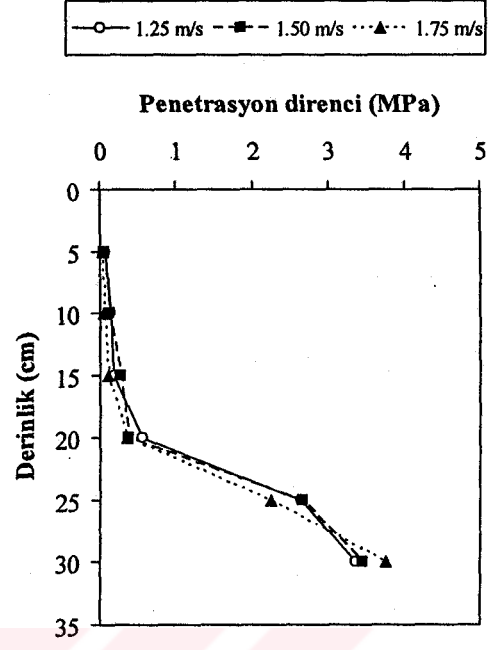


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.70. Temmuz ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

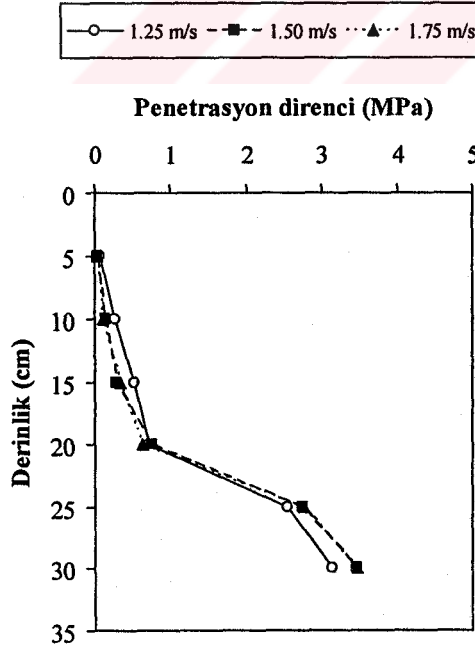


a) Diskli pulluk

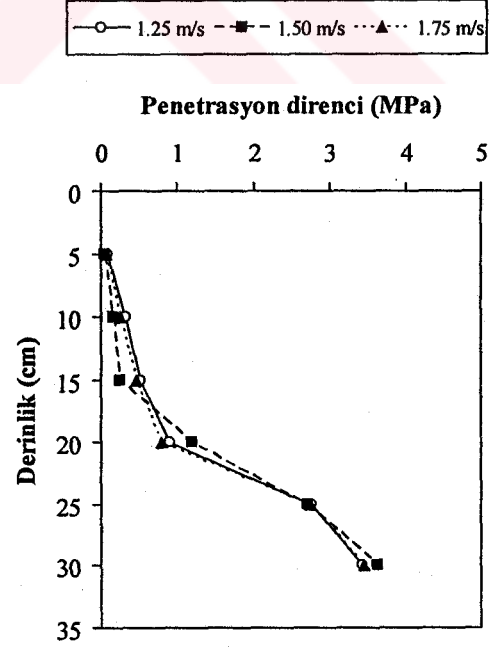


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.71. Temmuz ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

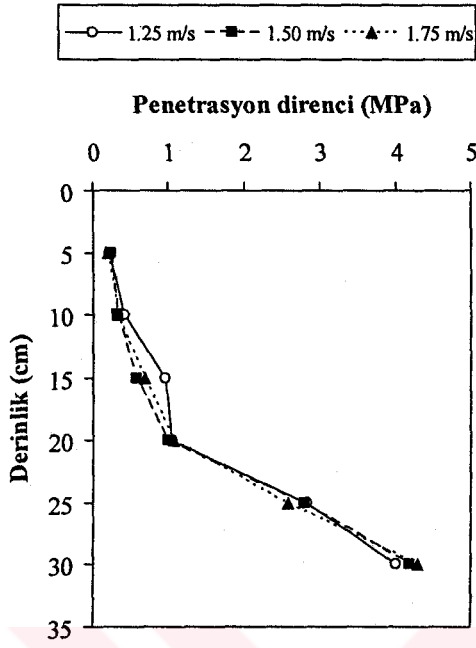


a) Çizel pulluk

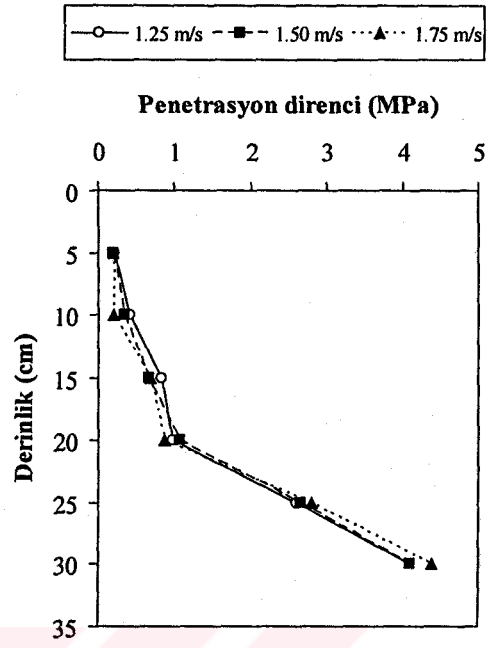


b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.72. Temmuz ayında traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

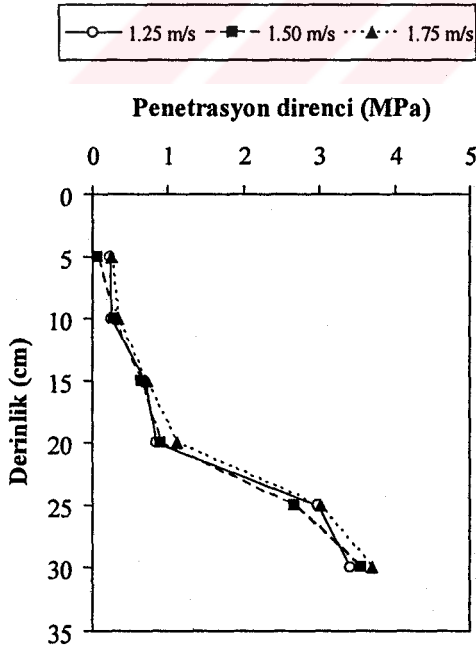


a) Kültürform kulaklı pulluk

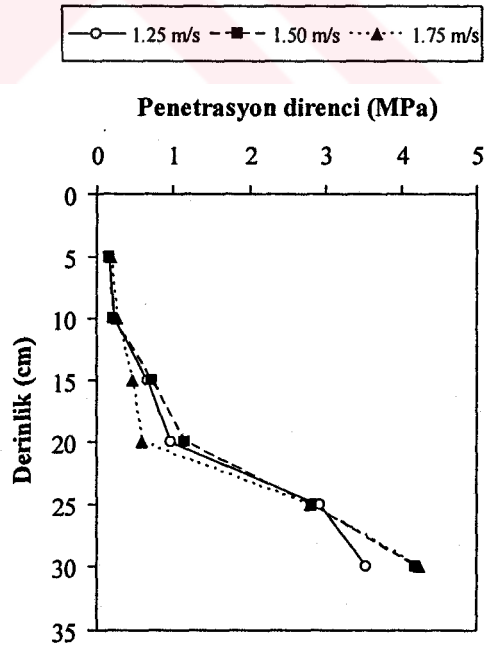


b) Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.73. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

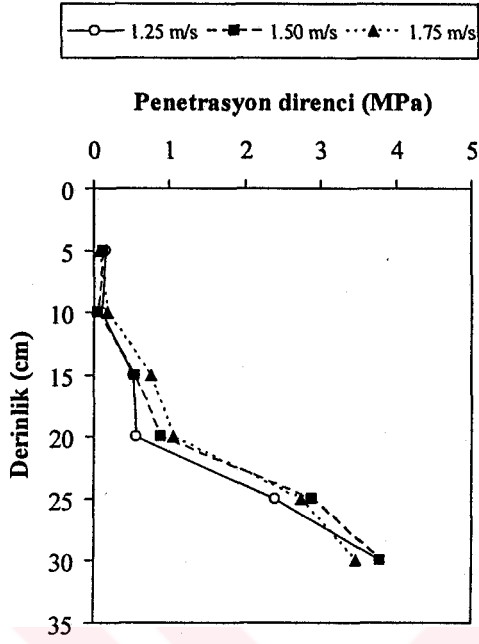


a) Izgara kulaklı pulluk

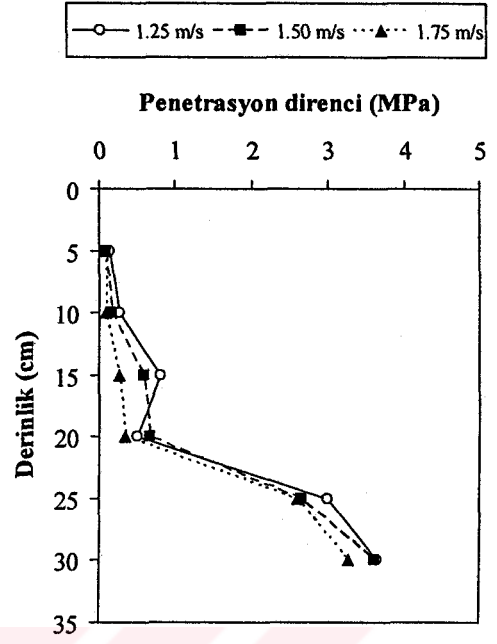


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.74. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

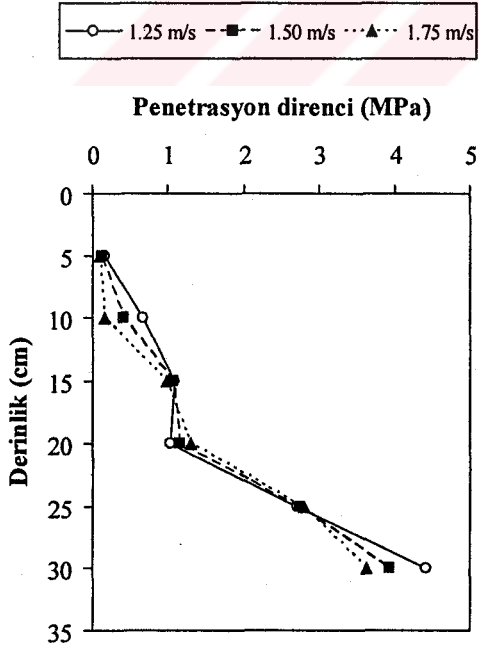


a) Diskli pulluk

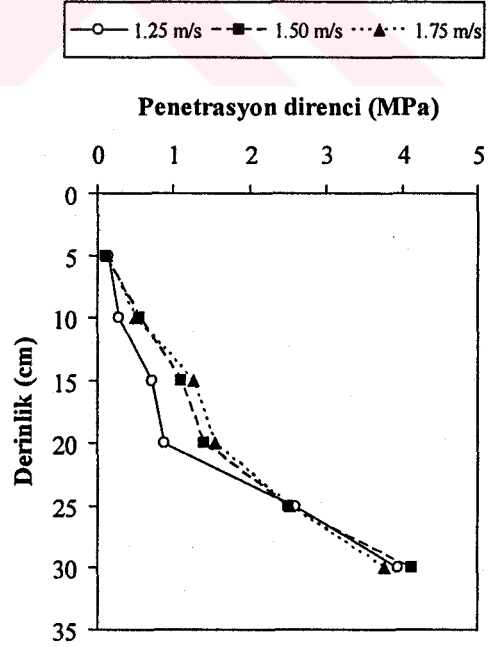


b) Diskli pulluk+döner tırmık

Şekil 4.75. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki



a) Çizel pulluk



b) Çizel pulluk+döner tırmık

Şekil 4.76. Ekimden sonra traktör ilerleme hızına bağlı olarak, toprak penetrasyon direnci ve derinlik arasındaki ilişki

4.6. Buğday Filiz Çıkışlarına İlişkin Sonuçlar

Denemede buğday filiz çıkışına alet tipi ve traktör ilerleme hızının etkisini belirlemek için buğday ekimi yapıldıktan sonra bitki çıkışları gözlenmiştir. Bitki çıkışlarının başlamasıyla her parselden 3 farklı çiziye kazık çakılarak bu kazıklardan itibaren bir metrelik mesafe 3 gün aralıklarla 5 defa sayılmıştır. Sayılan bu değerlerin ortalaması alınarak ortalama çıkış süresi (OÇS), çıkış oran indeksi (ÇOI) ve metrekaredeki ortalama bitki sayısı belirlenmiştir. Elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.69.'da verilmiştir.

Çizelge 4.69.'da görüleceği gibi en yüksek OÇS değeri 1.25 m/s ilerleme hızında 17.558 ile KP de olurken, en düşük değer 1.50 m/s ilerleme hızında 13.654 ile ÇP de meydana gelmiştir. Ortalama OÇS' ye ait verilerin varyans analizi Çizelge 4.70.'de verilmiştir. Analizlerde alet tipi OÇS' yi önemli derecede ($P<0.01$) etkilerken traktör ilerleme hızı ve alet hız interaksyonu etkisiz bulunmuştur. OÇS' ye etkili olan alet tiplerinin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır (Çizelge 4.73.). Analizlerde ÇP ve ÇPT' nin bitki çıkış süresini kısalttığı ve diğer aletlere göre daha avantajlı olduğu görülmüştür. Genel olarak ortalamalara bakıldığında döner tırmığın OÇS' yi düşürdüğü ve 1.5 m/s traktör ilerleme hızında daha hızlı bir çıkışın elde edildiği görülmüştür.

Metrekaredeki bitki sayısının OÇS' ye bölünmesiyle elde edilen ÇOI bitki çıkışlarında dikkate alınan önemli bir kriterdir. Çünkü ne kadar çok bitki ne kadar kısa sürede topraktan çıkarsa verimi o derece olumlu etkilemektedir. Bu nedenle bu değer yüksek olması bitki verimi için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Çizelge 4.69'da en yüksek ÇOI ortalama değeri 1.5 m/s traktör ilerleme hızında 25.840 ile ÇPT de meydana gelirken en düşük değer 1.25 m/s traktör ilerleme hızında 17.384 ile KP de meydana gelmiştir. Ortalama ÇOI' ye ait verilerin varyans analizi Çizelge 4.71.'de verilmiştir. Analizlerde alet tipi ÇOI' yi çok önemli derecede ($P<0.01$), traktör ilerleme hızı önemli ($P<0.05$) derecede etkilemiştir. Alet hız interaksyonu etkisiz bulunmuştur.

Çizelge 4.69. Ortalama çıkış süresi (OÇS), çıkış oran indeksi (ÇOI) ve metrekaredeki ortalama bitki sayısı

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	OÇS (gün)	ÇOI	Bitki/m ²
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	17.558	17.384	306
	1.50	16.434	19.443	319
	1.75	15.868	20.020	315
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	16.369	19.425	318
	1.50	15.828	21.551	341
	1.75	16.478	19.867	328
Izgara kulaklı pulluk	1.25	16.122	19.709	319
	1.50	15.578	22.235	347
	1.75	15.606	20.927	325
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	15.929	20.488	326
	1.50	15.127	23.375	352
	1.75	16.181	21.293	343
Diskli pulluk	1.25	15.389	21.126	325
	1.50	16.144	21.608	347
	1.75	16.016	21.235	339
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	15.455	22.264	344
	1.50	15.993	22.513	358
	1.75	15.803	21.039	332
Çizel pulluk	1.25	16.475	22.365	368
	1.50	13.654	25.117	343
	1.75	14.277	24.040	341
Çizel pulluk+döner tırmık	1.25	14.537	24.616	358
	1.50	14.483	25.840	374
	1.75	14.153	25.551	361

Analizlerde ÇPT' nin diğer aletlerden çok önemli derecede ($P<0.01$) daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. En düşük değer ise KP de meydana gelmiştir. Döner tırmık istatistiksel olarak olmasa da ÇOI değerini artırmıştır. Traktör ilerleme hızı ÇOI' yi önemli derecede etkilemiştir. En yüksek değer 1.5 m/s de elde edilirken, en düşük değer 1.25 m/s de elde edilmiştir.

Çizelge 4.70. Ortalama çıkış süresine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Blok	2	5.694	2.847	3.180	0.051
Alet	7	32.840	4.691	5.240	0.000*
Hız	2	4.289	2.144	2.400	0.102
Alet*Hız	14	18.124	1.295	1.450	0.171
Hata	46	41.172	0.895		
Toplam	71	102.118			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.71. Çıkış oran indeksine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Blok	2	7.003	3.502	0.650	0.524
Alet	7	252.555	36.079	6.740	0.000*
Hız	2	38.443	19.222	3.590	0.035**
Alet*Hız	14	21.628	1.545	0.290	0.993
Hata	46	246.081	5.350		
Toplam	71	565.711			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

** :P<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Çizelge 4.72. Metrekaredeki ortalama bitki sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Blok	2	4419.000	2209.000	1.920	0.158
Alet	7	14785.000	2112.000	1.840	0.102
Hız	2	2990.000	1495.000	1.300	0.282
Alet*Hız	14	3957.000	283.000	0.250	0.997
Hata	46	52812.000	1148.000		
Toplam	71	78963.000			

Çizelge 4.73. Ortalama çıkış süresine, çıkış oran indeksine ve metrekaresindeki bitki sayısına ilişkin ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

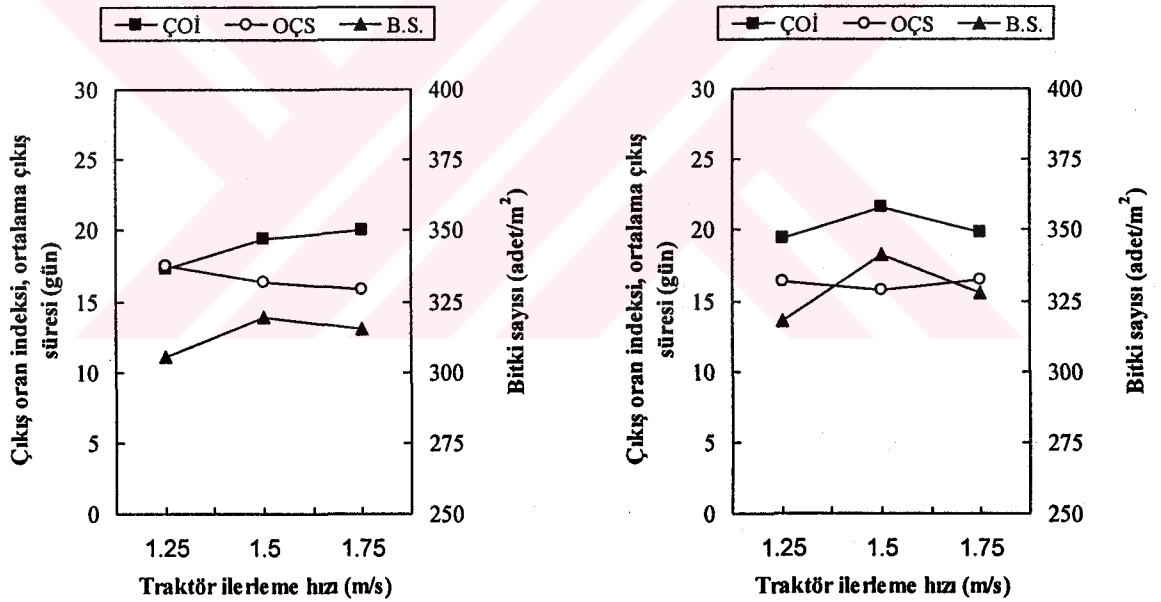
Faktörler		Ortalama çıkış süresi (gün)	Çıkış oran indeksine	Bitki /m ²
Blok	A	15.271	21.985	334
	B	15.712	21.353	333
	C	15.949	22.041	350
	LSD, % P			
Alet tipi	KP	16.620 a ✓	18.949 c	313
	KPT	16.225 a	20.281 c	329
	IP	15.769 ab	20.957 bc	330
	IPT	15.746 ab	21.719 bc	340
	DP	15.850 ab	21.323 bc	337
	DPT	15.750 ab	21.939 bc	345
	ÇP	14.802 bc	23.841 ab	351
	ÇPT	14.391 c	25.335 a	364
	LSD, % P	1.198, %1	2.930, %1	
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	15.979	20.922 b	333
	1.50	15.405	22.710 a	348
	1.75	15.548	21.747 ab	335
	LSD, % P		1.344, %5	

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

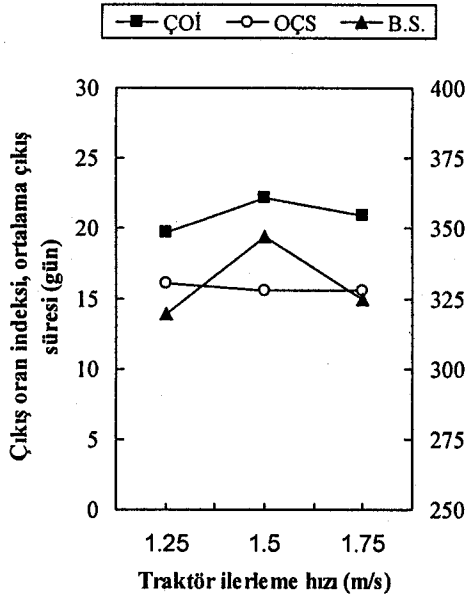
Metrekaredeki bitki sayısı ortalama değerlerinden en yükseği 1.5 m/s traktör ilerleme hızında 374 bitki/m² ile ÇPT de meydana gelirken, en düşük bitki çıkışı 1.25 m/s traktör ilerleme hızında 306 bitki/m² ile KP de meydana gelmiştir (Çizelge 4.69.). Metrekaredeki ortalama bitki sayısından hareketle yapılan varyans analizinde (Çizelge 4.72.) bitki çıkışına istatistiksel olarak hiçbir faktörün etkili olmadığı görülmüştür. Ancak Çizelge 4.72.'de ki ortalamalara bakıldığında en yüksek bitki çıkışının 364 Bitki/m² ile ÇPT de meydana geldiği, en düşük bitki çıkışının ise KP de meydana geldiği görülmüştür. Döner tırmığın kullanıldığı alet tiplerinin hepsinde kullanılmayanlara göre bitki çıkışları daha yüksek olmuştur. Ayrıca 1.5 m/s ilerleme hızında daha yüksek bitki çıkışı elde edilmiştir.

OÇS, ÇOI ve metrekaresindeki bitki sayısı değerlerine bakıldığında en iyi değerlerin ÇP ve ÇPT de, en düşük değerlerin ise KP de meydana geldiği görülmüştür. IP ve DP'nin KP'ye göre daha avantajlı olduğu ve döner tırmığın, aletlerin hepsini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Traktör ilerleme hızının 1.5 m/s olması diğer hızlara oranla avantaj sağlamıştır.

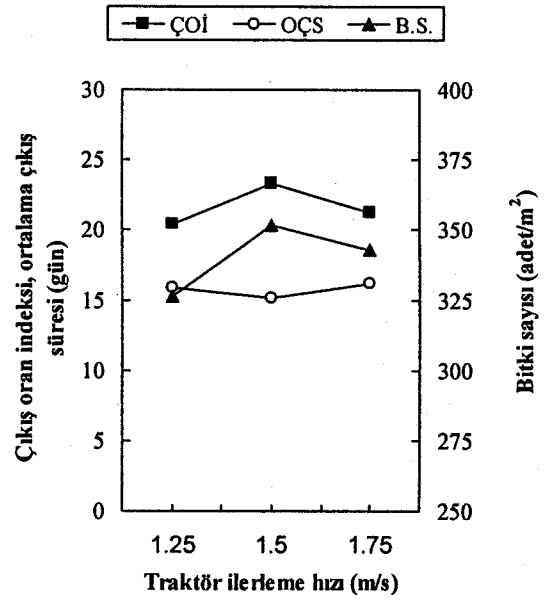
Alet tiplerinin, traktör ilerleme hızına göre ortalama çıkış süresi (OÇS), çıkış oran indeksi (ÇOI) ve metrekaresindeki ortalama bitki sayısı (Bitki/m²) değişimi Şekil 4.77., Şekil 4.78., Şekil 4.79. ve Şekil 4.80.'de verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.81., Şekil 4.82. ve Şekil 4.83.'de sırasıyla OÇS, ÇOI ve metrekaresindeki bitki sayılarındaki değişim alet tipine ve traktör ilerleme hızına göre verilmiştir.



Şekil 4.77. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama çıkış süresi, çıkış oran indeksi ve metrekaresindeki bitki sayısı

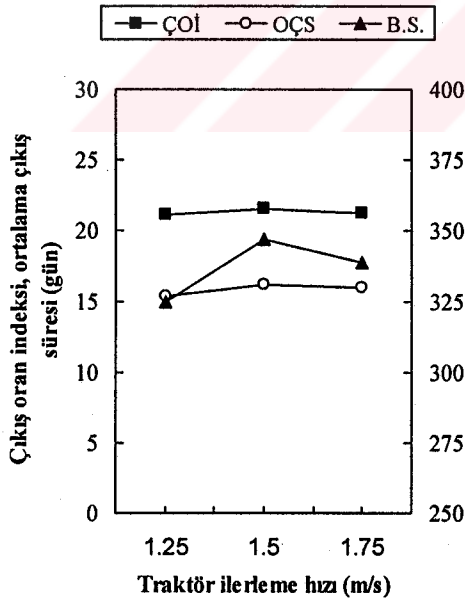


a) Izgara kulaklı pulluk

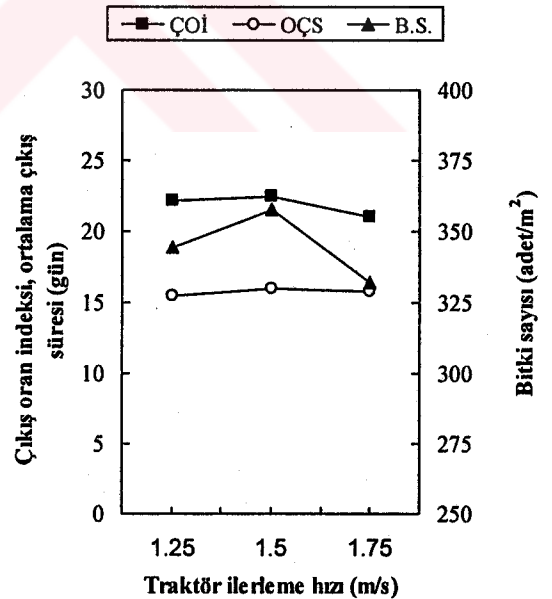


b) Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık

Şekil 4.78. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama çıkış süresi, çıkış oran indeksi ve metrekaresindeki bitki sayısı

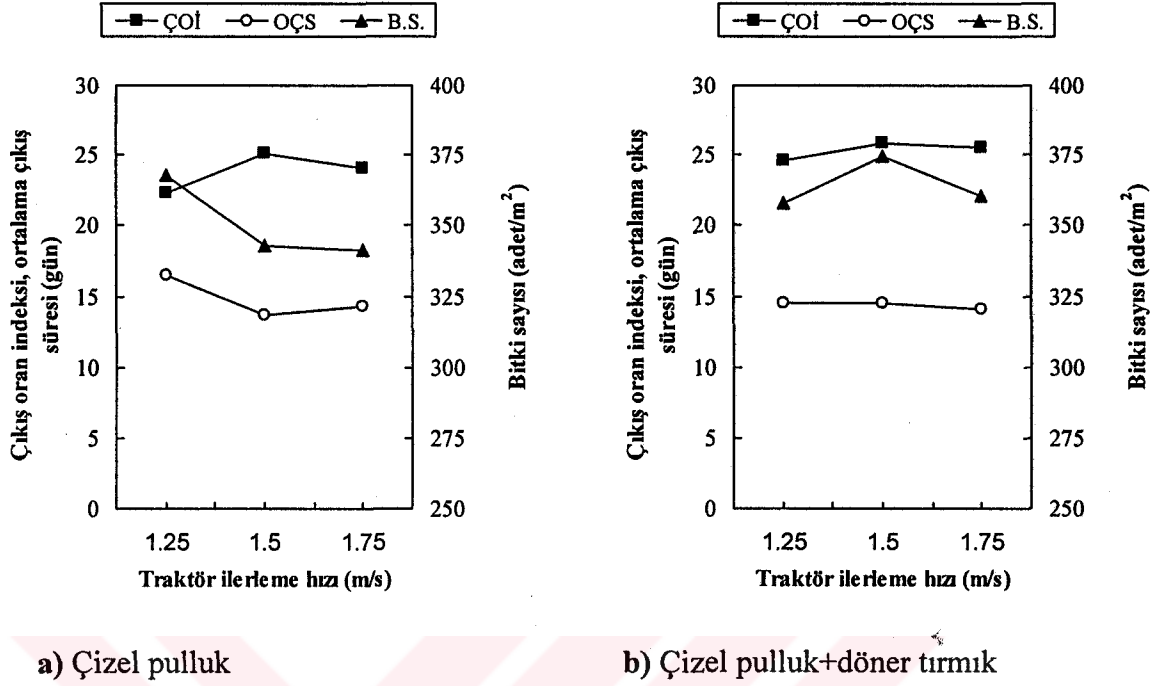


a) Diskli pulluk

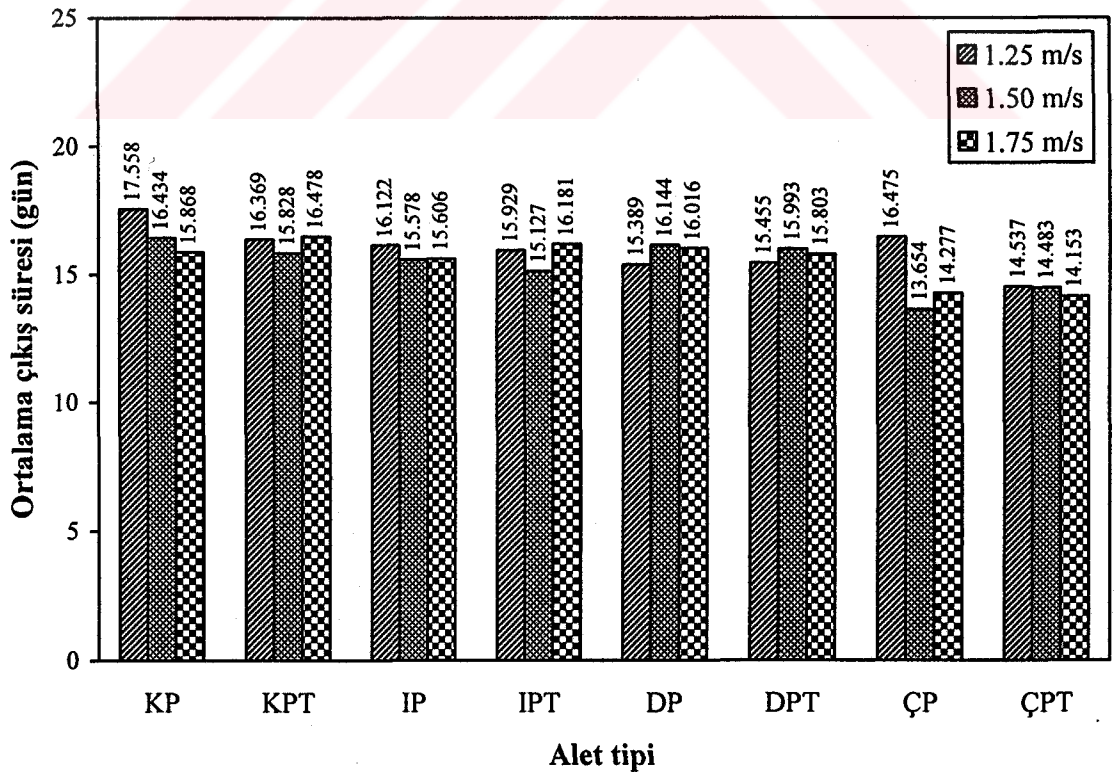


b) Diskli pulluk+döner tırmık

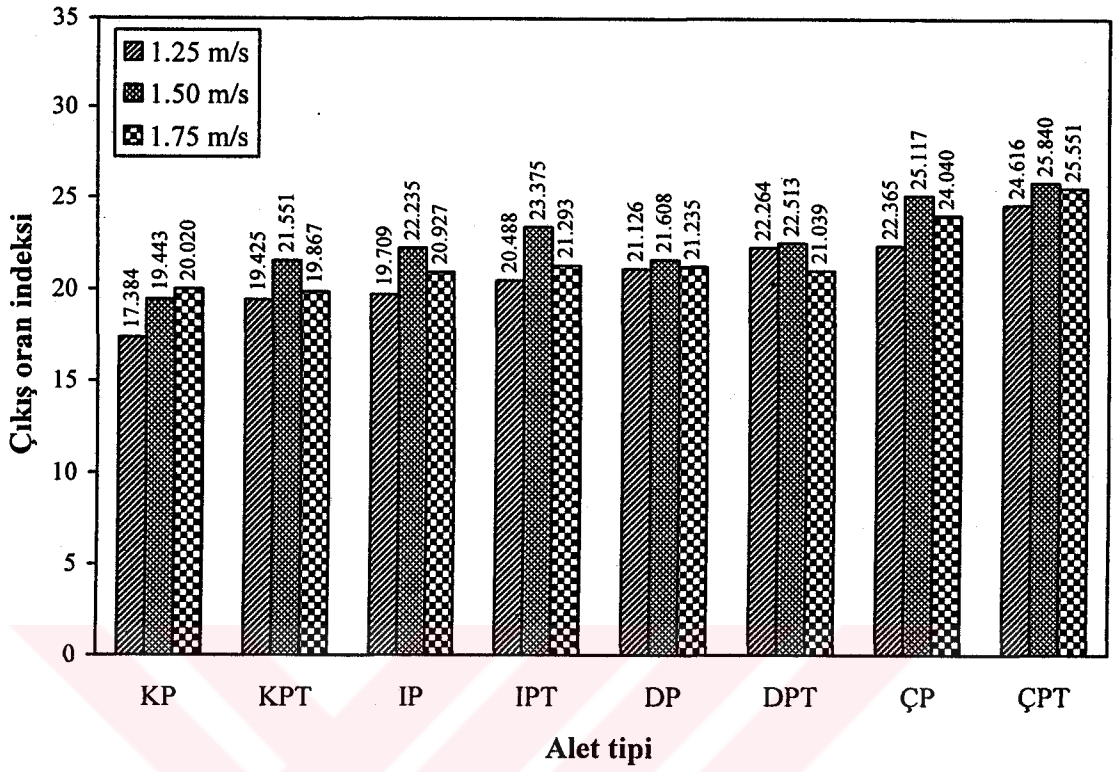
Şekil 4.79. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama çıkış süresi, çıkış oran indeksi ve metrekaresindeki bitki sayısı



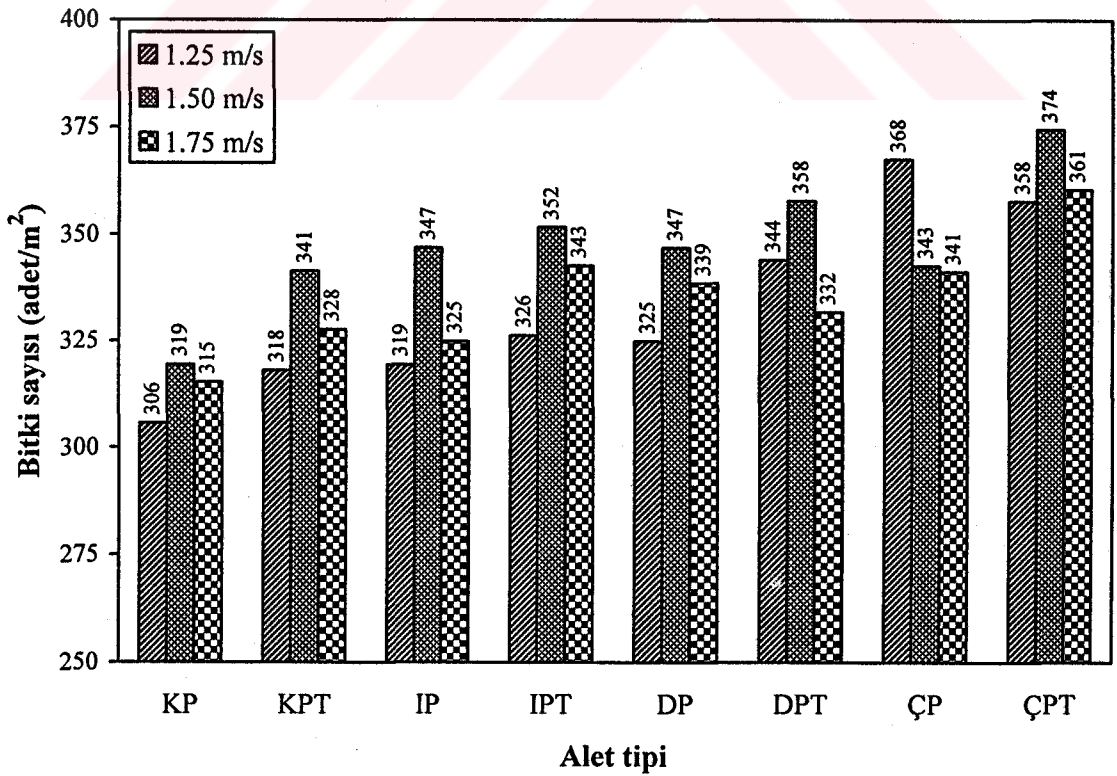
Şekil 4.80. Traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama çıkış süresi, çıkış oran indeksi ve metrekaresindeki bitki sayısı



Şekil 4.81. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama çıkış süresi



Şekil 4.82. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak çıkış oran indeksi



Şekil 4.83. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak metrekaresindeki bitki sayısı

4.7. Yabancı Ot Çıkışlarına İlişkin Sonuçlar

Buğday içerisindeki yabancı ot miktarının, alet tipi ve traktör ilerleme hızıyla etkilenip etkilenmediğini ortaya koymak amacıyla Mayıs ayının ikinci haftası 1 m² alana sahip kare çerçeveye 2 tekerrürlü olarak yabancı ot sayımları yapılmıştır. Sayımlarda elde edilen değerler Çizelge 4.74.'de verilmiştir. Tabloda en yüksek yabancı ot değeri 1.75 m/s traktör ilerleme hızında 485 adet/m² ile ÇP de, en düşük değer ise 1.5 m/s traktör ilerleme hızında 163 adet/m² ile IP de meydana gelmiştir.

Çizelge 4.74. Yabancı ot ortalama çıkış değerleri (adet/m²)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Yabancı ot
		Adet/m ²
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	191
	1.50	209
	1.75	222
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	262
	1.50	266
	1.75	262
Izgara kulaklı pulluk	1.25	292
	1.50	163
	1.75	192
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	228
	1.50	237
	1.75	297
Diskli pulluk	1.25	274
	1.50	218
	1.75	175
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	237
	1.50	276
	1.75	320
Çizel pulluk	1.25	379
	1.50	313
	1.75	485
Çizel pulluk+döner tırmık	1.25	423
	1.50	332
	1.75	464

Ortalama yabancı ot çıkış değerlerinden hareketle yapılan varyans analizlerinde, blok ve alet tipi etkisi çok önemli ($P<0.01$) düzeyde bulunmuştur (Çizelge 4.75.). Traktör ilerleme hızı ve alet hız interaksyonuna ilişkin sonuçlar önemsiz çıkmıştır.

Yabancı ot çıkışlarına etkili olan faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır (Çizelge 4.76.). Yapılan analizlerde A ve C bloklarında elde edilen ortalama değerlerin benzer, B bloğu ise farklı ve daha düşük ortalama sahip olmuştur. Bunun böyle olmasının en büyük nedeni B bloğunun tarlanın orta kısmında olması nedeniyle bu blok tarla çevresindeki yabancı otlara daha uzak kalarak daha az etkilenmiştir. Yapılan analizlerde ÇP ve ÇPT' nin yabancı ot çıkışına önemli derecede etki ettiği görülmüştür. En yüksek yabancı ot çıkışları ÇP ve ÇPT de görülmüştür. ÇP ve ÇPT' nin toprağı devirmeden alttan işlemesi ve tırmık kısmının yüzeyde kalan yabancı ot tohumlarını toprağı karıştırması yabancı ot çıkışlarını artırmıştır. İstatistiksel olarak KP, KPT, IP, IPT, DP ve DPT ortalamalarının birbirinden farksız olmasına rağmen döner tırmığın kullanılması yabancı ot çıkışlarını artırmıştır. En düşük yabancı ot çıkışı KP de görülmüştür. Bu aleti sırayla IP ve DP izlemiştir. Traktör ilerleme hızının etkisine bakıldığında en yüksek yabancı ot çıkışları 1.75 m/s traktör ilerleme hızında 302.21 adet/m², en düşük yabancı ot çıkışı ise 1.5 m/s traktör ilerleme hızında 251.71 adet/m² olarak bulunmuştur. Alet tiplerinin traktör ilerleme hızına göre metrekaredeki yabancı ot sayıları Şekil 4.84.'de verilmiştir.

Çizelge 4.75. Yabancı ot ortalama çıkış değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

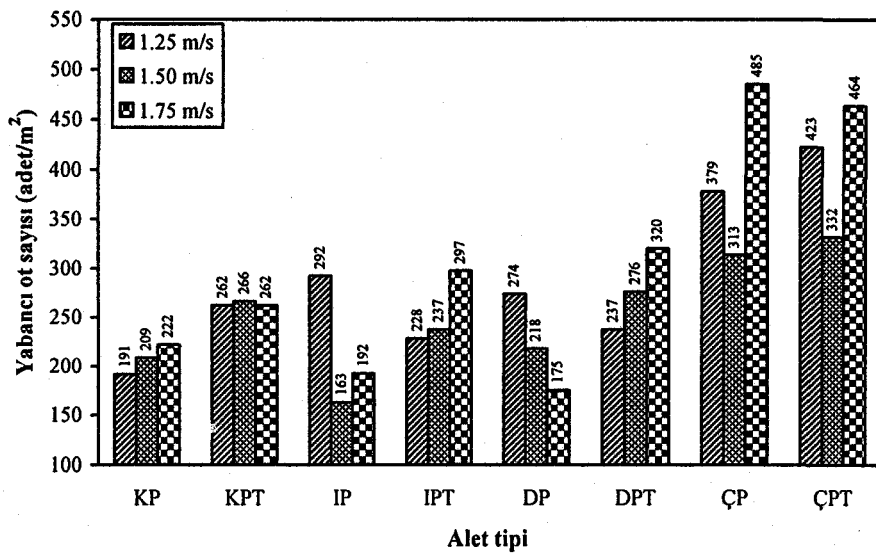
Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Blok	2	130816	65408	7.750	0.001*
Alet	7	380768	54395	6.440	0.000*
Hız	2	31828	15914	1.890	0.163
Alet*Hız	14	103244	7375	0.870	0.590
Hata	46	388256	8440		
Toplam	71	1034912			

*: $P<0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.76. Yabancı ot miktarına ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Yabancı ot (adet/m ²)
Blok	A	321.21 a✓
	B	221.21 b
	C	297.21 a
	LSD, %P	71.26, %1
Alet tipi	Kültürform kulaklı pulluk	207.33 a
	Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	263.33 a
	Izgara kulaklı pulluk	215.56 a
	Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	254.22 a
	Diskli pulluk	222.11 a
	Diskli pulluk+döner tırmık	277.78 ab
	Çizel pulluk	392.44 bc
	Çizel pulluk+döner tırmık	406.22 c
	LSD, %P	116.4, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	285.71
	1.50	251.71
	1.75	302.21
	LSD, %P	

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.



Şekil 4.84. Alet tiplerine ve traktör ilerleme hızına göre metrekaredeki yabancı ot sayıları

4.8. Traktör Çeki Kuvveti ve Çeki Gücüne İlişkin Sonuçlar

Traktör üç nokta askı kollarına özel flanşlarla yerleştirilen kuvvet sensörleri yardımıyla, birincil toprak işleme aletlerinin çeki kuvvetleri belirlenmiştir. Çeki kuvvetinden yararlanılarak çeki gücü hesaplanmıştır. Birincil toprak işleme aletleri ile çalışmada elde edilen minimum, maksimum, ortalama ve özgül çeki kuvvetleri Çizelge 4.77.'de, minimum, maksimum, ortalama ve özgül çeki gücü değerleri de Çizelge 4.78.'de verilmiştir.

Denemede minimum 1.536 kN, maksimum 23.565 kN' luk çeki kuvveti değerleri ve minimum 1.920 kW, maksimum 41.239 kW çeki gücü değerleri elde edilmiştir. Minimum değerler KP de ortaya çıkarken maksimum değerler ÇPT de meydana gelmiştir. Ortalama en düşük çeki gücü 1.25 m/s ilerleme hızında KP de 8.639 kW olurken, en yüksek ortalama çeki gücü 1.75 m/s ilerleme hızında ÇPT de 26.887 kW olarak bulunmuştur.

Birincil toprak işleme aletlerinin özgül çeki kuvveti ve özgül çeki gücünü belirlemek için ortalama çeki kuvveti ve ortalama çeki gücü aletin efektif iş genişliğine ve toprak işleme derinliğine bölünüp metrekaareye çevrilmesiyle bulunmuştur (Perfect et al. 1997 a.). En düşük özgül çeki gücü 1.25 m/s ilerleme hızında 32.444 kW/m² ile ÇP de meydana gelirken en yüksek özgül çeki gücü 1.75 m/s ilerleme hızında 104.696 kW/m² ile DPT de meydana gelmiştir.

Ortalama çeki kuvveti, çeki gücü, özgül çeki kuvveti ve özgül çeki gücünden hareketle yapılan varyans analizlerinde, alet tipi, ilerleme hızı ve alet hız interaksiyonlarının etkisi çok önemli ($P < 0.01$) düzeyde bulunmuştur (Çizelge 4.79., Çizelge 4.80., Çizelge 4.81., Çizelge 4.82.).

Ortalama çeki kuvveti, çeki gücü, özgül çeki kuvveti ve özgül çeki gücüne etkili olan faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır (Çizelge 4.83.).

Yapılan analizlerde, alet tiplerinin ortalama çeki kuvveti değerleri karşılaştırıldığında en düşük çeki kuvveti 7.794 kN ile KP de elde edilirken en yüksek çeki kuvveti 13.569 kN ile ÇPT de elde edilmiştir. KPT ile IPT ortalama çeki kuvvetleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmamıştır.

Çizelge 4.77. Traktör minimum, maksimum, ortalama ve özgül çeki kuvveti değerleri

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Çeki kuvveti			
		Minimum (kN)	Maksimum (kN)	Ortalama (kN)	Özgül (kN/m ²)
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	1.536	12.752	6.911	42.927
	1.50	2.891	14.523	7.753	48.153
	1.75	3.017	15.598	8.719	54.153
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	4.746	15.317	8.058	50.616
	1.50	3.818	15.884	8.576	53.869
	1.75	4.309	17.641	9.364	58.819
Izgara kulaklı pulluk	1.25	4.879	14.573	7.712	48.442
	1.50	2.965	13.259	8.293	52.090
	1.75	3.488	14.245	8.895	55.870
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	3.604	13.472	8.025	50.408
	1.50	3.578	14.013	8.639	54.265
	1.75	4.119	15.590	9.305	58.448
Diskli pulluk	1.25	3.243	17.135	9.874	51.968
	1.50	2.116	18.003	10.301	54.216
	1.75	2.922	18.035	10.927	57.511
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	2.979	16.842	10.156	53.452
	1.50	3.386	17.890	10.675	56.184
	1.75	3.066	17.035	11.367	59.826
Çizel pulluk	1.25	4.744	19.672	11.057	25.955
	1.50	5.100	19.831	12.954	30.408
	1.75	5.820	21.989	14.523	34.092
Çizel pulluk+döner tırmık	1.25	4.904	19.716	11.605	27.242
	1.50	5.353	21.943	13.738	32.249
	1.75	5.819	23.565	15.364	36.066

Çizelge 4.78. Traktör minimum, maksimum, ortalama ve özgül çeki gücü değerleri

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Çeki gücü			
		Minimum (kW)	Maksimum (kW)	Ortalama (kW)	Özgül (kW/m ²)
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	1.920	15.940	8.639	53.659
	1.50	4.337	21.785	11.629	72.230
	1.75	5.280	27.297	15.258	94.768
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	5.933	19.146	10.073	63.270
	1.50	5.727	23.826	12.864	80.804
	1.75	7.541	30.872	16.387	102.933
Izgara kulaklı pulluk	1.25	6.099	18.216	9.640	60.553
	1.50	4.448	19.889	12.439	78.135
	1.75	6.104	24.929	15.565	97.773
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	4.505	16.840	10.031	63.010
	1.50	5.367	21.020	12.959	81.398
	1.75	7.208	27.283	16.284	102.284
Diskli pulluk	1.25	4.054	21.419	12.343	64.960
	1.50	3.174	27.005	15.452	81.324
	1.75	5.114	31.561	19.122	100.644
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	3.724	21.053	12.695	66.815
	1.50	5.079	26.835	16.013	84.276
	1.75	5.366	29.811	19.892	104.696
Çizel pulluk	1.25	5.930	24.590	13.821	32.444
	1.50	7.650	29.747	19.431	45.613
	1.75	10.185	38.481	25.415	59.660
Çizel pulluk+döner tırmık	1.25	6.130	24.645	14.506	34.052
	1.50	8.030	32.915	20.607	48.373
	1.75	10.183	41.239	26.887	63.115

Çizelge 4.79. Traktör çeki kuvvetine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Blok	2	0.035	0.018	0.650	0.524
Alet	7	294.627	42.090	1571.170	0.000*
Hız	2	42.550	21.275	794.180	0.000*
Alet*Hız	14	12.804	0.915	34.140	0.000*
Hata	46	1.232	0.027		
Toplam	71	351.248			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.80. Traktör çeki gücüne ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Blok	2	0.087	0.044	0.760	0.472
Alet	7	693.392	99.056	1728.230	0.000*
Hız	2	746.582	373.291	6512.820	0.000*
Alet*Hız	14	69.470	4.962	86.570	0.000*
Hata	46	2.637	0.057		
Toplam	71	1512.168			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.81. Traktör özgül çeki kuvvetine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Blok	2	1.700	0.850	1.250	0.297
Alet	7	7140.700	1020.100	1497.990	0.000*
Hız	2	763.100	381.550	560.300	0.000*
Alet*Hız	14	33.470	2.390	3.510	0.001*
Hata	46	31.320	0.680		
Toplam	71	7970.290			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.82. Traktör özgül çeki gücüne ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Blok	2	4.100	2.000	1.360	0.266
Alet	7	15966.300	2280.900	1529.030	0.000*
Hız	2	15481.900	7741.000	5189.260	0.000*
Alet*Hız	14	277.900	19.800	13.310	0.000*
Hata	46	68.600	1.500		
Toplam	71	31798.800			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.83. Traktör ortalama çeki kuvvetine, çeki gücüne, özgül çeki kuvvetine ve özgül çeki gücüne ilişkin ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Ortalama çeki kuvveti (kN)	Ortalama çeki gücü (kW)	Özgül çeki kuvveti (kN/m ²)	Özgül çeki gücü (kW/m ²)
Blok	A	10.111	15.319	47.770	72.318
	B	10.146	15.379	48.003	72.678
	C	10.093	15.296	47.631	72.102
	LSD. % P				
Alet tipi	(KP)	7.794 g✓	11.842 g	48.411 d	73.552 d
	(KPT)	8.666 e	13.108 e	54.435 b	82.335 b
	(IP)	8.300 f	12.548 f	52.134 c	78.820 c
	(IPT)	8.656 e	13.091 e	54.374 b	82.231 b
	(DP)	10.367 d	15.639 d	54.565 b	82.309 b
	(DPT)	10.733 c	16.200 c	56.487 a	85.262 a
	(ÇP)	12.845 b	19.556 b	30.152 f	45.906 f
	(ÇPT)	13.569 a	20.667 a	31.852 e	48.514 e
	LSD, % P	0.208, %1	0.302, %1	1.045, %1	1.551, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	9.175 c	11.469 c	43.876 c	54.845 c
	1.50	10.116 b	15.174 b	47.679 b	71.519 b
	1.75	11.058 a	19.351 a	51.848 a	90.734 a
	LSD. % P	0.128, %1	0.185. %1	0.640, %1	0.950, %1

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir

KP ile KPT arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde meydana gelen çeki kuvveti farkının en büyük sebebi KPT de disk keskinin ve döner tırmağın kullanılmasıdır. Her iki aletin birlikte kullanılması çeki gücünde % 11.2' lik bir artışa sebep olmuştur. Bu değer büyük bir kısmının disk keskinden kaynaklandığı diğer alet tipleri karşılaştırıldığında görülmektedir. KPT, IPT, DPT de kullanılan döner tırmağın çeki kuvveti gereksinimi ise ortalama 0.360 kN iken ÇPT de 0.724 kN olarak bulunmuştur. Farklı ilerleme hızlarında meydana gelen ortalama çeki kuvveti değerleri karşılaştırıldığında ilerleme hızının artması çeki kuvvetinin de artırmasına sebep olmuştur. 1.25 m/s de 9.175 kN' luk çeki kuvveti meydana gelirken 1.75 m/s' de 11.058 kN' luk çeki kuvveti meydana gelmiştir.

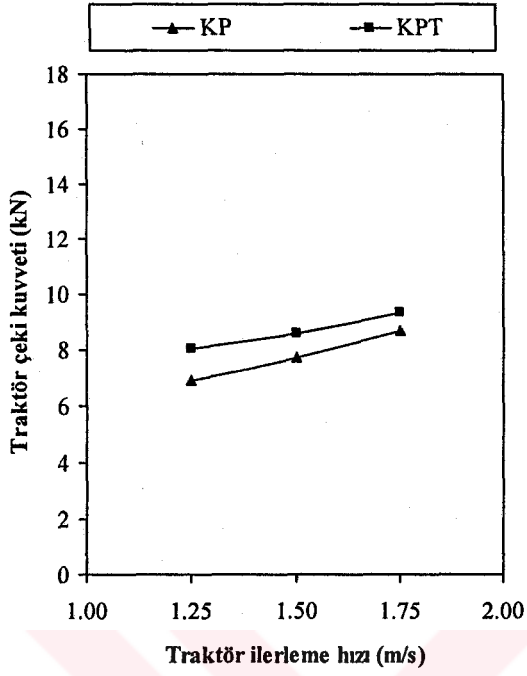
Ortalama çeki gücü değerlerine bakıldığında faktörler arasında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür (Çizelge 4.83.). KPT ve IPT arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken diğer alet tiplerinin birbirlerinden çok önemli derecede farklı oldukları bulunmuştur ($P < 0.01$). En yüksek çeki gücü ÇPT de 20.667 kW değerine ulaşırken en düşük değer KP de 11.842 kW olarak bulunmuştur. Diskli pullukta elde edilen çeki gücü değerlerinin kulaklı pulluğa oranla yüksek çıktığı belirlenmiştir. Farklı ilerleme hızlarının çeki gücüne olan etkisi karşılaştırıldığında ilerleme hızındaki artışın çeki gücünü artırdığı görülmüştür. 1.25 m/s' de çeki gücü 11.469 kW bulunurken 1.75 m/s' de 19.351 kW değerine ulaşmıştır.

Alet tipleri arasındaki farkı daha objektif karşılaştırmak amacıyla aletlerin ortalama özgül çeki kuvvetleri ve güçleri analizlerle belirlenmiştir. Alet tiplerinin ortalama özgül çeki kuvveti değerleri karşılaştırıldığında en düşük özgül çeki kuvveti ÇP de 30.152 kN/m² değerinde meydana gelirken, en yüksek değer 56.487 kN/m² ile DPT de meydana geldiği görülmüştür. KPT, IPT ve DP ortalama özgül çeki kuvvetleri arasında istatistiksel olarak fark çıkmamıştır. ÇP ve ÇPT de yüksek çeki kuvvetinin olmasına karşın düşük özgül çeki kuvveti elde edilmesi ÇP' nin iş genişliğinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Farklı ilerleme hızlarının özgül çeki kuvvetine etkileri karşılaştırıldığında hızdaki artış özgül çeki kuvvetinde de artış meydana getirmiştir. 1.25 m/s ilerleme hızında ortalama özgül çeki kuvveti 43.876 kN/m² değerinde iken 1.75 m/s ilerleme hızında 51.848 kN/m² ye çıkmıştır (Çizelge 4.83.).

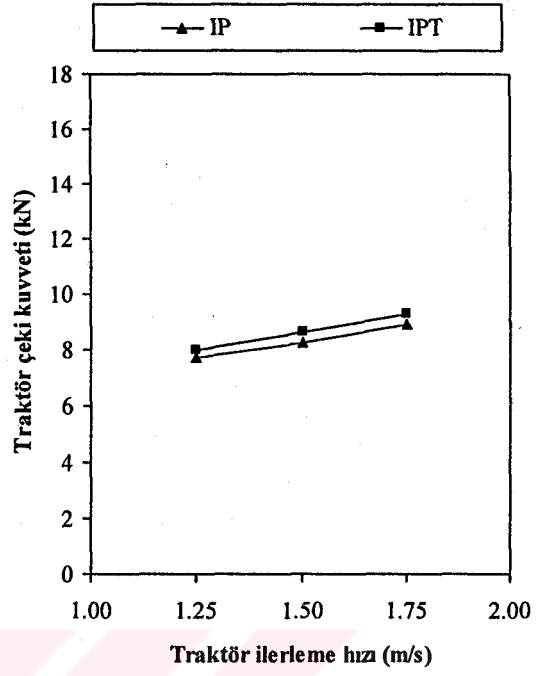
Özgöl çeki gücü ortalamalarına bakıldığında (Çizelge 4.83.) en yüksek özgöl çeki gücü DPT de 85.262 kW/m^2 ile meydana gelmiştir. En düşük çeki gücü ise ÇP de 45.906 kW/m^2 oluşmuştur. Ortalama özgöl çeki gücü değerleri arasındaki farklar KPT, IPT ve DP de istatistiksel olarak önemsiz çıkarken diğer alet tiplerinde çok önemli derecede farklı çıkmıştır ($P < 0.01$). İlerleme hızındaki artış ortalama özgöl çeki gücünde de önemli derecede artış meydana getirmiştir ($P < 0.01$). 1.25 m/s ' de özgöl çeki gücü 54.845 kW/m^2 iken 1.75 m/s ' de 90.734 kW/m^2 ' ye ulaşmıştır.

İlerleme hızlarına göre aletlerin çeki kuvvetleri ve çeki güçleri Şekil 4.85., Şekil 4.86., Şekil 4.87. ve Şekil 4.88.'de verilmiştir.

Şekil 4.85., Şekil 4.86., Şekil 4.87., Şekil 4.88.'deki grafikler incelendiğinde tüm aletlerin ilerleme hızına bağlı olarak çeki kuvveti ve çeki gücü değerlerinin farklı oranlarda arttığı görülmektedir. İlerleme hızına bağlı olarak KP de çeki kuvvetinin KPT' ye göre daha dik bir eğri meydana getirmiştir. 1.25 m/s ilerleme hızında KP ve KPT arasında 1.147 kN fark varken 1.75 m/s ilerleme hızında bu fark 0.645 kN ' a düşmüştür. Bu da göstermektedir ki ilerleme hızının artması ile artan çeki kuvveti ve gücü disk keski ile bir miktar azalmıştır. İlerleme hızına bağlı olarak alet tiplerini birlikte karşılaştırmak amacıyla Şekil 4.89., Şekil 4.90., Şekil 4.91. ve Şekil 4.92.'de ki grafikler verilmiştir.

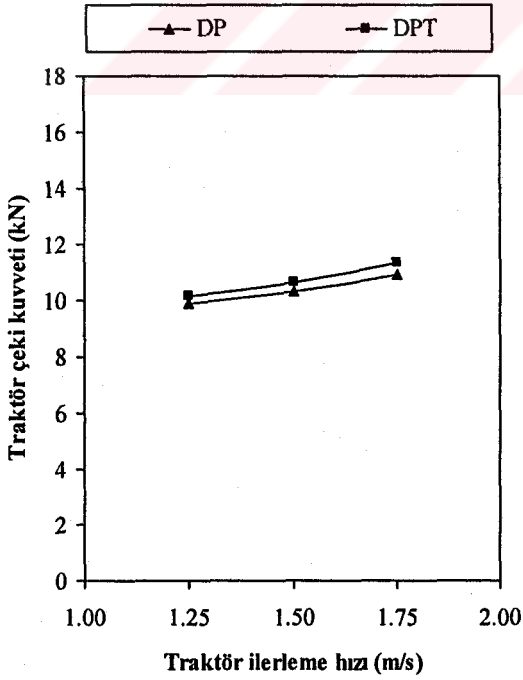


a) KP ve KPT

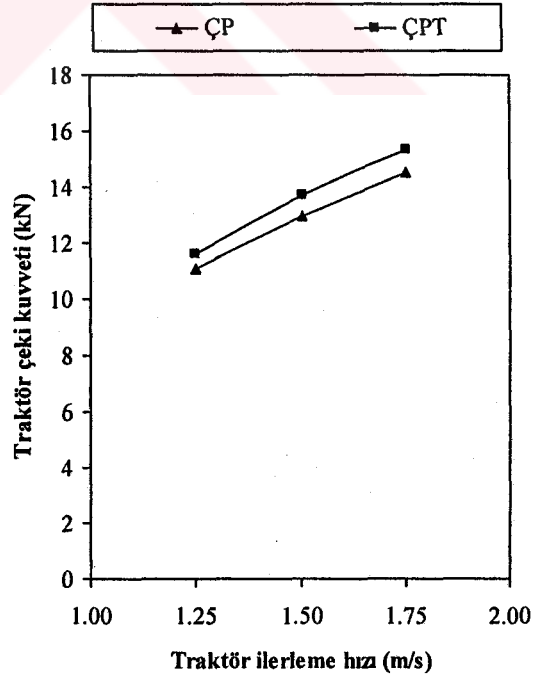


b) IP ve IPT

Şekil 4.85. Çeki kuvvetinin traktör ilerleme hızıyla değişimi

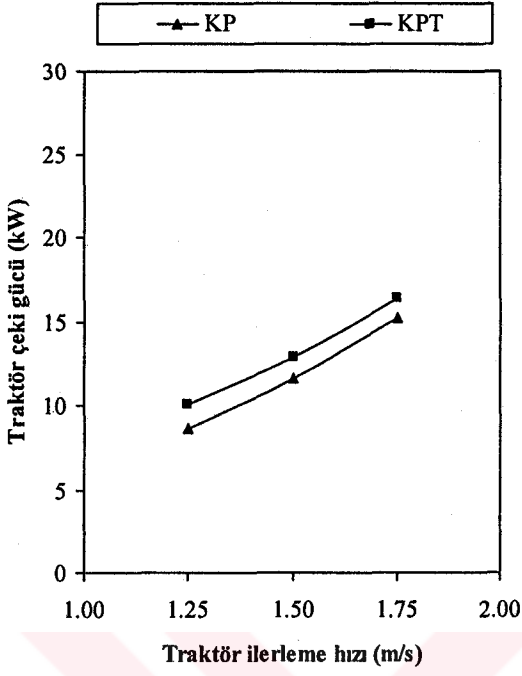


a) DP ve DPT

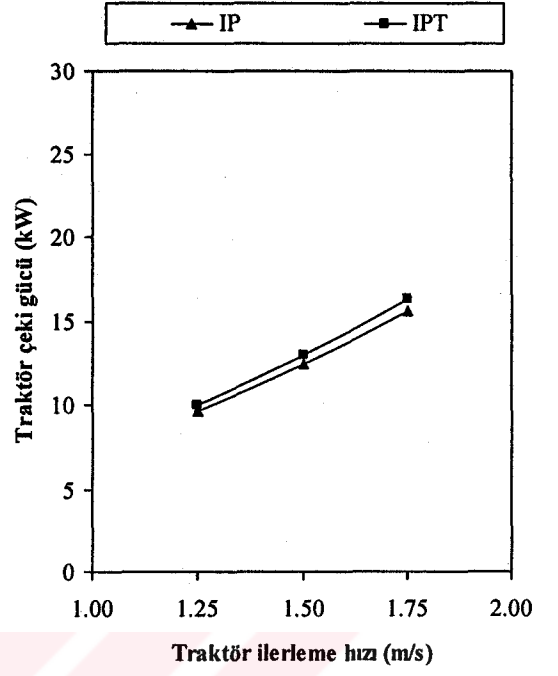


b) ÇP ve ÇPT

Şekil 4.86. Çeki kuvvetinin traktör ilerleme hızıyla değişimi

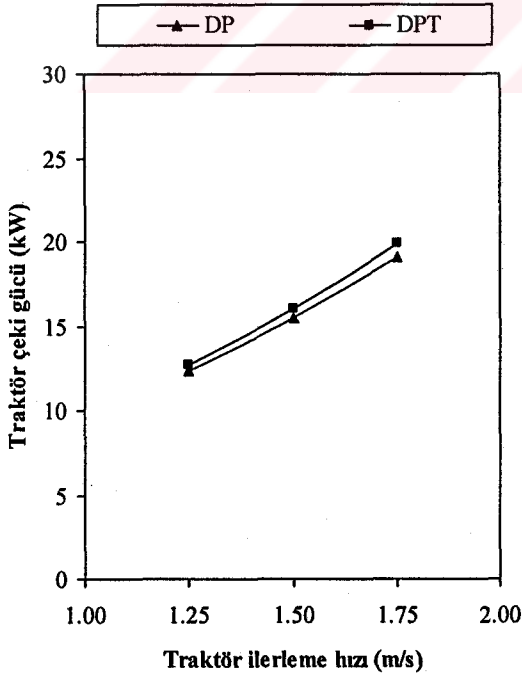


a) KP ve KPT

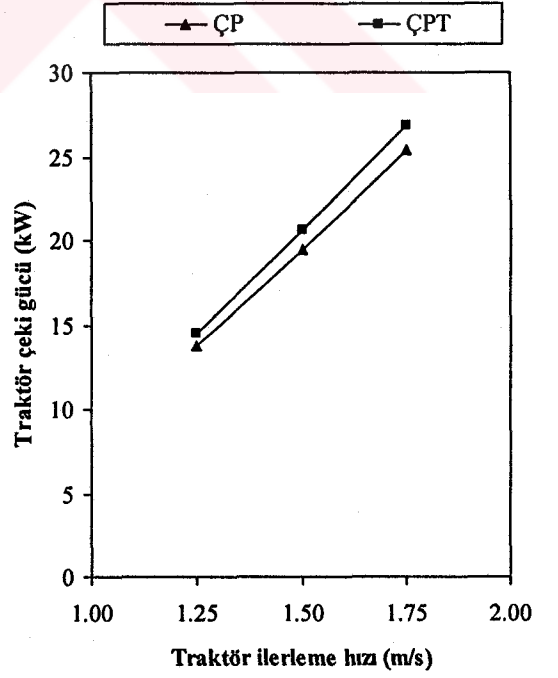


b) IP ve IPT

Şekil 4.87. Çeki gücünün traktör ilerleme hızıyla değişimi

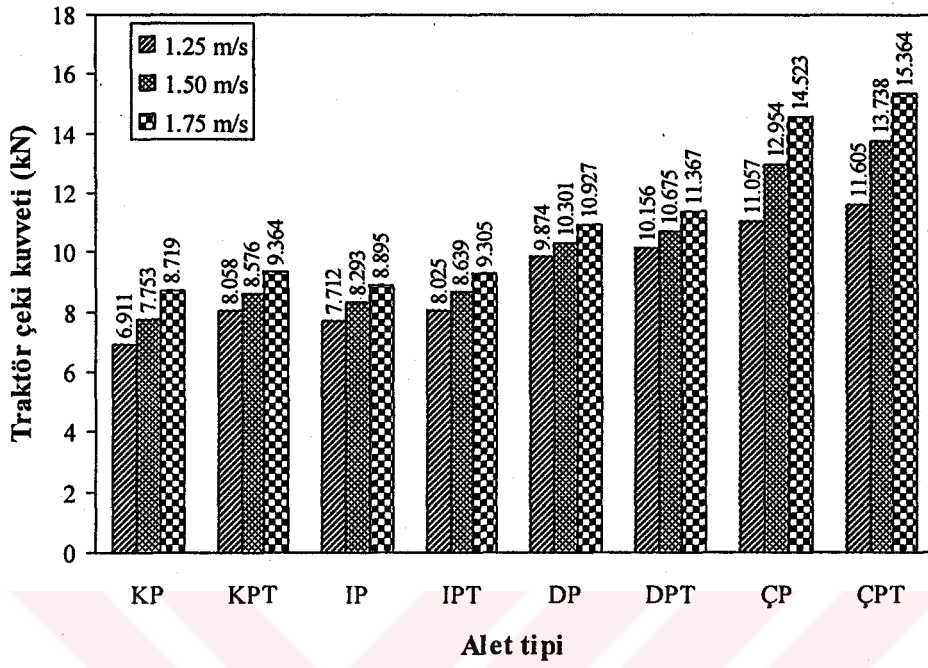


a) DP ve DPT

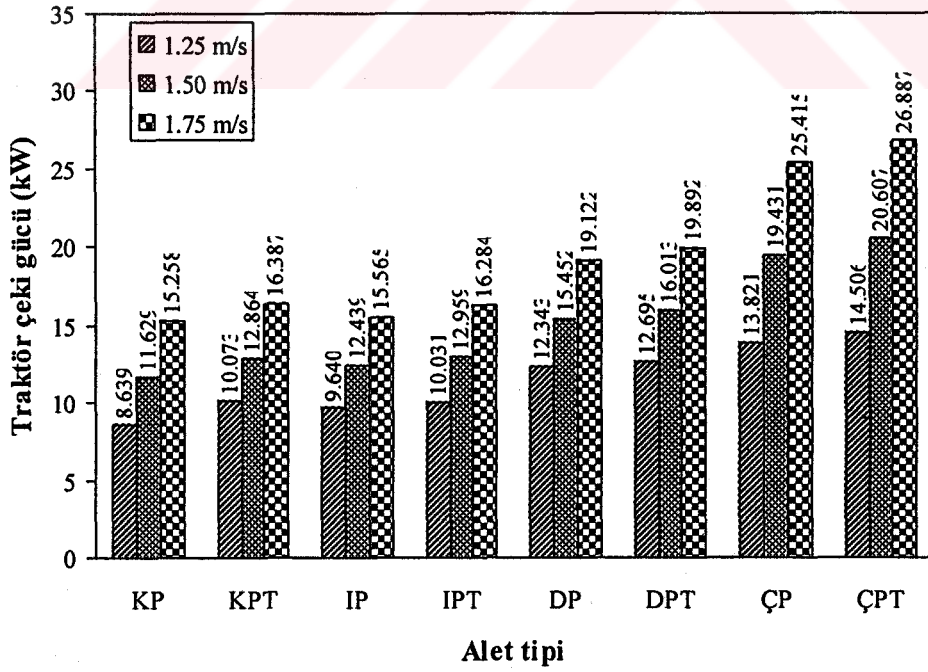


b) ÇP ve ÇPT

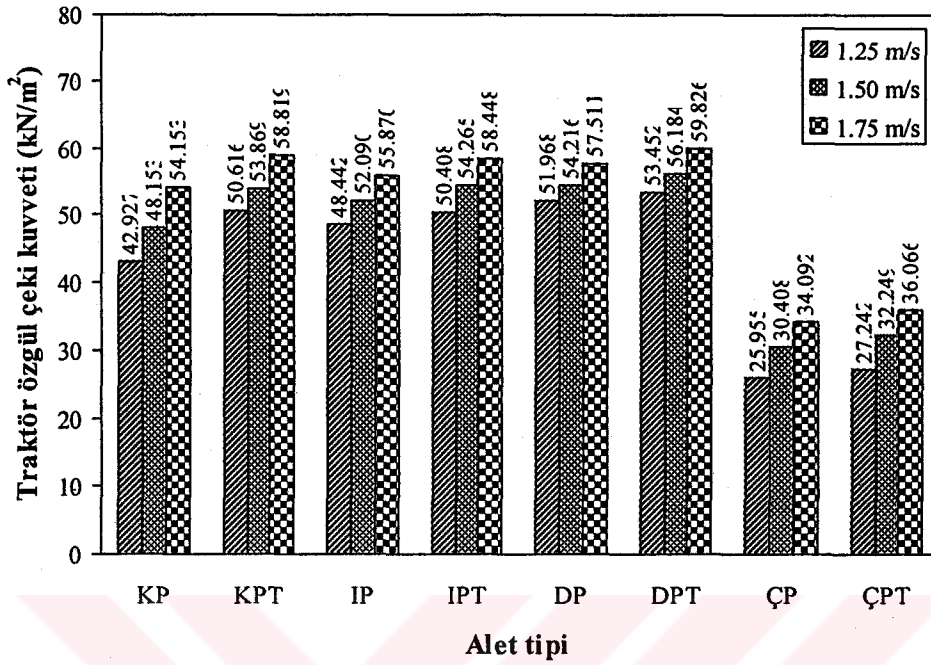
Şekil 4.88. Çeki gücünün traktör ilerleme hızıyla değişimi



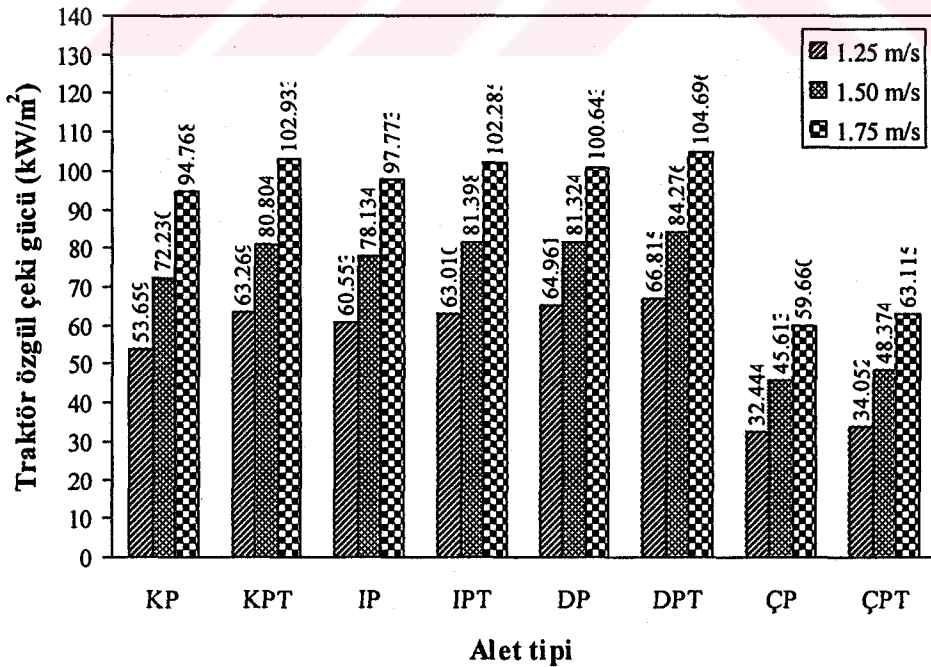
Şekil 4.89. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak çeki kuvveti değerleri



Şekil 4.90. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak çeki gücü değerleri



Şekil 4.91. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak özgül çeki kuvveti değerleri



Şekil 4.92. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak özgül çeki gücü değerleri

4.9. Traktör Yakıt Tüketimine İlişkin Sonuçlar

Denemede farklı alet ve traktör ilerleme hızlarında elde edilen traktör ortalama yakıt tüketim değerleri L/ha olarak Çizelge 4.84.'de verilmiştir.

Çizelge 4.84. Traktör ortalama yakıt tüketimi değerleri (L/ha)

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Ortalama yakıt tüketimi
		L/ha
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	16.242
	1.50	17.760
	1.75	19.160
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	19.104
	1.50	19.313
	1.75	19.555
Izgara kulaklı pulluk	1.25	17.485
	1.50	17.965
	1.75	18.530
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	18.780
	1.50	18.555
	1.75	19.223
Diskli pulluk	1.25	20.499
	1.50	21.152
	1.75	21.466
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	20.930
	1.50	21.871
	1.75	22.279
Çizel pulluk	1.25	11.577
	1.50	11.852
	1.75	12.873
Çizel pulluk+döner tırmık	1.25	13.331
	1.50	13.523
	1.75	13.577

Ortalama en düşük yakıt tüketimi 1.25 m/s ilerleme hızında 11.577 L/ha ile ÇP de meydana gelirken en yüksek ortalama yakıt tüketimi 1.75 m/s ilerleme hızında 22.279 L/ha ile DPT de meydana gelmiştir.

Ortalama yakıt tüketimi değerlerinden hareketle yapılan varyans analizlerinde (Çizelge 4.85.) alet tipi ve traktör ilerleme hızının yakıt tüketimine etkisi çok önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Alet hız interaksyonu ise önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.85. Traktör ortalama yakıt tüketimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	K0	F	P
Blok	2	0.458	0.229	0.470	0.625
Alet	7	722.605	103.229	214.210	0.000*
Hız	2	14.265	7.132	14.800	0.000*
Alet*Hız	14	8.383	0.599	1.240	0.279
Hata	46	22.168	0.482		
Toplam	71	767.878			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

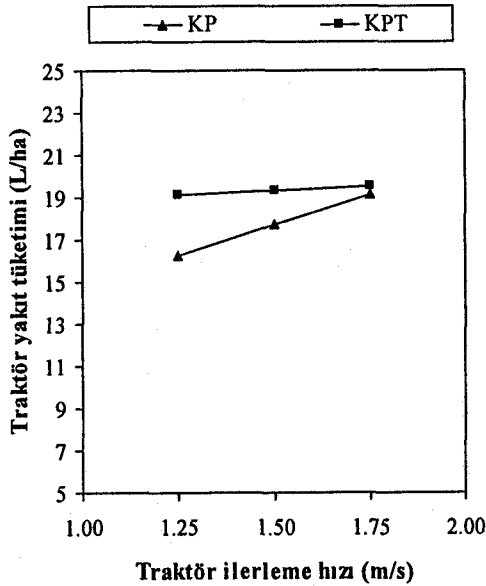
Traktör yakıt tüketimine etkili olan faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi yapılmıştır (Çizelge 4.86.). Ortalamalara ilişkin karşılaştırmalarda çok önemli ($P<0.01$) farklılıklar bulunmuştur. ÇP ve ÇPT de diğer alet tiplerine göre çok önemli derecede ($P<0.01$) yakıt tüketimi azalmıştır. En yüksek yakıt tüketimi ise DP ve DPT de meydana gelmiştir. KPT' nin KP den ortalama yakıt tüketiminin fazla olması disk keskiden kaynaklanmıştır. İstatistiksel olarak KPT ve IPT arasında önemli fark olmamasına karşın IPT' nin %2.44 daha az yakıt tükettiği görülmüştür. KPT ve IPT' nin kulak dışındaki diğer özellikleri aynı olduğundan bu fark kulak yapısındaki değişiklikten meydana gelmiştir. KPT, IPT ve DPT de kullanılan döner tırmığın yakıt tüketimine etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmazken, ÇPT de kullanılan döner tırmık daha büyük olması nedeniyle ortalama yakıt tüketimini çok önemli derecede artırmıştır ($P<0.01$). 1.25 ve 1.5 m/s ilerleme hızlarında ortalama yakıt tüketimi değerleri istatistiksel olarak önemli çıkmazken 1.75 m/s ilerleme hızında çok önemli ($P<0.01$) çıkmıştır.

Traktör ilerleme hızına bağlı olarak ortalama yakıt tüketimi değerleri Şekil 4.93. ve Şekil 4.94.'de gösterilmiştir. Ayrıca bütün alet tiplerini birbirleri ile karşılaştırmak için Şekil 4.95. verilmiştir

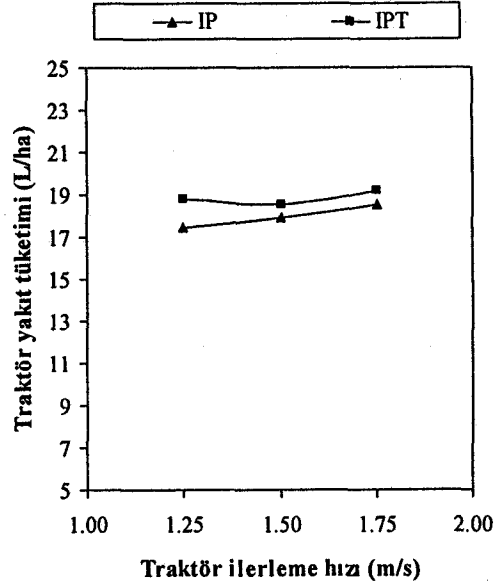
Çizelge 4.86. Farklı alet ve traktör ilerleme hızlarında elde edilen traktör ortalama yakıt tüketimi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Ortalama yakıt tüketimi (L/ha)
Blok	A	17.816
	B	17.664
	C	17.845
	LSD, % P	
Alet tipi	Kültürform kulaklı pulluk	17.720 d✓
	Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	19.324 b
	Izgara kulaklı pulluk	17.993 cd
	Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	18.853 bc
	Diskli pulluk	21.039 a
	Diskli pulluk+döner tırmık	21.693 a
	Çizel pulluk	12.101 f
	Çizel pulluk+döner tırmık	13.477 e
	LSD, % P	0.879, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	17,243 b
	1.50	17,749 b
	1.75	18,333 a
	LSD, % P	0.539, %1

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir

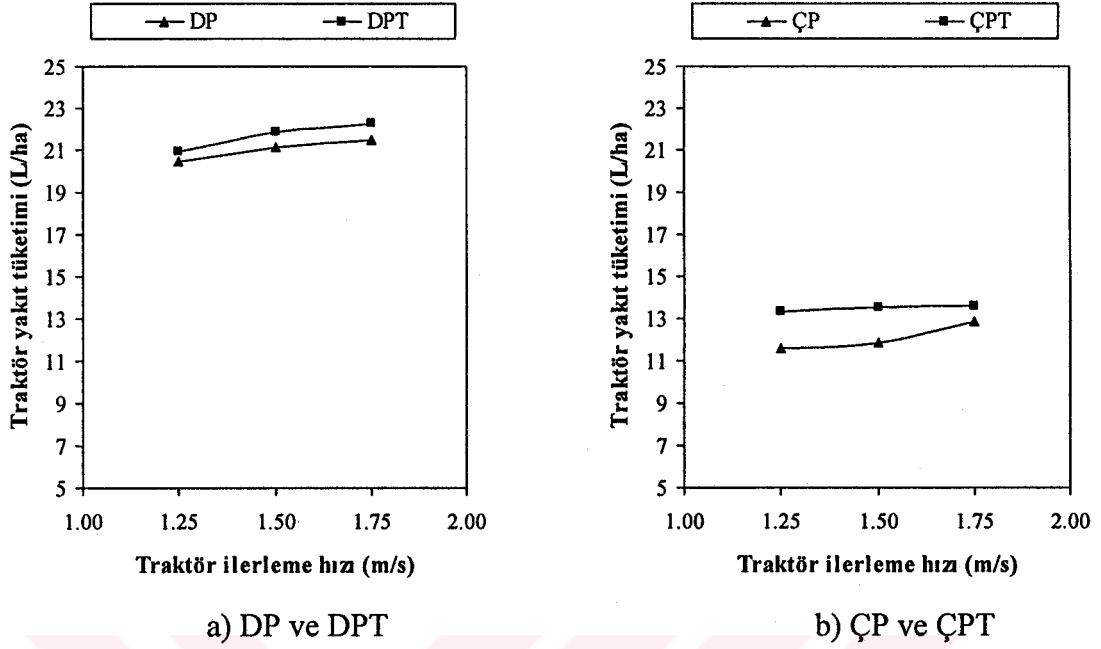


a) KP ve KPT

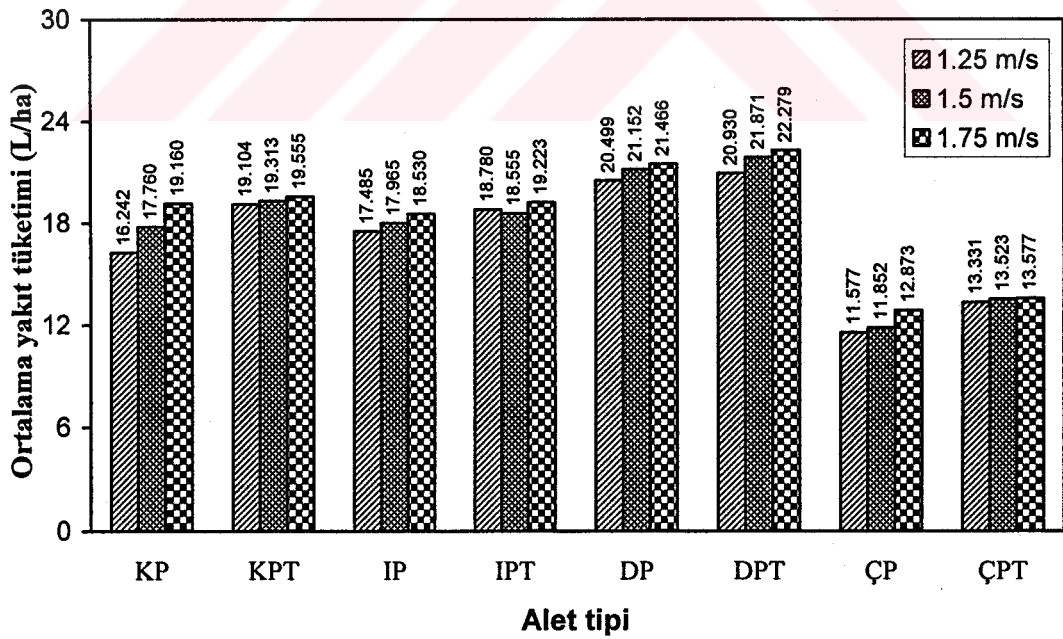


b) IP ve IPT

Şekil 4.93. Yakıt tüketiminin traktör ilerleme hızıyla değişimi



Şekil 4.94. Yakıt tüketiminin traktör ilerleme hızıyla değişimi



Şekil 4.95. Alet tipi ve traktör ilerleme hızına göre ortalama yakıt tüketimi

4.10. Efektif İş Başarısına İlişkin Sonuçlar

Farklı birincil toprak işleme aletleriyle 1.25, 1.5 ve 1.75 m/s ilerleme hızlarında yapılan denemelerde traktör ilerleme hızı, hız radarı vasıtasıyla kontrol edilmiştir. Ayrıca deneme sırasında kronometre de kullanılarak traktörün parseli katetme süresi ve dönüşlerde geçen zaman da kaydedilmiştir. Bu işlem tüm parsellerde parselin işlenmesi bitene kadar devam etmiştir. Daha sonra bu verilerin ortalaması alınarak esas zaman ve dönme zamanı belirlenmiştir. Esas zaman ve dönme zamanı yardımıyla efektif iş başarısı belirlenmiştir. Bu verilere ait değerler Çizelge 4.87.'de verilmiştir.

Esas zaman ve dönme zamanı verilerinden hareketle yapılan varyans analizinde (Çizelge 4.88., Çizelge 4.89.) alet tipi ortalamaları istatistiksel olarak önemsiz çıkarken, traktör ilerleme hızı değerleri çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Alet tipinin istatistiksel olarak önemsiz çıkmasının sebebi denemede hız radarının kullanılması olmuştur. Hız radarı vasıtasıyla aletler arasında meydana gelen patinaj farklılıklarından doğan hız kayıpları böylece ortadan kaldırılmıştır. Dönme zamanının, alet tipi ve ilerleme hızı ortalamaları arasında fark olmadığı görülmüştür. Efektif iş başarısı için yapılan varyans analizinde alet, hız ve alet hız interaksiyonları çok önemli düzeyde ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.90.). Esas zaman, dönme zamanı ve efektif iş başarılarına ait ortalamalar ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.91.'de verilmiştir.

Çizelge 4.91.'de efektif iş başarısı alet tipi ortalamalarına bakıldığında en yüksek efektif iş başarısının ÇP ve ÇPT de olduğu görülmektedir. Çizel pulluğun efektif iş genişliğinin fazla olması bu sonucu meydana getirmiştir. DP ve DPT' nin benzer şekilde efektif iş genişliğinin KP, KPT, IP ve IPT den fazla olması efektif iş başarısının yüksek çıkmasına neden olmuştur. KP, KPT, IP, IPT ortalamaları arasında ise önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. Ayrıca döner tırmığın efektif iş başarısını düşürmediği görülmüştür. İlerleme hızının artmasıyla efektif iş başarısı artmıştır. Ancak 1.25 m/s ilerleme hızından 1.5 m/s ilerleme hızına çıkıldığında efektif iş başarısının %16.47 artmasına karşılık 1.5 m/s ilerleme hızından 1.75 m/s ilerleme hızına çıkıldığında %11.88' lik bir artışın olduğu görülmüştür. İlerleme hızındaki oransal artış efektif iş başarısına

yansımamıştır. Şekil 4.96.'da alet tipine ve traktör ilerleme hızına göre efektif iş başarısındaki değişim verilmiştir.

Çizelge 4.87. Esas zaman, dönme zamanı ve efektif iş başarısı ortalama değerleri

Alet tipi	Traktör ilerleme hızı (m/s)	Esas zaman (min)	Dönme zamanı (min)	Efektif iş başarısı (da/h)
Kültürform kulaklı pulluk	1.25	1.347	0.382	2.795
	1.50	1.095	0.360	3.320
	1.75	0.959	0.364	3.654
Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	1.352	0.384	2.753
	1.50	1.081	0.359	3.315
	1.75	0.961	0.372	3.584
Izgara kulaklı pulluk	1.25	1.334	0.366	2.811
	1.50	1.073	0.373	3.303
	1.75	0.930	0.366	3.688
Izgara kulaklı pulluk+döner tırmık	1.25	1.354	0.395	2.731
	1.50	1.071	0.369	3.317
	1.75	0.925	0.353	3.739
Diskli pulluk	1.25	1.382	0.371	3.254
	1.50	1.142	0.341	3.849
	1.75	0.962	0.382	4.242
Diskli pulluk+döner tırmık	1.25	1.356	0.343	3.356
	1.50	1.114	0.375	3.831
	1.75	0.962	0.383	4.239
Çizel pulluk	1.25	1.322	0.390	7.474
	1.50	1.194	0.378	8.203
	1.75	0.922	0.370	9.892
Çizel pulluk+döner tırmık	1.25	1.385	0.362	7.319
	1.50	1.087	0.381	8.708
	1.75	0.995	0.381	9.304

Çizelge 4.88. Esas zamana ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	K0	F	P
Blok	2	0.002	0.001	0.470	0.625
Alet	7	0.019	0.003	1.070	0.396
Hız	2	1.974	0.987	382.630	0.000*
Alet*Hız	14	0.041	0.003	1.140	0.353
Hata	46	0.119	0.003		
Toplam	71	2.155			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.89. Dönme zamanına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	K0	F	P
Blok	2	0.000	0.000	0.200	0.815
Alet	7	0.001	0.000	0.330	0.936
Hız	2	0.001	0.000	0.510	0.604
Alet*Hız	14	0.011	0.001	1.240	0.281
Hata	46	0.028	0.001		
Toplam	71	0.041			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.90. Efektif iş başarısına ilişkin varyans analizi sonuçları

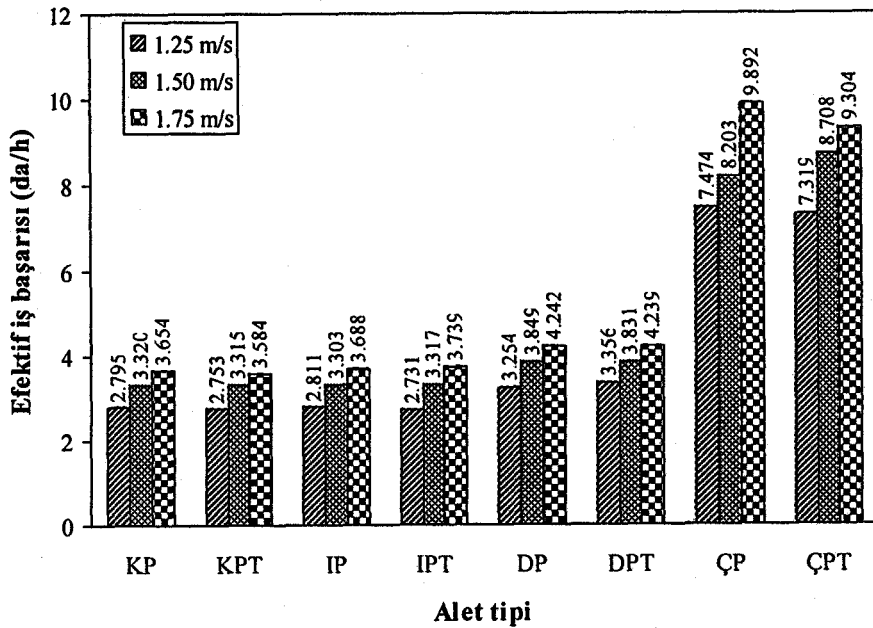
Varyasyon Kaynakları	SD	KT	K0	F	P
Blok	2	0.101	0.050	0.900	0.412
Alet	7	348.015	49.716	891.220	0.000*
Hız	2	18.237	9.118	163.460	0.000*
Alet*Hız	14	4.780	0.341	6.120	0.000*
Hata	46	2.566	0.056		
Toplam	71	373.699			

*:P<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak çok önemli

Çizelge 4.91. Esas zaman, dönme zamanı ve efektif iş başarısı ortalama değerleri ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktörler		Esas zaman (min)	Dönme Zamanı (min)	Efektif iş başarısı (da/h)
Blok	A	1.130	0.369	4.747
	B	1.144	0.369	4.662
	C	1.140	0.373	4.676
	LSD. % P			
Alet tipi	(KP)	1.134	0.368	3.256 c ✓
	(KPT)	1.132	0.372	3.217 c
	(IP)	1.112	0.368	3.267 c
	(IPT)	1.116	0.372	3.263 c
	(DP)	1.162	0.364	3.782 b
	(DPT)	1.144	0.367	3.809 b
	(ÇP)	1.146	0.379	8.523 a
	(ÇPT)	1.156	0.375	8.444 a
	LSD, % P			0.300, %1
Traktör ilerleme hızı (m/s)	1.25	1.354 a	0.374	4.062 c
	1.50	1.107 b	0.367	4.731 b
	1.75	0.952 c	0.371	5.293 a
	LSD. % P	0.039, %1		0.184, %1

✓ Aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir



Şekil 4.96. Alet tipine ve traktör ilerleme hızına bağlı olarak efektif iş başarısı değerleri

5. SONUÇ

Bu çalışma ile bölgemiz buğday tarımı için en uygun birincil toprak işleme aletlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla denemelerde kültürform kulaklı pulluk, kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyonu, ızgara kulaklı pulluk, ızgara kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyonu, diskli pulluk, diskli puluk+döner tırmık kombinasyonu, çizel pulluk ve çizel pulluk+döner tırmık kombinasyonundan oluşan birincil toprak işleme aletleriyle pratikte birincil toprak işleme aletlerinin çalışma sınırları içinde yer alan 1.25, 1.50 ve 1.75 m/s ilerleme hızlarında ve 20 cm iş derinliğinde denemeler yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan kültürform kulaklı pulluk bölgede kullanıldığı şekliyle ele alınarak üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmamış sadece işleme derinliği kontrolü amacıyla derinlik ayar tekerleği yerleştirilmiştir. Kültürform kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyonu, ızgara kulaklı pulluk ve ızgara kulaklı pulluk+döner tırmık kombinasyonlarında ise her gövde için bir disk keski yerleştirilmiştir. Birincil toprak işleme 2003 yılı Mayıs ayında yapılmıştır. Toprak işleme esnasında traktör çeki kuvveti, yakıt tüketimi ve aletlerin iş başarılarını belirlemek amacıyla alet efektif iş genişliği, esas zaman ve dönme zamanı belirlenmiştir. Birincil toprak işlemeden sonra aletlerin toprağın fiziksel özelliklerine olan etkilerini belirlemek amacıyla, toprak parçalanma örnekleri, hacim ağırlığı örnekleri alınmış, toprak porozite değerleri belirlenmiş, toprak nem ölçümleri ve penetrasyon ölçümleri yapılmıştır. Eylül ayında tohum yatağı hazırlamak amacıyla diskli tırmık+tapan kombinasyonu ile ikincil toprak işleme yapılmış ardından universal kombine ekim makinasıyla buğday ekilmiştir. Buğday ekiminden sonra toprağın fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla toprak parçalanma örnekleri, hacim ağırlığı örnekleri alınmış, toprak porozite değerleri belirlenmiş, toprak nem ölçümleri ve penetrasyon ölçümleri yapılmıştır. Bitki çıkışlarının başlamasıyla 3 gün arayla bitki çıkışları tamamlanana kadar çıkış sayımları yapılmış ortalama çıkış süresi, çıkış oran indeksi ve metrekaresindeki bitki sayıları belirlenmiştir. Yabancı ot çıkışlarını belirlemek amacıyla 2004 yılı Mayıs ayının ikinci haftasından başlanarak yabancı ot sayımları yapılmıştır. Elde edilen veriler ve analizlerle genel sonuç ve öneriler aşağıda açıklanmıştır.

Birincil toprak işleme aletlerinin toprak parçalanması üzerine olan etkilerine bakıldığında en yüksek parçalanmanın çizel pullukta olduğu en az parçalanmanın ise kulaklı pullukta meydana geldiği görülmüştür. Çizel pulluğun yaylı ayağa sahip olması nedeniyle toprak işleme esnasında yüksek titreşimler meydana getirmiş bu da toprağın parçalanmasına neden olmuştur. Döner tırmığın kullanıldığı alette parçalanmanın kullanılmayan alete göre yüksek olduğu görülmüştür. Izgara kulaklı pulluk ile kültürform kulaklı pulluk arasındaki önemli farklardan biri parçalanmada ortaya çıkmış ve ızgara kulaklı pulluğun parçalanmayı artırdığı görülmüştür. Diskli pullukta parçalanmanın kulaklı pulluktan yüksek çizel pulluktan düşük olduğu görülmüştür. Aletlerin hepsinde ilerleme hızının artmasıyla parçalanma artmıştır. Ekimden sonra belirlenen parçalanma değerlerinin sürümden sonra elde edilen parçalanma değerlerine paralel oldukları görülmüş fakat ikincil toprak işlemenin etkisiyle parçalanma artmıştır. En düşük ortalama ağırlıklı çap sürümden sonra çizel pulluk+döner tırmıkta 17.157 mm olarak belirlenirken ekimden sonra 6.080 mm olarak tesbit edilmiştir. En yüksek ortalama ağırlıklı çap ise kültürform kulaklı pullukta sürümden sonra 34.780 mm olarak bulunurken ekimden sonra 10.046 mm olarak belirlenmiştir.

Toprak işleme aletlerinin toprak hacim ağırlığı üzerine olan etkilerine bakıldığında Mayıs ayında elde edilen toprak hacim ağırlığı değerlerinde 0-7 cm aralığında en yüksek hacim ağırlığı 1.135 g/cm^3 ile diskli pulluk+döner tırmıkta meydana gelmiştir. En düşük toprak hacim ağırlığı ise 1.036 g/cm^3 ile çizel pullukta meydana gelmiştir. 0-7 cm aralığında döner tırmık tüm aletlerde toprak hacim ağırlığını artırmıştır. 7-14 cm aralığında en yüksek hacim ağırlığı 1.094 g/cm^3 ile çizel pullukta meydana gelirken en düşük hacim ağırlığı 1.022 g/cm^3 ile kültürform kulaklı pullukta meydana gelmiştir. Bu aralıkta da 0-7 cm aralığına benzer olarak döner tırmığın etkisi görülmüş, döner tırmığın kullanıldığı aletin toprak hacim ağırlığı kullanılmayan alete göre yüksek çıkmıştır. Ayrıca bu aralıktaki toprak hacim ağırlığı 0-7 cm aralığına göre çizel pulluk ve çizel pulluk+döner tırmık hariç diğerlerinde düşük çıkmıştır. 14-20 cm aralığında en yüksek toprak hacim ağırlığı değeri 1.157 g/cm^3 ile çizel pulluk+döner tırmıkta en düşük toprak hacim ağırlığı ise 1.039 g/cm^3 ile ızgara kulaklı pullukta meydana gelmiştir. Bu aralıkta döner tırmık etkisi istatistiksel olarak önemli olmamasına rağmen toprak hacim ağırlığını artırdığı görülmüştür. Tüm derinliklerde traktör ilerleme hızının 1.5 m/s

olduğu durumda en düşük toprak hacim ağırlığı elde edilmiştir. Ayrıca traktör ilerleme hızının artmasıyla toprak hacim ağırlığında bir miktar artma meydana gelmiştir. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında belirlenen toprak hacim ağırlığı değerlerinin Mayıs ayı değerlerine benzer sonuçlar verdiği fakat ilerleyen zamanla ve yağışların etkisiyle toprak hacim ağırlığının arttığı görülmüştür. En yüksek toprak hacim ağırlığı değerleri çizel pulluk ve çizel pulluk+döner tırmıkta 14-20 cm aralığında meydana gelmiştir. Yine bu aylarda da ilerleme hızının 1.25 m/s den 1.5 m/s ye çıkmasıyla toprak hacim ağırlığında azalma görülürken 1.5 m/s den 1.75 m/s ilerleme hızına çıkıldığında ise bir miktar artış olduğu görülmüştür. Ekimden sonra belirlenen toprak hacim ağırlıklarına bakıldığında 0-7 cm aralığında en düşük toprak hacim ağırlığı 1.017 g/cm^3 ile çizel pullukta görülürken en yüksek toprak hacim ağırlığı 1.109 g/cm^3 ile kültürform kulaklı pullukta görülmüştür. Ayrıca tüm aralıklarda çizel pulluk+döner tırmık hariç döner tırmık kullanılan diğer aletlerin, kullanılmayanlara göre toprak hacim ağırlıkları düşük çıkmıştır. Benzer özellik ızgara kulaklı pullukta da görülmüştür. Sürümünden sonra ızgara kulaklı pullukla elde edilen toprak hacim ağırlığı değerleri kültürform kulaklı pulluğa göre yüksek çıkarken, ekimden sonra tersi bir durum ortaya çıkmış ve ızgara kulaklı pullukta elde edilen toprak hacim ağırlığı değerlerinin kültürform kulaklı pulluğa göre düşük çıktığı görülmüştür.

Toprak hacim ağırlığından faydalanılarak, hesaplama sonucu porozite değerleri elde edilmiştir. Sürümünden sonra Mayıs ayında elde edilen porozite değerlerinde 0-7 cm aralığında en yüksek porozite değeri %60.894 ile çizel pullukta meydana gelmiştir. En düşük porozite değeri ise %57.170 ile diskli pulluk+döner tırmıkta meydana gelmiştir. 7-14 cm aralığında en yüksek porozite değeri %61.434 ile kültürform kulaklı pullukta meydana gelirken en düşük porozite değeri %58.717 ile çizel pullukta meydana gelmiştir. 14-20 cm aralığında en yüksek porozite değeri %60.791 ile ızgara kulaklı pullukta en düşük porozite değeri ise %56.359 ile çizel pulluk+döner tırmıkta meydana gelmiştir. Döner tırmık kullanılan aletin porozite değeri kullanılmayan alete göre azaldığı görülmüştür. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında elde edilen porozite değerlerinde Mayıs ayına göre azalma olduğu görülmüştür. Bu aylarda en düşük porozite değerleri çizel pulluk ve çizel pulluk+döner tırmıkta görülmüştür. İlerleme hızının 1.25 m/s den 1.5 m/s ye çıkmasıyla porozitede artma görülürken 1.5 m/s den

1.75 m/s ilerleme hızına çıktığında ise azalma meydana gelmiştir. En yüksek porozite değerleri 7-14 cm aralığında görülürken en düşük değerler 14-20 cm aralığında görülmüştür. Ekimden sonra ise 0-7 cm aralığında en yüksek porozite çizel pulluk ve çizel pulluk+döner tırmıkta görülürken derinliğin artmasıyla en düşük porozite değerleri yine bu iki alette görülmüştür.

Toprak işleme aletlerinin penetrasyon değerlerine bakıldığında ise tüm aletlerde penetrasyon değerlerinin toprak derinliğiyle logaritmik olarak arttığı görülmüştür. Sürümden sonra elde edilen değerlerde en yüksek penetrasyon değerleri çizel pulluk ve çizel pulluk+döner tırmıkta meydana gelmiştir. Döner tırmığın etkisiyle toprak penetrasyon direncinin 0-20 cm aralığında istatistiksel olmasa da arttığı görülmüştür. Bununla birlikte ekimden sonra çizel pulluk hariç döner tırmığın kullanıldığı alet kullanılmayan alete göre düşük penetrasyon değeri göstermiştir. Diskli pulluk ise diğer aletlere göre daha düşük penetrasyon direnci meydana getirmiştir. Traktör ilerleme hızının etkisine bakıldığında ise hızın artması penetrasyon direncinde azalmaya sebep olmuştur.

Toprak nemine ilişkin sonuçlara bakıldığında topraktaki nemi koruyan ve yağıştan en yüksek faydalanan aletin çizel pulluk olduğu görülmüştür. Bu aletin ardından diskli pulluk ve ızgara kulaklı pulluk gelmiştir. En kötü sonuçlar ise kültürform kulaklı pullukta meydana gelmiştir. Bu alette özellikle büyük toprak parçalarının oluşması ve bu parçacıklar arasında geniş boşlukların olması topraktaki nemin çok hızlı bir şekilde düşmesine neden olmuştur. Döner tırmığın kullanılmasıyla nem kaybının azaldığı ve yağışlardan daha fazla yararlanıldığı görülmüştür.

Buğday çıkışlarına ilişkin elde edilen sonuçlarda ortalama çıkış süresi, çıkış oran indeksi ve metrekaresindeki bitki sayılarına göre en düşük değerler kültürform kulaklı pullukta meydana gelirken en yüksek değerler çizel pulluk+döner tırmıkta meydana gelmiştir. Metrekaredeki bitki sayısı bakımından en düşük değer 313 bitki/m² ile kültürform kulaklı pullukta meydana gelmiştir. En yüksek değer 364 bitki/m² ile çizel pulluk+döner tırmıkta görülmüştür. Döner tırmık kullanılan alet kullanılmayan alete göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Traktör ilerleme hızının 1.5 m/s olduğu durumda elde edilen değerlerin diğer ilerleme hızlarına göre avantajlı olduğu görülmüştür.

Yabancı ot çıkışlarından belirlenen sonuçlarda çizel pulluğun ve çizel pulluk+döner tırmığının diğer aletlere göre yüksek oranda yabancı ot çıkışına sebep olduğu görülmüştür. Döner tırmığının kullanıldığı aletin yabancı ot çıkışının kullanılmayan alete göre fazla olduğu belirlenmiştir. Traktör ilerleme hızının 1.5 m/s olduğu durumda yabancı ot çıkışının azaldığı görülmüştür.

Toprak işleme aletlerinin çeki kuvveti ve çeki gücü değerlerine bakıldığında tüm aletlerde ilerleme hızının artmasıyla çeki kuvveti ve çeki gücünün arttığı belirlenmiştir. En düşük özgül çeki kuvveti ve çeki gücü 30.152 kN/m^2 , 45.906 kW/m^2 ile çizel pullukta meydana gelirken en yüksek çeki kuvveti ve çeki gücü 56.487 kN/m^2 , 85.262 kW/m^2 ile diskli pulluk+döner tırmıkta meydana gelmiştir. Disk keskinin kullanılmasıyla çeki gücünün önemli derecede arttığı görülmüştür. Ayrıca döner tırmığının çeki kuvvetini ve gücünü artırdığı özellikle çizel pullukta daha fazla olduğu görülmüştür. Izgara kulaklı pulluğun çeki kuvveti ve çeki gücü değerlerinin istatistiksel olarak kültürform kulaklı pullukla benzer çıkmasıyla birlikte biraz daha düşük olduğu görülmüştür.

Denemede farklı alet ve ilerleme hızlarında elde edilen traktör ortalama yakıt tüketimleri incelendiğinde en düşük yakıt tüketiminin 12.101 L/ha ile çizel pullukta meydana geldiği en yüksek yakıt tüketiminin ise 21.693 L/ha ile diskli pulluk+döner tırmıkta meydana geldiği görülmüştür. Disk keskinin ve döner tırmığının yakıt tüketimini artırdığı görülmüştür. Izgara kulaklı pulluğun kültürform kulaklı pulluktan %2.44 daha düşük yakıt tükettiği belirlenmiştir. Çizel pulluğun efektif iş genişliğinin yüksek olması birim alanda tüketilen yakıt miktarının azalmasına neden olmuştur. Traktör ilerleme hızının artmasıyla yakıt tüketiminde bir miktar artışın olduğu görülmüştür.

Denemede ele alınan aletlerin iş başarıları incelendiğinde alet efektif iş genişliğinin ve traktör ilerleme hızının artmasıyla alet iş başarılarının arttığı görülmüştür. En yüksek iş başarısı çizel pullukta ve çizel pulluk+döner tırmıkta 8.523 , 8.444 da/h ile meydana gelirken diğer aletler arasında aşırı bir fark ortaya çıkmamıştır. Döner tırmığının alet iş başarısını düşürmediği belirlenmiştir.

Araştırma sonuçları genel olarak ele alındığında, buğday üretiminde çizel pulluğun önemli avantajlarının bulunduğu görülmüştür. Bunlardan en önemlisi toprak nemini koruması, yağışlardan maksimum fayda sağlaması, iş başarısının yüksek olması, yakıt tüketiminin ve özgül çeki kuvvetinin düşük, bitki çıkış süresinin kısa olması ve ekilen tohumların çıkış oranının yüksek olması sayılabilir. Ayrıca toprağı iyi bir şekilde parçalaması ve arkasından döner tırmığın kullanılmasıyla ikincil toprak işlemeye dahi gerek kalmadan ekim yapma olanağı sağlayabileceğı görülmüştür. Böylece tarla trafiğı azaltılarak hem toprak sıkışması önlenabilir hem de zamandan ve yakıttan tasarruf yapılabilir. Bununla birlikte bitki kök gelişimini engelleyecek kadar olmasa da diğer aletlere göre çizel pullukta toprak hacim ağırlığının, penetrasyon direncinin yüksek olduğu ve yabancı ot çıkışlarının fazla olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlardan ızgara kulaklı pulluğun kültürform kulaklı pulluğa göre daha avantajlı olduğu görülmüştür. Izgara kulaklı pulluğun kültürform kulaklı pulluğun üstlendiğı görevlerin tümünü yerine getirmesi yanısıra ek avantajları bu kulak tipi üzerinde önemle durulması gerektiğini göstermektedir. Kulaklı pulluklarda kullanılan disk keskinin toprak parçalanmasını artırması, temiz bir çizgi oluşturması gibi faydaları ile birlikte çeki gücünü ve yakıt tüketimini artırması bir dezavantaj oluşturmuştur.

Diskli pullukta elde edilen sonuçlara bakıldığında toprak fiziksel özelliklerinin ve bitki çıkışlarının ızgara kulaklı pulluğa yakın veya üzerinde olduğu görülmüştür. Bununla birlikte çeki gücünün ve yakıt tüketiminin diğer aletlerden fazla olması olumsuz bir yön olarak ortaya çıkmıştır.

Birincil toprak işleme aletleriyle kullanılan döner tırmıkların toprağın fiziksel özelliklerine ve bitki çıkışlarına olan olumlu etkileri, düşük çeki güçleri, yakıt tüketimleri ve iş başarısını olumsuz yönde etkilememeleri bu aletlerin birincil toprak işleme aletleriyle birlikte kullanılmasında önemli avantajlar sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Abu-Hamdeh, N. H. and Reeder, R. C., 2003. A nonlinear 3D finite element analysis of the soil forces acting on a disk plow. *Soil and Tillage Research*, 74, 115-124.
- Adam, K. M. and Erbach, D. C., 1992. Secondary tillage tool effect on soil aggregation. *Transactions of the ASAE*, 35(6), 1771-1776.
- Akalan, İ., 1973, *Toprak Fizigi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 527, Ders Kitabı No:172, Ankara.
- Akbolat, D. ve Barut Z. B., 2001. Anızlı ve anızsız toprak işlemenin yabancı ot gelişimine etkisi. *Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, 85-90, Şanlıurfa.
- Altay, H. ve Tok, H. H., 1989. Tarla trafiğinin toprak verimliliği üzerindeki etkisi. *Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, 454-462, Tekirdağ.
- Al-Suhaibani, S. A. and Al-Janobi, A., 1997. Draught requirements of tillage implements operating on sandy loam soil. *J. Agric. Engng Res.* 66, 177-182.
- Al-Janobi, A. A. and Al-Suhaibani, S. A., 1998. Draft of primary tillage implements in sandy loam soil. *Applied Engineering in Agriculture*, 14 (4), 343-348.
- Al-Jonobi, A. A., Wahby, M. F., Aboukarima, A. M. and Al-Hamed, S. A., 2002. Influence of chisel plow shank shape on horizontal and vertical force requirements. *Agricultural Sciences*, 7 (1), 13-19.
- Anonim, 1994. *Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer)*. DİE Yayını, Ankara.
- Anonim, 2001. *Türkiye Sulama Raporu*. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2003 a. TZOB buğday analizi. http://www.tzob.org.tr/tzob/tzob_haber/TZOB_Bugday_Analizi.htm.
- Anonim, 2003 b. Doğanadolu Tarımsal Araştırma Müdürlüğü. Erzurum.
- Anonim, 2004. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Rasat Bilgisi, Ankara.
- Anonymous, 1972. *Agricultural Engineers Yearbook of Standards*. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI-49085.
- Anonymous, 1985. *Predicting Tillage Effects on Soil Physical Properties and Processes*. ASA special publication number 44. American Society of Agronomy Soil Science Society of America.
- Anonymous, 1998. *Agricultural Engineers Yearbook of Standards*. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI-49085.
- Anonymous, 1999. *CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Plant Production Engineering, Volume III*. American Society of Agricultural Engineers.
- Anonymous, 2002 a. [Http:// www. rabewerk.de/wDeutsch/TechnikInfo/ streifenkoerper. Shtml](http://www.rabewerk.de/wDeutsch/TechnikInfo/streifenkoerper.Shtml).
- Anonymous, 2002 b. *TDR 300 Soil Moisture Probe User Manual*. Spectrum Technologies, Inc. Plainfield, Illinois.
- Bainer, R., Kepner, R. A. and Barger, E. L., 1955. *Principles of Farm Machinery*. Tarım Makinalarının Esasları, Y. Özdemir. ve T. Turkey (çev.), İ.T.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları No: 116. İstanbul.
- Barzegar, A. R., Asoodar, M. A., Khadish, A., Hashemi, A. M. and Herbert, S. J., 2003. Soil physical characteristics and chickpea yield responses to tillage treatments. *Soil and Tillage Research*, 71, 49-57.

- Bastaban, S., 1993. Erzurum yöresinde nadas-buğday tarım sisteminde kullanılabilecek en uygun toprak işleme aletlerinin seçimi üzerine bir araştırma. 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, 161-172, Kuşadası.
- Bastaban, S., 1994. Traktör performansını belirlemek için kurulan genel amaçlı ölçüm ve dataloger seti. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 14-23, Antalya,
- Bauder, J. W., Randall, G. W. and Swann, J. B., 1981. Effect of four continuous tillage systems on mechanical impedance of a clay loam soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 45, 802-806.
- Baydusen, U., 1996. Farklı Toprak İşlemelerin Buğday Verimine Etkisi Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Bornova, İzmir.
- Bernacki, H., Haman J. and Kanafosjki, C., 1972. Agricultural Machines, Theory and Construction I. U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, Virginia.
- Bilbro, J. D. and Wanjura, D. F., 1982. Soil crusts and cotton emergence relationships. Transactions of the ASAE, 25(6), 1484-1494.
- Braunack, M. V., 1995. Effect of aggregate size and soil water content on emergence of soybean (*Glycine max*, L. merr.) and maize (*Zea mays*, L.). Soil and Tillage Research, 33, 149-161.
- Brown, A. D., Dexter, A. R., Chammen, W. C. T. and Spoor, G., 1996. Effect of soil macroporosity and aggregate size on seed-soil contact. Soil and Tillage Research, 38, 203-216.
- Burt, E. C., Reeves, D. W. and Raper, R. L., 1994. Energy utilization as affected by traffic in a conventional and conservation tillage system. Transactions of the ASAE, 37(3), 759-762.
- Busscher, W. J. and Sojka, R. E., 1987. Enhancement of subsoiling effect on soil strength by conservation tillage. Transactions of the ASAE, 30(4), 888-892.
- Bouaziz, A. and Bruckler, L., 1989. Modeling wheat seedling growth and emergence : I. seedling growth affected by soil water potential. Soil Soc. Am. J. 53, 1832-1838.
- Bowers, C. G., 1985. Southeastern tillage energy data and recommended reporting. Transactions of the ASAE, 28(3), 731-737.
- Bowers, C. G., 1989. Tillage draft and energy measurements for twelve southeastern soil series. Transactions of the ASAE, 32(5), 1492-1502.
- Camp, C. R. and Lund, Z. F., 1968. Effect of mechanical impedance on cotton root growth. Transactions of the ASAE, 11(2), 188-190.
- Canarache, A., Colibas, I., Colibas, M., Horobeanu, I., Patru, V., Simota, H. and Trandafirescu, T., 1984. Effect of induced compaction by wheel traffic on soil physical properties and yield of maize in Romania. Soil and Tillage Research, 4, 199-213.
- Carter, M. R., 1996. Characterization of soil physical properties and organic matter under long-term primary tillage in a humid climate. Soil and Tillage Research, 38, 251-263.
- Chaplin, J., Jenane, C. and Lueders, M., 1988. Drawbar energy use for tillage operations on loamy sand. Transactions of the ASAE, 31(6), 1692-1694.
- Chen, Y., Tessier, S. and Rouffignat, J., 1998. Soil bulk density estimation for tillage systems and soil textures. Transactions of the ASAE, 41(6), 1601-1610.

- Choi, C. H. and Erbach, D. C., 1986. Cornstalk residue shearing by rolling coulters. *Transactions of the ASAE*, 29 (6), 1530-1535.
- Colbach, N., Estrade, J. R., Chauvel, B. and Caneill, J., 2000. Modelling vertical and lateral seed bank movements during mouldboard ploughing. *European Journal of Agronomy*, 13, 111-124.
- Collins, B. A. and Fowler D. B., 1996. Effect of soil characteristics, seeding depth, operating speed, and opener design on draft force during direct seeding. *Soil and Tillage Research*, 39, 199-211.
- Çakır, E. ve Keçecioğlu, G., 1988. Buğday ve mısır bitkilerinde çizel ve pullukla toprak işlemede enerji gereksinimi. *Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, 164-171, Erzurum.
- Çarman, K., 1997. Effect of different tillage systems on soil properties and wheat yield in middle Anatolia. *Soil and Tillage Research*, 40, 201-207.
- Çelik, A., 1998. Toprak Frezesinde Değişik Tip Bıçakların Toprağa Olan Etkilerinin ve Güç Tüketimlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Basılmamış Doktora Tezi, Erzurum.
- De Jong, R. and Best, K. F., 1979. The effect of soil water potential, temperature and seeding depth emergence of wheat. *Can. J. Soil sci.*, 59, 256-264.
- Demir, F., Konak, M., Doğan, H. ve Haciseferoğulları, H., 1996. Izgara kulaklı pulluk ile geleneksel kulaklı pulluğun iş kalitesi, güç tüketimi ve toprağın fiziksel özelliklerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (11), 161-170.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143, Erzurum.
- Desbioles, J. M. A., Godwin, R. J., Kilgour, J. and Blackmore, B. S., 1997. A novel approach to the prediction of tillage tool draught using a standard tine. *J. Agric. Engng. Res.*, 66, 295-306.
- Dexter, A. R., 1976. Internal structure of tilled soil. *J. Soil Sci.*, 27, 267-276.
- Dilmaç, M., 1984. Toprak İşleme Aletlerinin Teori, Hesap ve Konstrüksiyonu. Türkiye Ziraat Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, 36, Zonguldak.
- Durairaj, C. D. and Balasubramanian, M., 1997. Influence of tool angles and speed on the soil reactions of a bent leg plough in two soils. *Soil and Tillage Research*, 44, 137-150.
- Eker, B. ve Ülger, P., 1988. Ayçiçeği tarımında kullanılan toprak işleme aletlerinin toprak ve bitki karakteristiklerine etkilerinin araştırılması. *Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, 154-163, Erzurum.
- Eghball, B., Mielke, L. N., Calvo, G. A. and Wilhelm, W. W., 1993. Fractal description of soil fragmentation for various tillage methods and crop sequences. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57, 1337-1341.
- Erbach, D. C. and Cruse, R. M., 1981. Chisel plow induced changes in soil conditions. *ASAE paper number* : 811508.
- Erbach, D. C., 1987 a. Measurement of soil bulk density and moisture. *Transactions of the ASAE*, 30(4), 922-929.
- Erbach, D. C., 1987 b. Soil compaction and crop growth. *Agricultural Machinery Conference*, Cedar Rapids, Iowa.

- Erbach, D. C., Benjamin, J. G., Cruse, R. M., Elamin, M. A., Mukhtar, S. and Choi, C. H., 1992. Soil and corn response to tillage with paraplow. Transactions of the ASAE, 35 (5), 1347-1354.
- Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 586, Ziraat Fakültesi No: 267, Ders Kitapları Serisi No: 42, Erzurum.
- Estler, M., Knittel, H. and Zelner, E., 1984. Boden-Bearbeitung Aktuell. Schlagkräftig - Bodenschonend -Energiesparend. Frankfurt (main): DLG-Verlag.
- Gan, Y., Stobe, E. H. and Moes, J., 1992. Relative date of wheat seedling emergence and its impact on grain yield. Crop Sci., 32, 1275-1281.
- Gerard, C. J., Sexton, P. and Shaw, G., 1982. Physical factors influencing soil strength and root growth. Agronomy Journal, 74, 875-878.
- Girma, G., 1989. Multicomponent dynamometer for measurement of forces on plough on plough bodies. J. Agric. Engng. Res., 42, 85-96.
- Glancey, J. L. and Upadhyaya, S. K., 1995. An improved technique for agricultural implement draught analysis. Soil and Tillage Research, 35, 175-182.
- Glancey, J. L., Upadhyaya, S. K., Chancellor, W. J. and Rumsey, J. W., 1996. Prediction of agricultural implement draft using an instrumented analog tillage tool. Soil and Tillage Research, 37, 47-65.
- Gökçebay, B., 1986. Tarım Makinaları I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 979, Ders Kitabı No: 289, Ankara.
- Gözübüyük, Z. ve Ergüneş, E., 2002. Comparison of several tillage and drilling systems in wetch agriculture in Erzurum conditions in terms of management parameters and energy requirements. 8. International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, 142-147, Kuşadası.
- Godwin, R. J., Reynolds, A. J., O'Dogherty, M. J. and Al-Ghazal, A. A., 1993. A triaxial dynamometer for force and moment measurements on tillage implements. J. Agric. Engng. Res., 55, 189-205.
- Goss, M. J., Ehlers, W., Boone, F. R., White, I. and Howse, K. R., 1984. Effect of soil management practice on soil physical conditions affecting root growth. J. Agric. Engng. Res., 30, 131-140.
- Grisso, R. D., Yasin, M. and Kocher, M. F., 1996. Tillage implement forces operating in silty clay loam. Transactions of the ASAE, 39(6), 1977-1982.
- Güncan, A., 1976. Erzurum çevresinde bulunan yabancı otlar ve önemlilerinden bazılarının yazlık hububata mücadele imkanları üzerine araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:209, Erzurum.
- Güven, E., 1996. Buğdayda Değişik Birincil Toprak İşleme Yöntemlerinin Otlanmaya ve Verime Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Hansson, P. A., Lindgren, M., Nordin, N. and Petterson, O., 2003. A methodology for measuring the effects of transient loads on the fuel efficiency of agricultural tractors. Applied Engineering in Agriculture, 11 (6), 773-783.
- Harrigan, T. M. and Rotz, C. A., 1995. Draft relationships for tillage and seeding equipment. Applied Engineering in Agriculture, 19 (3), 251-257.
- Hayhoe, H. N., Lapen, D. R. and McLaughlin, N. B., 2002. Measurement of mouldboard plow draft: I. spectrum analysis and filtering. Precision Agriculture, 3, 225-236.

- Hernanz, J. L., Giron, V. S. and Cerisola, C., 1995. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil and Tillage Research*, 35, 183-198.
- Hillel, D., 1998. *Environmental Soil Physics*. Academic Press, San Diego.
- Husnjak, S., Filipovic, D. and Kosutic, S., 2002. Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. *Rostlinna Vyroba*, 48 (6), 249-254.
- Jenane, C., Bashford, L. L. and Monroe, G., 1996. Reduction of fuel consumption through improved tractive performance. *J. Agric. Engng. Res.*, 64, 131-138.
- Kantarci, D., 2000. *Toprak İlimi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları No: 4261, O.F. Yayın No:462.
- Kara, M. ve Özsert, İ., 1998. Yeni toprak işleme ekim sistemleri. Doğu Anadolu Tarım Kongresi Bildiri Kitabı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. 1357-1368, Erzurum.
- Kasap, A., 2001. Buğday tarımında geleneksel toprak işlemeli ekim ile direk ekimin toprak özellikleri, zaman, yakıt tüketimi ve verime etkisi. *Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, 91-95, Şanlıurfa.
- Kaufman, L. C. and Totten, D. S., 1972. Development of an inverting moldboard plow. *Transactions of the ASAE*, 55-60.
- Kaya, S., 1998. Ezurum ili toprak ve su kaynaklarının incelenmesi üzerine bir çalışma. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 1406-1416, Erzurum.
- Kayıoğlu, B. ve Bayhan, Y., 1993. Çizel ve kulaklı pulluğun toprağa yaptığı bazı fiziksel etkiler, iş başarısı ve yakıt tüketimleri üzerine karşılaştırmalı bir araştırma. 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, 131-140, Kuşadası.
- Kepner, W. D., Bainer, R. and Barger, E. L., 1980. *Principle of Farm Machinery*. The Avi Pup. Comp. Inc. Westport, USA.
- Keçecioğlu, G., 1967. *Toprak Kanalında Çeşitli Toprak İşleme Aletleri Üzerinde Bir Araştırma*. Doktora tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 93, İzmir.
- Keçecioğlu, G., 1971. *Traktör Pulluklarının Toprakta Karşılaştığı Direnç Kuvvetleri Üzerine Bir Araştırma*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:185, Bornova, İzmir.
- Keçecioğlu, G. ve Gülsoylu, E., 2002, *Toprak İşleme Makinaları*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 545, Bornova, İzmir.
- Kheiralla, A. F., Yahya, A., Zohadie, M. and Ishak, W., 2004. Modeling of power and energy requirements operating in serdang sandy clay loam, Malasia. *Soil and Tillage Research*, 78, 21-34.
- Kocatürk, Ü., 1990. Buğdayda Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Yabancı Ot Popülasyonuna Etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. Bornova, İzmir.
- Kosutic, S., Filipovic, D. and Gospodaric, Z., 1999. Energy requirement in maize production using conventional, conservation and no-tillage systems. 7. International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, 1-6, Adana.
- Komaryzade, M. H. ve Keçecioğlu, G., 1985. Ege Bölgesinde buğday tarımında toprak işleme yöntemlerinin iş gücü ve enerji tüketimi açısından irdelenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 111-120.

- Kuipers, H., 1984. The challenge of soil cultivations and soil water problems. *J. Agric. Engng. Res.*, 29, 177-190.
- Kushwaha, R. L., Vaishnav, A. S. and Zoerb, G. C., 1986. Soil bin evaluation of disc coulters under no-till crop residue conditions. *Transactions of the ASAE*, 29(1), 40-44.
- Kushwaha, R. L. and Linke, C., 1996. Draft-speed relationship of simple tillage tools at high operating speeds. *Soil and Tillage Research*, 39, 61-73.
- Kün, E., 1988. *Serin İklim Tahılları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1032, Ankara.
- Lapen, D. R., Hayhoe, H. N., Topp, G. C., McLaughlin, N. B. and Gregorich E. G., 2002. Measurement of mouldboard plow draft: II. Draft-soil-crop and yield-draft associations. *Precision Agriculture*, 3, 137-257.
- Lindstrom, M. J., Papendick, R. I. and Koehler, F. E., 1976. A model to predict winter wheat emergence as effected by soil temperature, water potential, and depth of planting. *Agron J.*, 68, 137-140.
- Mahboubi, A. A. and Lal, R., 1998. Long-term tillage effects on changes in structural properties of two soils in central Ohio. *Soil and Tillage Research.*, 45, 107-118.
- Mas, M. T. and Verdu, A. M. C., 2003. Tillage system effects on weed communities in a 4-year crop rotation under Mediterranean dryland conditions. *Soil and Tillage Research*, 74, 15-24.
- McKyes, E., 1985. *Soil Cutting and Tillage*. Development in Agricultural Engineering 7, Elsevier, Oxford.
- McLaughlin, N. B. and Burt, S. D., 2000. Spatial mapping of tillage energy. *Proceedings of the 5. International Conference on Precision Agriculture*, Bloomingtondale.
- McLaughlin, N. B., Gregorich, E. G., Dwyer, L. M. and Ma, B. L., 2002. Effect of organic and inorganic soil nitrogen amendments on mouldboard plow draft. *Soil and Tillage Research*, 64, 211-219.
- Michel, J. A., Fornstrom, K. J. and Borrelli, J., 1985. Energy requirements of two tillage systems for irrigated sugar beets, dry beans and corn. *Transactions of the ASAE*, 28(6), 1731-1735.
- Mielke, L. N., Wilhelm, W. W., Richards, K. A. and Fenster, C. R., 1984. Soil physical characteristics of reduced tillage in a wheat-fallow system. *Transactions of the ASAE*, 27(6), 1724-1728.
- Mielke, L. N. and Wilhelm, W. W., 1998. Comparisons of soil physical characteristics in long-term tillage winter wheat-fallow tillage experiments. *Soil and Tillage Research*, 49, 29-35.
- Mirreh, H. F. and Ketcheson, J. W., 1972. Influence of soil bulk density and matric pressure on soil resistance to penetration. *Can. J. Soil Sci.*, 52, 477-483.
- Mohanty, M. and Painuli, D. K., 2004. Modeling rice seedling emergence and growth under tillage and residue management in rice-wheat system on a vertisol in central India. *Soil and Tillage Research*, 76, 167-174.
- Moreno, F., Pelegrin, F., Fernandez, J. E. and Murillo, J. M., 1997. Soil physical properties, water depletion and crop development under traditional and conservation tillage in southern Spain. *Soil and Tillage Research*, 41, 25-42.
- Munsuz, N., 1985. *Toprak Mekaniği ve Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 922, Ders Kitabı No: 260, Ankara.

- Mutaf, E. ve Sungur, N., 1972. İzmir ve Manisa Çevresinde Çeşitli Tarım Alet ve Makinaların Pratik Çalışma Koşulları Altındaki Çeki Kuvveti ve Güç ihtiyaçları. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Tarım Ormancılık Araştırma Grubu Yayınları No:14, Ankara.
- Nasr, H. M. and Selles, F., 1995. Seedling emergence as influenced by aggregate size, bulk density, and penetration resistance of the seedbed. *Soil and Tillage Research*, 34, 61-76.
- Natsis, A., Papadakis, G. and Pitsilis, J., 1999. The influence of soil type, soil water and share sharpness of a mouldboard plough on energy consumption, rate of work and tillage quality. *J. Agric. Engng. Res.*, 72, 171-176.
- Natsis, A., Papadakis, G. and Pitsilis, I., 2002. Experimental investigation of the influence of the foreploughshare and the disk coulter on the tillage quality and the tractor fuel consumption. *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*. Manuscript PM 02 002. Vol.IV.
- Nieuwenburg, P. IJ. J., Speelman, L. and Wensink, H. E., 1992. An evaluation of some disk coulter designs. *J. Agric. Engng. Res.*, 51, 67-80.
- Önal, İ., 1995. Ekim, Bakım, Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 490. İzmir.
- Özarslan, C., Coşkun, B. ve Yalçın, İ., 1999. Comparing the soil tillage methods used in interval winter residence crops after cotton. 7. International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, 186-191, Adana.
- Özcan, H., Bayramoğlu, H. O. ve Aydın, N., 2004. Buğday tarımı. <http://www.ktae.org/gunceluyg/bugday.htm>.
- Özgüven, F., 1993. Kuyruk milinden hareketli, dönerek çalışan bazı toprak işleme makinalarının toprağa yaptığı bazı fiziksel etkiler ile iş etkinliği açısından kıyaslanması üzerine bir araştırma. 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, 102-110, Kuşadası.
- Öztaş, T., 1997. Toprapın nem tayininde kullanılan yeni bir yöntem TDR (Time domain reflectometry). *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (2), 331-339.
- Öztürk, A., Çağlar, Ö. ve Akten, Ş., 1998. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinde tahıl tarımı verimlilik sorunları ve çözüm önerileri. *Doğu Anadolu Tarım Kongresi*, 157-169, Erzurum.
- Patterson, D. E., Chamen, W. C. T. and Richardson C. D., 1980. Long-term experiments with tillage systems to improve the economy of cultivations for cereals. *J. Agric. Engng. Res.*, 25, 1-35.
- Palmer, A. L., 1992. Development of a three-point-linkage dynamometer for tillage research. *J. Agric. Engng. Res.*, 52, 157-167.
- Peterson, C. L., Dowding, E. A., Hawley, K. N. and Harder, R. W., 1983. The chisel-planter minimum tillage system. *Transactions of the ASAE*, 27(2), 378-383.
- Perfect, E., Kay, B. D. and Rasiah, V., 1993. Multifractal model for soil aggregate fragmentation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57, 896-900.
- Perfect, E. and Kay, B. D., 1994. Statistical characterization of dry aggregate strength using rupture energy. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58, 1804-1809.
- Perfect, E., Kay, B. D. and Silva, A. P., 1995. Influence of soil properties on the statistical characterization of dry aggregate strength. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59, 532-537.

- Perfect, E. and McLaughlin, N. B., 1996. Soil management effects on planting and emergence of no-till corn. *Transactions of the ASAE*, 39(5), 1611-1615.
- Perfect, E., McLaughlin and Kay, B. D., 1997 a. Energy requirements for conventional tillage following different crop rotations. *Transactions of the ASAE*, 40(1), 45-49.
- Perfect, E., Zhai, Q. and Blevins, R. L., 1997 b. Soil and tillage effects on the characteristic size and shape of aggregates. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61, 1459-1465.
- Plouffe, C., Tessier, S., McLaughlin, N. B. and Lague, C., 1995. Plowing performance with two helical plow bottoms at shallow operating depths. *Transactions of the ASAE*, 38(6), 1677-1683.
- Plouffe, C., Lague, C., Tessier, S., Richard, M. J. and McLaughlin, N. B., 1999. Moldboard plow performance in a clay soil: simulations and experiment. *Transactions of the ASAE*, 42(6), 1531-1539.
- Qiong, G., Pitt, R. E. and Ruina, A., 1986. A model to predict soil forces on the plough mouldboard. *J. Agric. Engng. Res.*, 35, 141-155.
- Rajaram, G. and Erbach, D. C., 1999. Effect of wetting and drying on soil physical properties. *Journal of Terramechanics*, 36, 39-49.
- Rao, A. A. S., Hay, R. C. and Bateman, H. P., 1960. Effect of minimum tillage on physical properties of soil and crop response. *Transactions of the ASAE*, 3(2), 8-10.
- Rathore, T. R., Ghildyal, B. P. and Sachan, R. S., 1983. Effect of surface crusting on emergence of soybean (*Glycine max* L. Merr) seedlings. I. Influence of aggregate size in the seedbed. *Soil and Tillage Research*, 3, 111-121.
- Renoll, E., 1979. Using Farm Machinery Effectively. Bulletin 510, Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, Alabama.
- Rizvi, H. A., Marley, S. J., Colvin, T. S. and Erbach, D. C., 1991. Tillage index trials at different agro-ecological zones. ASAE Paper Number: 911004.
- Ros, V., Smith, R. J., Marley, S. J. and Erbach, D. C., 1995. Mathematical modeling and computer-aided design of passive tillage tools. *Transactions of the ASAE*, 38(3), 675-683.
- Russell, E. W., 1973. *Soil Conditions and Plant Growth*. 10 th. Edition Logmans Co., London.
- Sabancı, A. ve Özgüven, F., 1987. Tarımsal Mekanizasyon İşletmeciliği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:67, Adana.
- Salih, A. A., Babikir, H. M. and Ali, S. A. M., 1998. Preliminary observations on effects of tillage systems on soil physical properties, cotton root growth and yield in gezira scheme, Sudan. *Soil and Tillage Research*, 46, 187-191.
- Sanchez, P. A., Upadhyaya, S. K. and Sakai, K., 2003. Variability in draft data observed during tillage. ASAE Paper Number: 031121.
- Sands, R., Greacen, E. L. and Gerard, C. J., 1979. Compaction of sandy soils in radiate pine forests. I. A penetrometer study. *Aust. J. Soil Res.*, 17, 101-113.
- Sağsöz, S., 1990. Tohumluk Bilimi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 302, Erzurum.
- Saunders, C., Godwin, R. L. and O'Dogherty, M. J., 2004. Prediction of soil forces acting on mouldboard ploughs. Cranfield University, Silsoe, Bedfordshire MK45 4DT, UK.

- Say, S. M. ve Işık, A., 1996. Penetrasyon direncinin toprak koşulları ile değişiminin belirlenmesi üzerine bir araştırma. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, 433-444, Ankara.
- Sezen, Y., 1995. Gübreler ve Gübreleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 303, Erzurum.
- Scott, D., 2000. Soil Physics : Agricultural and Environmental Applications. Iowa State University Press.
- Shinners, K. J., Wilkes, J. M. and England, T. D., 1993. Performance characteristic of a tillage machine with active-passive component. J. Agric. Engng. Res., 55, 277-297.
- Shrestha, D. S., Singh, G. and Gebresenbet, G., 2001. Optimizing design parameters of a mouldboard plough. J. Agric. Engng. Res., 78 (4), 377-389.
- Simith, L. A. and Dumas, W. T., 1978. A recording soil penetrometer. Transactions of the ASAE, 21(1), 12-14
- Simith, L. A., 1993. Energy requirement for selected crop production implements. Soil and Tillage Research, 25, 281-299.
- Sijtsma, C. H., Campbell, A. J., McLaughlin, N. B. and Carter, M. R., 1998. Comparative tillage costs for crop rotations utilizing minimum tillage on farm scale. Soil and Tillage Research, 49, 223-231.
- Singh, K. K., Colvin, T. S., Erbach, D. C. and Mughal, A. Q., 1992. Tilth index: An approach to quantifying soil tilth, Transactions of the ASAE, 35(6), 1777-1785.
- Skidmore, E. L. and Layton, J. B., 1992. Dry-soil aggregate stability as influenced by selected soil properties. Soil Sci. Soc. Am. J., 56, 557-561.
- Spoor, G. and Godwin, R. J., 1984. Influence of autumn tilth on soil physical conditions and timing of crop establishment in spring. J. Agric. Engng. Res., 29, 265-273.
- Srivastava, A. K., Goering, C. E. and Rohrbach, R. P., 1996. Engineering Principles of Agricultural Machines. ASAE Textbook Number 6, LCCN 92-73957, USA.
- Stone, A. A. and Gulvin, H. E., 1977. Machines for Power Farming. Third edition. John Wiley & Sons Inc. USA.
- Summers, J. D., Khalilian, A. and Batchelder, D. G., 1986. Draft relationships for primary tillage in Oklahoma soils. Transactions of the ASAE, 29(1), 3739.
- Tahtacıoğlu, L., Avcı, M., Mermer, A., Şeker, H. ve Aygün, C., 1996, Bazı kışlık fiğ çeşitlerinin Erzurum Ekolojik koşullarına adaptasyonu. Türkiye 3. Çayır-Mera'a ve Yem Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, 661-667, Erzurum.
- Taniguchi, T., Makanga, J. T., Ohtoma, K. and Kishimoto, T., 1999. Draft and soil manipulation by a moldboard plow under different forward speed and body attachments. Transactions of the ASAE, 42(6), 1517-1521.
- Tapela, M. and Colvin, T. S., 1998. The soil tilth index: an evaluation and proposed modification. Transactions of the ASAE, 41(1), 43-48.
- Tice, E. M. and Hendrick, J. G., 1992. Disc coulter operating characteristics. Transactions of the ASAE, 35(1), 3-10.
- Tollner, E. W. and Verma, B. P., 1984. Modified cone penetrometer for measuring soil mechanical impedance. Transactions of the ASAE, 27(2), 331-336.
- Traulsen, H. and Holz, W., 1982. Streifenpflüge in der praxis. Landtechnik, 37 (6), 288-290.

- Turgut, N., 1976. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Çiftliği'nin Mekanizasyon Sorunları ve Çözüm Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik ve Ziraat Alet ve Makinaları Bölümü, Basılmamış Doktora Tezi, Erzurum.
- Turk, M. A. and Tawaha, A. M., 2003. Weed control in cereals in Jordan. *Crop protection*, 22, 239-246.
- Ulusoy, V., 2002. Buğday Raporu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı. Ankara.
- Watts, C. W. and Patterson, D. E., 1984. The development and assessment of high speed shallow cultivation equipment for autumn cereals. *J. Agric. Engng. Res.*, 29, 115-122.
- Weise, G., 1993. Active and passive element of a combined tillage machine: Interaction, draught requirement and energy consumption. *J. Agric. Engng. Res.*, 56, 287-299.
- Wheeler, P. N. and Godwin, R. J., 1996. Soil dynamics of single and multiple tines at speed up to 20 km/h. *J. Agric. Engng. Res.*, 63, 243-250.
- Wolf, D. and Luth, H. J., 1979. Tillage equipment for clod-forming soils. *Transactions of the ASAE*, 22(5), 1029-1032.
- Wolf, D., Garner, T. H. and Davis, J. W., 1981. Tillage Mechanical energy input and soil-crop response. *Transactions of the ASAE*, 24(5), 1412-1419.
- Wu, Z., Kjelgaard, W. L. and Persson, P. E., 1986. Machine with for time and fuel efficiency. *Transactions of the ASAE*, 29(6), 1508-1513.
- Yatsuk, E. P., Panov, I. M., Efimov, D. N., Marchenko, O. S. And Chernenkov, A. D., 1981. Rotary soil Working Machines-Construction, Calculation and Design. Mashinostroenie Publishers, Moscow. Translated from Russian, Amerind Publishing co. Pvt. Ltd., New Delhi.
- Zengin, H., 1998. Erzurum ili tarım alanlarındaki yabancı ot problemleri. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 127-136, Erzurum.
- Zeren, Y., 1991. AT ülkelerinde tarımsal yapı, mekanizasyon ve enerji kullanımı. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 98-120, Konya.
- Zeren, Y., Işık, A. ve Özgüven, F., 1993. GAP Bölgesinde ikinci ürün tane mısır yetiştirmede farklı toprak işleme yöntemlerinin karşılaştırılması. 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı. 43-54, Kuşadası.

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Erzurum'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 1991 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü'nden 1995 yılında mezun oldu. Ekim 1996-Eylül 1999 yılları arasında, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı.

Atatürk Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü'nde 1998 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.

