

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM
DOKÜMANTASYON

TEZ YÖNETİCİSİ

TRAKYA BÖLGESİNDE İMAL EDİLEN BAZI
TOPRAK İŞLEME ALETLERİNİN UÇ
DEMİRLERİNDEKİ AŞINMA ve
AŞINMAYA ETKİLİ BAZI ETKENLERİN
SAPTANMASI ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Yılmaz BAYHAN

DOKTORA TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

1996
TEKİRDAĞ

TEZ YÖNETİCİSİ: Prof.Dr. Poyraz ÜLGER

57239

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRAKYA BÖLGESİNDE İMAL EDİLEN
BAZI TOPRAK İŞLEME ALETLERİNİN UÇ
DEMİRLERİNDEKİ AŞINMA ve AŞINMAYA ETKİLİ
BAZI ETKENLERİN SAPTANMASI ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Yılmaz BAYHAN

DOKTORA TEZİ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Danışman: Prof.Dr. Poyraz ÜLGER

57239

1996
TEKİRDAĞ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TRAKYA BÖLGESİNDE İMAL EDİLEN
BAZI TOPRAK İŞLEME ALETLERİNİN UÇ
DEMİRLERİNDEKİ AŞINMA ve AŞINMAYA ETKİLİ
BAZI ETKENLERİN SAPTANMASI ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

Yılmaz BAYHAN

T.Ü. TEKİRDAĞ ZİRAAT FAKÜLTESİ
TARIM MAKİNALARI BÖLÜMÜ ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ

DOKTORA TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu Tez 09 / 05 / 1996 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Kabul/Red Edilmiştir.



Prof. Dr. Poyraz ÜLGER
Danışman



Prof. Dr. Bülent EKER



Doç. Dr. M. Tunç ÖZCAN



**BU ARAŞTIRMA
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
ARAŞTIRMA FONU TARAFINDAN
DESTEKLENMİŐTİR.**

ÖZET

Doktora Tezi

**TRAKYA BÖLGESİNDE İMAL EDİLEN
BAZI TOPRAK İŞLEME ALETLERİNİN UÇ
DEMİRLERİNDEKİ AŞINMA ve AŞINMAYA ETKİLİ
BAZI ETKENLERİN SAPTANMASI ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

Yılmaz BAYHAN

Trakya Üniversitesi
Tekirdağ Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Bölümü
Araştırma Görevlisi

Trakya Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

1996, Sayfa : 97

Jüri : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

Prof.Dr. Bülent EKER

Doç.Dr. M.Tunç ÖZCAN

Bu araştırmada amaç olarak toprak işleme aletlerindeki uç demirlerinin aşınmasını azaltarak ve aşınan parçaların yenilenmesindeki zaman kaybını, üretimdeki maliyeti dūřürecek yenilikler üzerinde durulmuştur. Ayrıca aşınmaya etkili olan bazı parametreleri belirlemek ve bundan sonra aşınmanın önlenmesi için yapılacak diğer araştırmalara ışık tutabilmek de araştırmanın diğer bir amacıdır.

Araştırmada, izel üreten 5 firmanın uç demiri, yaylı kùltivatör+döner tırmık kombinasyonunu üreten 3 firmanın uç demirlerinin aşınması ve ayrıca aşınmaya etkili olan bazı faktörlerden ısıl işlem, toprak nemi, toprak penetrasyon direnci, uç demiri bileme şekli ve toprak çeşitlerinin etkileri araştırılmıştır. Araştırma sırasında yedili izel ve 21 ayaklı yaylı kùltivatör+döner kullanılmıştır.

Yapılan alışmalar dört başlık altında toplanmıştır; 1- izel üreten firmaların uç demirlerinin aşınmasının saptanması, 2-Yaylı kùltivatör+döner tırmık kombinasyonunda kullanılan yaylı kùltivatör uç demirlerinin aşınmasının saptanması, 3- Laboratuvarda izel ve yaylı kùltivatör uç demirlerinin abrasiv aşınma direncinin saptanması, 4- Aşınmaya etkili olan bazı faktörlerin aşınma üzerindeki etkilerininin saptanması.

Araştırma sonucunda izel üreten firmaların tamamının malzeme seçiminde hata yaptıkları saptanmıştır. Aynı zamanda bu firmalar uç demiri olarak kullandıkları malzemeye uygun olan ısıl işlemi uygulamamışlardır. Firmaların uç demirlerinin aşınma miktarları arasında önemli bir farkın olduğu saptanmıştır. izel aletinin ön ayaklarındaki aşınma miktarı, arka ayaklara göre daha fazla bulunmuştur.

III

Yaylı kültivatör+döner trmk kombinasyonunu üreten firmalarmaların uç demirlerinin aşınma miktarları arasındaki fark önemli bulunmuştur. Hem izel hem de yaylı kültivatör uç demirlerinde aşınma miktarı ile sertlik arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Laboratuvarda aşındırma makinasıyla yapılan çalışmada, tarla denemelerine paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Isıl işlemlerle uç demirlerinin aşınma direncinin arttığı saptanmıştır. Topraktaki nem arttıka, aşınma azalmaktadır. Toprak nemi ve toprak penetrasyon direnci ile aşınma arasında logaritmik doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Uç demiri bileme şeklinin aşınma üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Topraktaki kum oranı ile aşınma miktarı arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Sonuçta uç demiri sertliği arttıka, aşınma azalmaktadır. Uç demirinin kimyasal içeriğindeki karbon ve Mn oranının artması ile aşınma miktarının azaldığı saptanmıştır. izel ve yaylı kültivatör uç demirlerindeki minimum ve maksimum aşınma değerleri öyledir;

izel uç demirlerinde 6.94 - 11.94 g/km,

Yaylı kültivatör uç demirlerinde 0.71 - 0.29 g/km.

Her iki toprak işleme aletinin uç demirlerindeki aşınma miktarı ile sertlik arasında önemli korelasyon bulunmuştur. Ayrıca aşınma ile aşınmaya etkili olan bazı faktörlerin arasındaki ilişki de önemli bulunmuştur. İstatistiki analizlerle bu ilişkiler üzerinde de durulmuş, regrasyon analizleri yapılmış ve en uygun model bulunmuştur.

SUMMARY

Ph.D. Thesis

**A Research on Determination of Wearing and
Some Factors Effective on Wearing on the Shares
of some Tillage Equipment Manufactured in Trakya Region**

Yılmaz BAYHAN

Trakya University

Tekirdağ Agricultural Faculty

Research Assistant

Trakya Univesity

The Institute of Natural Sciences

Agricultural Mechanization Mainscience Section

Supervisor: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

1996, Page 97

Jüri : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

Prof.Dr. Bülent EKER

Ass.Prof.Dr. M.Tunç ÖZCAN

The aim of this research is to decrease wearing of tillage tools, to cut down the time for renewing of worn parts and to decrease production cost. In addition to those it was also purposed to determine some parameters effective on wearing and to give an idea for further researches which will be done to prevent of wearing.

In this research wearing of shares from 5 firms manufacturing chisel plough and 3 firms manufacturing spring-tine cultivator+rotary harrow. Effect of some factors such as thermal process, soil moisture, soil penetration resistance, share sharpening method and effect of soil type, which are effective on wearing were also searched. During the research, 7 shanks chisel plough and 21 tine of spring-tine cultivator+rotary harrow.

All research could be summarized under four headlines. 1- Determination of shares from chisel plough manufacturing firms, 2- Determination of shovel wearing on spring-tine cultivator used in spring-tine cultivator+rotary harrow, 3- Determination of abrasiv wearing resistance of chisel plough shares and spring-tine cultivator shovel by laboratory test, 4- Determination of the effects of some factors which are effective on wearing.

As result, it was found out that all the firms manufacturing chisel plough made mistake on material selection. At the same time, these firms had not applied appropriate thermal process to the material used as share. A significant difference were found between the wearing rate of shares manufactured by firms. Wearing rate of front shanks of chisel plough equipment were found higher than rear shanks.

There has been found a significant difference among the wearing amounts of shares of the firms manufacturing spring-tine cultivator+rotary harrow. It was determined that there is a linear relation between wearing rate of chisel plough shares and spring-tine cultivator shovels.

Parallel results were obtained from the laboratory tests carried out with wearing machine and field experiments.

Wearing resistance of the shares has increased by thermal process. Whereas it decreased by increasing moisture. There has been found a logarithmic linear relation between soil moisture and soil penetration resistance, and wearing share sharpening method was found to be effective on wearing.

A linear relation were found between soil sand rate and wearing. Wearing has decreased by increasing share hardness. On the other hand, wearing rate has decreased by increasing carbon (C) and manganese (Mn) rates in the chemical content of share. Border wearing rate for shares of chisel plough and spring-tine cultivator shovels are as follows;

6.94 - 11.94 g/km for chisel plough shares,

0.71 - 0.29 g/km for spring-tine cultivator shovels.

There has been found a significant correlation between wearing rate and hardness of shares of either soil tillage tools. As well as the relation between wearing and some factors effective on wearing. By doing statistical analyses these relations were also stressed. After the regression analyses the most suitable models have been found.

KISALTMALAR

| | | |
|----------------|---|-------------------------------|
| HB | = | Brinell Sertlik Derecesi |
| HRC | = | Rockwell C Sertlik Derecesi |
| HV | = | Vickers Sertlik Derecesi |
| LSD | = | Asgari Önem Farkı |
| P | = | Önem Düzeyi |
| R ² | = | Belirlilik Katsayısı |
| Se | = | Tahmini Standart Hata |
| T.İ.M | = | Toprak İşleme Makinaları |
| E.D.B.M. | = | Ekim, Dikim, Bakım Makinaları |
| H.H.M. | = | Hasat Harman Makinaları |
| B.K.M. | = | Bitki Koruma Makinaları |
| S.M. | = | Sulama Makinaları |

İÇİNDEKİLERSayfa No:

| | |
|---|------|
| ÖZET..... | I |
| İÇİNDEKİLER..... | VIII |
| ŞEKİL DİZİNİ..... | XII |
| ÇİZELGE DİZİNİ..... | XIV |
| | |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. Aşınmanın Tanımı..... | 2 |
| 1.1.1. Aşınmanın Ana Unsurları..... | 4 |
| 1.1.2. Aşınmayı Etkileyen Faktörler | 6 |
| 1.1.3. Aşınma Çeşitleri ve Mekanizmaları | 7 |
| 1.1.3.1. Adhesiv Aşınma | 8 |
| 1.1.3.2. Abrasiv Aşınma..... | 11 |
| 1.2. Toprak İşleme Makinalarının Uç Demirlerinde | |
| Aşınma Mekanizması..... | 12 |
| 1.3. Trakya Bölgesinde Tarım Makinaları İmalatı..... | 14 |
| 1.4. Araştırmanın Amacı..... | 16 |
| | |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... | 18 |
| 2.1. Genel Aşınma ile İlgili Önceki Çalışmalar..... | 18 |
| 2.2. Toprak İşleme Aletlerinin Uç Demirleri ile İlgili..... | |
| Önceki Çalışmalar | 21 |
| 2.3. Aşınma Deney Düzenekleri ile İlgili Önceki Çalışmalar..... | 28 |
| 2.4. Malzeme ile İlgili Önceki Çalışmalar | 31 |

| | |
|--|----|
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM | 37 |
| 3.1. Materyal..... | 37 |
| 3.1.1. Deneme Alanları Toprakları..... | 37 |
| 3.1.2. Araştırmada Kullanılan Çizel Uç Demirleri | 38 |
| 3.1.3. Denek Çizel Uç Demirleri..... | 40 |
| 3.1.4. Araştırmada Kullanılan Yaylı Kültivatör | |
| Uç Demirleri..... | 41 |
| 3.1.5. Isıl İşlemler Uygulanmış Örnek | |
| Çizel Uç Demirleri..... | 43 |
| 3.1.6. Denemede Kullanılan Alet ve Makinalar | 44 |
| 3.1.6.1. Çizel | 44 |
| 3.1.5.2. Yaylı Kültivatör+Döner Tırmık | |
| Kombinasyonu | 44 |
| 3.1.7. Laboratuvar Deneylerinde Kullanılan | |
| Aşındırma Makinası..... | 45 |
| 3.1.8. Denemede Kullanılan Diğer Ölçüm | |
| Aletleri ve Cihazları | 48 |
| 3.2. Yöntem | 50 |
| 3.2.1. Çizel Uç Demirlerinin Denenmesi..... | 50 |
| 3.2.2. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Denenmesi..... | 51 |
| 3.2.3. Denemelerin Tarlada Düzenlenmesi..... | 51 |
| 3.2.4. Aşınma Miktarının Saptanması..... | 53 |
| 3.2.5. Isıl İşlemin Çizel Uç Demiri Aşınmasına | |
| Etkisinin Saptanması..... | 53 |
| 3.2.6. Toprak Nemi ve Direncinin Uç Demirinin..... | |
| Aşınmasına Etkisinin Saptanması..... | 54 |

| | |
|---|----|
| 3.2.7. Çizel Uç Demirinin Bileme Şeklinin | |
| Aşınmaya Etkisinin Saptanması..... | 54 |
| 3.2.8. Toprak Serilerinin Aşınmaya Etkisinin Saptanması..... | 55 |
| 3.2.9. Toprak Neminin Ölçülmesi..... | 55 |
| 3.2.10. Toprak Penetrasyon Direncinin Belirlenmesi | 55 |
| 3.2.11. Uç Demiri Sertliğinin Saptanması | 56 |
| 3.2.12. Uç Demirlerinin Aşındırma Makinasında..... | |
| Denenmesi | 56 |
| 3.2.13. İstatistik Yöntemler..... | 56 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI | 58 |
| 4.1. Tarla Denemeleri Sonuçları..... | 58 |
| 4.1.1. Çizel Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları ve | |
| Malzeme Sertlik Derecesi ile İlişkilerine | |
| İlişkin Sonuçları..... | 58 |
| 4.1.2. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları | |
| ve Malzeme Sertlik Derecesi ile İlişkilerine | |
| İlişkin Sonuçları..... | 62 |
| 4.2. Laboratuvar Denemeleri Sonuçları..... | 63 |
| 4.2.1. Çizel Üreten Firmaların Uç Demirlerinin | |
| Aşınma Miktarları..... | 64 |
| 4.2.2. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları | 65 |
| 4.3. Isıl İşlem Yapılmış Denek Çizel Uç Demirlerinin Aşınma | |
| Miktarları ve Malzeme Sertlik Derecesi ile İlişkilerine | |
| İlişkin Sonuçlar..... | 67 |

| | |
|---|----|
| 4.4. Toprak Nemi ve Direncinin Denek Çizel Uç | |
| Demirlerinin Aşınmasına Etkisine İlişkin Sonuçlar | 69 |
| 4.5. Denek Çizel Uç Demirlerinde Bileme Şeklinin | |
| Aşınmaya Etkisine İlişkin Sonuçlar | 71 |
| 4.6. Toprak Serilerinin Denek Çizel Uç Demirlerindeki | |
| Aşınmaya Etkisine İlişkin Sonuçlar | 72 |
| 5. TARTIŞMA..... | 76 |
| 5.1. Çizel Uç Demirlerine İlişkin Tartışma..... | 76 |
| 5.2. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerine İlişkin Tartışma..... | 78 |
| 5.3. Isıl İşlem ile İlgili Tartışma..... | 78 |
| 5.4. Toprak Nemi ve Direnç ile İlgili Tartışma..... | 79 |
| 5.5. Uç Demiri Bileme Şekli ile İlgili Tartışma | 79 |
| 5.6. Toprak Serileri ile İlgili Tartışma..... | 80 |
| 6. SONUÇ | 81 |
| KAYNAKLAR..... | 84 |
| TEŞEKKÜR..... | 92 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 93 |
| EK-1 | 94 |

ŞEKİL DİZİNİ

| <u>Sekil No:</u> | <u>Şekil Adı</u> | <u>Sayfa No:</u> |
|------------------|--|------------------|
| 1.1 | Aşınmanın Ana Unsurları | 4 |
| 1.2 | Sürtünen İki Cismin Temas Alanları ve Aşınmanın Temel Unsurları | 5 |
| 1.3 | Yüzeylerde Temas (a) ve Plastik Deformasyonlar (b) | 9 |
| 1.4 | Adhesiv Aşınma Mekanizması | 10 |
| 1.5 | Kaynak Bağları ve Kopma Şekilleri | 10 |
| 1.6 | Abrasiv Aşınma Mekanizması | 11 |
| 1.7 | Toprak İşleme Aletlerinin İşleyici Organlarında Aşınma | 12 |
| 1.8 | Düşük Gerilmeli Abrasiv Aşınma Mekanizması | 13 |
| 1-9 | Tarım Alet ve Makinaları Üretici Firmaların % Dağılımı | 14 |
| 2.1 | Çeliklerde Temperleme Sıcaklığına Göre Aşınma Oranı ile Sertlik İlişki | 18 |
| 3.1 | Çizel Uç Demirinin Boyutları | 39 |
| 3.2 | Denemede Kullanılan Yaylı Kültivatör Uç Demirleri | 42 |
| 3.3 | Isıl İşlemlerin Uygulanma Koşulları | 43 |
| 3.4 | Aşındırma Makinasının Kesiti | 46 |
| 3.5 | Aşındırma Makinasının Ana Mili ve Ayakların Bağlantı Kollarının Konumu | 47 |
| 3.6 | Uç Demirlerin Bağlandığı Çizel (a), Yaylı Kültivatör Ayakların (b) Biçimi ve Ölçüleri | 48 |

| | | |
|-----|---|----|
| 3.7 | Mekanik Tıp Stiboka Penetrografın Şematik Görünümü | 49 |
| 4.1 | 1994 Yılı Denemelerinde Çizel Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarı ve Sertlik Değerleri Arasındaki İlişki | 60 |
| 4.2 | 1995 Yılı Denemelerinde Çizel Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarı ve Sertlik Değerleri Arasındaki İlişki | 62 |
| 4.3 | Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Aşınma Miktarı ve Sertlik Değerleri Arasındaki İlişki | 63 |
| 4.4 | Çizel Uç Demirlerinin Aşınma Miktarı ve Sertlik Değerleri Arasındaki İlişki | 65 |
| 4.5 | Laboratuvar Sonuçlarına Göre Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Aşınma Miktarı ve Sertlik Değerleri Arasındaki İlişki | 66 |
| 4.6 | Isıl İşlemin Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarı ile Sertlik Arasındaki İlişki | 69 |
| 4.7 | Toprak Nemi ve Penetrasyon Direncindeki Değişimler ile Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarları Arasındaki İlişki | 71 |
| 4.8 | Bileme Şekli ile Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarı Arasındaki İlişki | 72 |
| 4.9 | Toprak Serileri, Kum Oranı ile Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarları Arasındaki İlişki | 74 |

ÇİZELGE DİZİNİ

| <u>Çizelge No:</u> | <u>Çizelge Adı</u> | <u>Sayfa No:</u> |
|--------------------|---|------------------|
| 1.1 | Tarım Makinaları İmalatçılarının İşletme Büyükliğüne Göre Dağılımı | 15 |
| 1.2 | Tarım Makinaları İmalatçılarının Personel Sayısına Göre Dağılımı | 15 |
| 3.1 | Deneme Tarlaları Topraklarının Fiziksel Analizleri | 37 |
| 3.2 | Firmaların Uç Demirinin Yapımındaki İşlemler | 38 |
| 3.3 | Denemede Kullanılan Çizel Uç Demirlerinin Bazı Özellikleri | 39 |
| 3.4 | Denemede Kullanılan Çizel Uç Demirlerinin Kimyasal Bileşimi (%) | 40 |
| 3.5 | Örnek Çizel Uç Demirinin Kimyasal Özellikleri | 41 |
| 3.6 | Firmaların Yaylı Kültivatör Uç Demiri Yapımındaki İşlemleri | 41 |
| 3.7 | Denemede Kullanılan Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Bazı Özellikleri | 42 |
| 3.8 | Denemede Kullanılan Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Kimyasal Özellikleri | 42 |
| 3.9 | Denemede Kullanılan Çizelin Teknik Özellikleri | 44 |
| 3.10 | Denemede Kullanılan Yaylı Kültivatör+Döner Tırmık Kombinasyonunun Teknik Özellikleri | 44 |
| 3.11 | Firmaların Uç Demirlerinin Parsellere Göre Dağılımı ve Sürüm Uzunluğu | 52 |

| | | |
|------|---|----|
| 3.12 | Deneme Parsellerinin 0-30 cm'deki Ortalama Toprak Nemi ve Penetrasyon Dirençleri | 54 |
| 4.1 | 1994 Yılı Denemelerinde Firmaların Çizel Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları | 59 |
| 4.2 | 1995 Yılı Denemelerinde Firmaların Çizel Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları | 61 |
| 4.3 | Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları | 63 |
| 4.4 | Çizel Uç Demirlerinin Laboratuvardaki Aşınma Miktarları | 64 |
| 4.5 | Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Laboratuvardaki Aşınma Miktarları | 66 |
| 4.6 | Uç Demirlerinin Aşınma Miktarı ile Sertlik Değeri Arasındaki Regrasyon Analizleri | 67 |
| 4.7 | Isıl İşlemin Çizel Ön ve Arka Ayaklarının Aşınma Miktarları Üzerine Etkisi | 68 |
| 4.8 | Toprak Nemi ve Direncinin Çizel Uç Demirlerinin Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarları Üzerine Etkisi | 70 |
| 4.9 | Bileme Şekline Göre Ayaklar Arasındaki Aşınma Miktarları Üzerine Etkisi | 72 |
| 4.10 | Toprak Serilerinin Çizel Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarları Üzerine Etkisi | 73 |
| 4.11 | Uç Demirlerinin Aşınma Miktarı ile Aşınmaya Etkili Faktörler Arasındaki Regrasyon Analizleri | 75 |

1. GİRİŞ

Günümüzde imalat sanayisine dayanmayan ve ileri teknoloji ile sürekli beslenmeyen bir kalkınma sağlam temellere dayalı ve istikrarlı bir kalkınma sayılmamaktadır. İmalat sanayisindeki işletmelerin büyüklüğü ve ileri teknoloji kullanımı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır (Zeren ve Bayat, 1990). Bu durum tarım makinaları imalatçıları için de şüphesiz geçerlidir.

Her tarım alet ve makinaları yapımcısı; diğer mühendislik dallarında olduğu gibi, imalat sırasında söz konusu makinanın işe yararlığını ve ekonomikliğini esas alarak, yapım zincirindeki beş etkili faktörü dikkate almak zorundadır. Bu faktörler sırasıyla; **konstrüksiyon, malzeme, hesaplama, yapım tekniği ve montaj**'dır. "Zincirin dayanımı en zayıf halkasının dayanımına eşittir" prensibi burada da geçerli olup, makinasına "en ucuz" ve "fonksiyonunu en iyi gerçekleştiren" niteliklerini kazandırma çabasındaki mühendisin başarısı bu etkili faktörleri kombine edebilme yeteneğine bağlıdır (Ulusoy, 1975).

Bilindiği gibi ülkemizde, tarım makinaları yapımı büyük ölçüde atelye niteliğini koruyan işletme yapısını bir türlü aşamamıştır. Bu duruma, etkili bir çok faktör bulunmaktadır. Nedeni ne olursa olsun mevcut yapının mutlaka iyileştirilmesi gerekmektedir. Avrupa Topluluğuna girmeyi hedeflediğimiz düşünülürse, bu atelyeler yerini gelişen teknoloji ile donatılmış çağın işletmelerine bırakmak zorundadır. Bunun için de imalat sanayisinin yapısının iyi bilinmesi, sorunların gerçek bir şekilde ortaya çıkarılması gerekmektedir. Tarım Makinaları İmalatçıları rekabet güçlerini arttırabilmek için yeni teknolojileri ve uygun niteliklere sahip malzemeleri temin etmek zorundadırlar.

Gelişmiş ülkeler, sanayinin gelişimini tamamlamış olması nedeniyle üretimi ve verimliliği arttıracak bütün konular üzerinde geniş çalışmalar yapmaktadırlar. Bunların başında da aşınma olayı gelmektedir. Bu ülkelerdeki işletmeler her yıl, araştırma ve geliştirme masraflarının büyük bir kısmını aşınmayı önleyici yöntemlerin geliştirilmesine ayırmaktadırlar. Bu çalışmanın giriş bölümünde tarım makinalarında görülen aşınmayı belirleme ve önleme yöntemleri açıklanmıştır.

1.1. Aşınmanın Tanımı

DIN 50 320' de teknik anlamda aşınma, cisimlerin yüzeylerinden mekanik etkenlerle mikro taneciklerin kopmasıyla meydana gelen, istenmeyen yüzey değişiklikleri olarak tanımlanmaktadır. Tanımdaki "Mekanik etkenler" deyiimi, korozyon ile aşınmanın farklı olduğunu belirtmek için kullanılmıştır. Çünkü korozyonda kimyasal ve elektrokimyasal etki sözkonusudur. "Mikro taneciklerin kopması" deyiimi ile, aşınma olayı dışında meydana gelecek fiziki sebeplerle "Plastik şekil değiştirmeler, kırılmalar" malzeme yüzeyinden parçacıkların kopması veya büyük parça kopmasının aşınma olmadığı belirtilmiştir. "İstenmeyen" kelimesiyle de isteyerek yapılan yüzey işleme veya parlatma işleminin, aşınma kapsamı dışında kalacağı belirtilmektedir (Ulusoy, 1977/a).

Aşınma genel olarak, temas eden ve birbirine göre kayma veya yuvarlanma hareketi yapan iki cismin, yüzeyleri arasında meydana gelen bir olaydır. Diğer bir deyişle aşınma, çoğunlukla temas halindeki yüzeylerin birbirleri arasındaki bağıl hareketlerinin bir sonucu olarak meydana gelen malzeme kayıpları olarak tanımlanmaktadır (Gediktaş, 1970).

Yüzeylerin, mekanik zorlama nedeniyle (bazı hallerde kimyasal etkenlerle) küçük parçacıkların ayrılması sonucu meydana gelen değişikliğe aşınma denir (Gürleyik, 1975). Bu tanımda ise, korozyonun aşınma olarak tarif edildiği görülmektedir. Ancak daha çok mekanik etkenlerin sebep olduğu, malzeme yüzeyindeki aşınmalara dikkat çekilmektedir (Karamış, 1985).

Aşınma, mekanik bir etkinin sonucunda bir yüzeyden parçacıkların yavaşça kalkmasıdır. Bu tanım korozyonu ve soyulmayı kapsam dışı bırakmaktadır. Çünkü korozyonun; "mekanik etki" şartına, soyulmanın ise "yavaş" olma şartına uymadığı gerekçesiyle, kapsam dışı bırakıldığı ifade edilmektedir (Karamış, 1985).

Aşınmanın genel bir tarifini yapmak oldukça zordur. Aşınmayı bir tanım olarak vermek yerine, bu olayı niteleyen bazı şartların veya kriterlerin belirlenmesi daha uygun olacaktır.

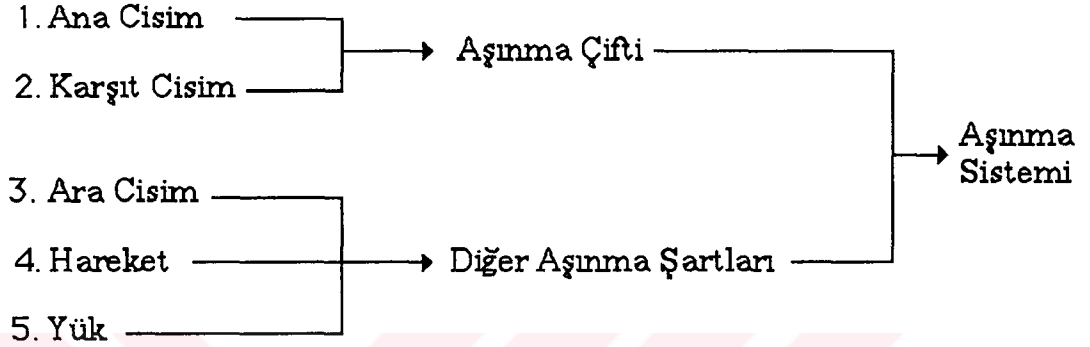
Malzemedeki meydana gelen yıpranma olayının, aşınma sayılabilmesi için aşağıdaki koşulların sağlanması zorunludur;

- Mekanik bir etkinin olması,
- Sürtünmenin olması (izafi hareket),
- Yavaş fakat devamlı olması,
- Malzeme yüzeyinde değişiklik meydana getirmesi,
- İsteğimiz dışında meydana gelmesi.

Bu koşullardan herhangi birini sağlayan yıpranma olayı aşınma olarak tanımlanamaz. Örneğin korozyon aşınma olarak düşünülmemelidir. Çünkü korozyon, diğer bütün şartları sağlamasına rağmen sürtünme ve mekanik hareket olmaksızın (sadece kimyasal veya elektrokimyasal etki ile) meydana gelmektedir. Fakat çevre şartlarına bağlı olarak aşınmanın karakteri de değişebilir. Mekanik etki ile birlikte kimyasal veya elektrokimyasal etki ile de malzeme yüzeyinden mikro tanecikler kopar veya yüzey bölgesi değişikliğe uğrar. Bu şartlar da, sürtünme ve korozyon ile birlikte yüzeyin bozulmasına neden olabilirler. Sürtünmeyle birlikte kimyasal etkilerle meydana gelen korozyon, aşınma kapsamına alınmalıdır. Nitekim korozif etkenlerle bile olsa tribolojik zorlama sırasında meydana gelen yüzey bölgesi değişiklikleri veya parçacıkların kopması, aşınma kavramı içerisinde düşünülmelidir. Sonuçta bu beş şartın doğal sonucu olarak, aşınma meydana gelmektedir. Bu koşullardan herhangi birini sağlamayan yıpranma olayı aşınma olarak tanımlanamaz (Karamış, 1985).

1.1.1. Aşınmanın Ana Unsurları

Aşınma olayını gerçekleştiren, etkileyen ve aşınmanın karakterini belirleyen 5 başlangıç koşul vardır (Şekil-1.1)



Şekil-1.1. Aşınmanın Ana Unsurları (Ulusoy, 1977/a).

Ana cisim: Fiziki ve kimyasal özellikleri ve durumu, yüzey yapısı, şekli tamamen belirli ve aşınma durumu bizi ilgilendiren bir katı cisimdir.

Karşı cisim: Katı cisim, sıvı veya gaz olabilir. Karşı cisimle, ana cisim bir aşınma çiftini meydana getirmektedir.

Ara cisim: Ana cisimle, karşı cisim arasında katı, sıvı, gaz, buhar veya bunların karışımı şeklinde bir cisim bulunabilir. Örneğin ara cisim yüzey arasına girmiş kum taneleri olabilir. Aşınma esnasında yüzeyden kopan parçacıklar da, eğer bunlar yüzeyler arasında kalıyorsa, ara cisim olarak düşünülebilir.

Hareket: Ana cismin karşı cisme göre izafi hareketinin cinsi (kayma, yuvarlanma, çarpma v.s.) büyüklüğü, doğrultusu ve süresi ile belirlidir.

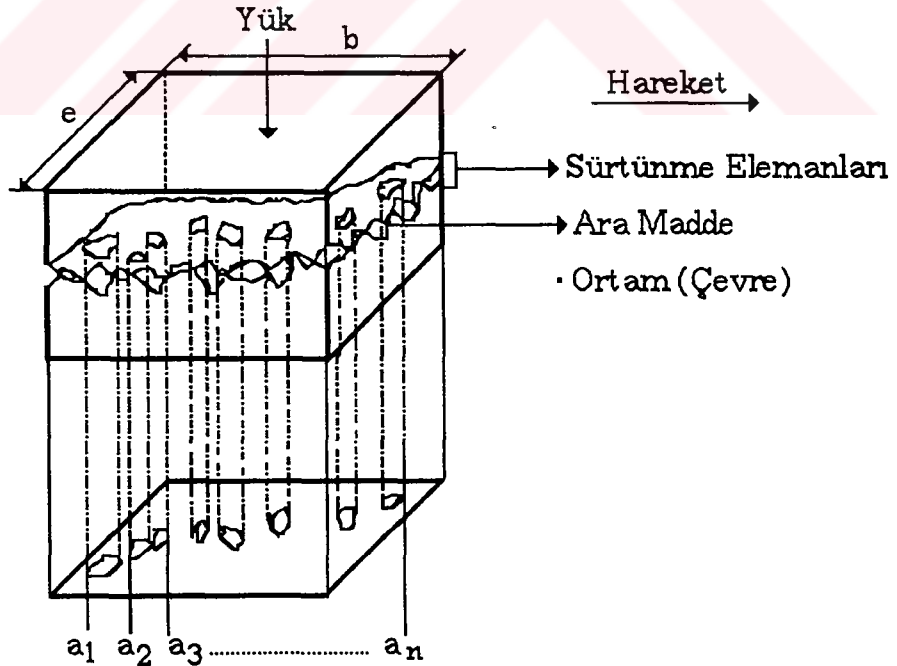
Yük (zorlanma): Tesir eden yükün (kuvvet) büyüklüğü, şekli (statik, titreşimli, darbeli v.s.) doğrultu ve zamana göre değişimi, zorlanma hususunu meydana getirir (Ulusoy, 1977/a).

Aşınma olayının başlayabilmesi için bir sürtünme olması gerekmektedir. Sürtünen iki cismin temas alanı büyüklüğünün (mekanik etkileşim alanının) aşınmaya büyük etkisi vardır. Şekil-1-2'de

sürtünen iki cismin temas durumu ve aşınma olayını belirleyen "aşınma temel unsuru" toplu olarak şematize edilmiştir. Birbiri ile temas eden iki cismin gerçek temas alanı, görünen temas alanından küçüktür. Temas yüzeyleri ne kadar düz işlenirse işlensin, yüzeyde mutlaka pürüzler mevcuttur. Bu nedenden dolayı temas halindeki iki cisim bu pürüzler aracılığıyla temas kurarlar. Pürüzlerin arasındaki girintiler ise, temas alanı dışında kalır. Şekil-1.2'de görüldüğü gibi; temas alanı; $A = e \times b$ (birim kare) iken gerçek temas alanı, pürüzlerin temas alanlarının toplamına eşittir. Gerçek temas alanı (A_g), geometrik temas alanından (A) daima küçüktür ($A_g < A$) (Karamış, 1985).

$$A_g = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + \dots + a_n = \sum_{i=1}^n a_i \text{ şeklindedir.}$$

Aşınmanın temel unsuru olan ana cisim, karşıt cisim ve ara cisim elemanlarının üçüne birden tribosistem adı verilmektedir. Sürtünme enerjisi tribosistem uygulaması süresince kayıp enerjinin bir kısmıdır (Uetz ve Föhl, 1978).



Şekil-1.2. Sürtünen İki Cismin Temas Alanları ve Aşınmanın Temel Unsurları (Karamış, 1985).

Tribosistemi etkileyen bu faktörlerden yük ve hareket sisteme giren enerjilerdir. Aşınmaya etkili faktörlerden, yüklemenin şekli ve uygulanan yük miktarı, temas alanını etkileyen önemli faktördür. Yükün etkisi altındaki iki yüzeyin, pürüzlerinin deforme olması nedeniyle birbirlerine daha da fazla kapandığı ve temas alanının arttığı görülür. Bu alanın artması, uygulanan yük miktarı ile birlikte malzeme özelliği ve yüzey geometrisine de bağlıdır. Uygulanan yük, artan ve azalan bir şekilde, statik, dinamik, titreşim ve/veya darbeli olabilir (Karamış, 1985).

Giriş faktörlerinin enerjisi, sistemde faydalı ve kayıp enerjisine dönüştürülür. Tribolojik bir işlem sırasında sistemden çıkan faydalı enerji, sisteme giren enerjiden küçüktür. Giriş ve çıkış enerjileri arasındaki fark, sürtünme enerjisine eşdeğerdir (sistemin çalışma sırasındaki enerji kaybı) ve sürtünme enerjisi bir çok enerjiye bölünebilir (Uetz ve Föhl, 1978; Karamış, 1985).

1.1.2. Aşınmayı Etkileyen Faktörler

Aşınma parametrelerinden, değişmesi hemen hemen tüm aşınma mekanizmalarında değişikliğe neden olan ve aşınmayı etkileyen parametreler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Kantarıcı, 1982; Karamış, 1985; Şahingöz, 1993).

| | |
|--------------------|---|
| Malzeme Faktörleri | : Mikro yapısı ve kimyasal bileşimi, elastikiyet modülü, ısı iletkenlik, pekleşme, akma ve kırılma özellikleri, hacimsel ve yüzey sertliği, soğuk şekillendirme, ısı işlem. |
| Dizayn Faktörleri | : Şekil, yükleme tarzı, hareket türü, yüzeyin pürüzlülük derecesi, titreşim, çevrim süresi. |

| | |
|------------------------|--|
| Ortam Faktörleri | : Sıcaklık, nem, ortam bileşimi, basınç, yüzeyde ortamın yarattığı ürünlerin birikimi. |
| Karşı Madde Faktörleri | : Tane büyüklüğü, tane şekli, tane dağılımı, tane sertliği. |

1.1.3. Aşınma Çeşitleri ve Mekanizmaları

Belli bir malzemenin aşınma direnci, içinde bulunan sistemin fonksiyonu olarak belirlendiğinden, tek başına malzeme konstantı anlamında aşınma direnci değerlerini vermek mümkün değildir. Ayrıca, katı cismin hacimsel özelliklerinin cismin yüzeylerine ne oranda yansıdığı, incelenmesi gereken bir konudur. Çünkü aşınma, cismin iç özelliklerinden çok yüzeyin özellikleriyle ilgilidir. Cismin yüzeyi ise, aşınma sırasında devamlı bir değişim göstermektedir. Aşınma süresince de olayın akışını ve sonucunu etkileyen faktörlerin çoğunu etkileyen faktörlerin çokluğu ve bundan dolayı var olabilecek sistemlerin fazlalığı, bu konuda karşılaşılan en önemli güçlüklerden birisidir. Aşınma olayını karakterize eden faktörler, o kadar karmaşık ki, aşınmanın kontrol altına alınabilmesi güçleşmektedir. Bu faktörlerin değişik bileşimleri, farklı aşınma tiplerine neden olmaktadır. Bu nedenden dolayı aşınma olayını sınıflandırmak oldukça güç bir durum arz etmektedir. Buna rağmen çeşitli araştırmacılar, aşınmayı değişik şekillerde sınıflandırmışlardır.

Enerji iletimi veya aşınma olayına etki eden büyüklüklerin farklı kombinasyonları dikkate alınarak, kinematik görünüme göre, aşınma aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Gürleyik, 1976):

- Kayma Aşınması
- Püskürtme Aşınması
- Erozyon
- Kavitasyon

Aşınma olayının karmaşıklığına paralel olarak çok sayıda aşınma şekli ortaya çıkmasına rağmen, çeşitli araştırmacılar genellikle aşınma mekanizmalarını aşağıdaki gibi sınıflandırmışlardır;

- Adhesiv aşınma mekanizması,
- Abrasiv aşınma mekanizması,
- Yorulma aşınma mekanizması,
- Korozyon aşınma mekanizması,
- Ablativ aşınma mekanizması,
- Tabaka aşınması (sürtünme oksidasyonu).

Tarım alet ve makinalarında adhesiv, abrasiv ve korozif gibi aşınma mekanizmaları görülmektedir. Toprak işleme makinalarının işleyici organlarında görülen aşınmalar ise, adhesiv ve abrasiv aşınmalardır (Kantarıcı, 1982).

1.1.3.1. Adhesiv Aşınma

Adhesiv aşınma, özellikle birbiri ile kayma sürtünmesi yapan metal-metal aşınma çiftinde meydana gelen kaynaklaşma olayının bir sonucudur (Gürleyik, 1976).

Diğer bir araştırmacıya göre adhesiv aşınma, moleküler kuvvetlerin etkisi altındaki temas yüzeylerinde oluşan bölgesel kaynak bağlarının kırılması nedeniyle meydana gelen malzeme kaybıdır (Akkurt, 1977; Karamış, 1985).

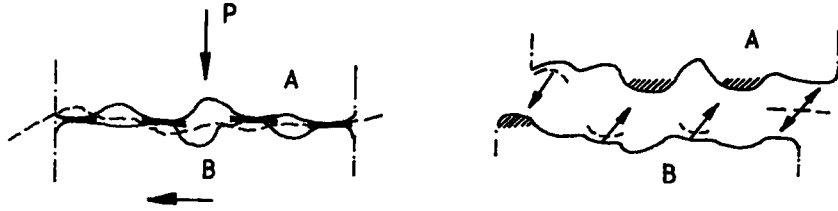
Cisimlerin üst yüzeylerinde (Şekil-1.3) pürüz adı verdiğimiz tepecik ve çukurlar mevcuttur. Pürüzlerin yüksekliği yüzey işçilik kalitesine bağlı olmakla beraber, malzemenin molekül boyutlarına göre değişmektedir. Birbirine sürtünen iki cismin yüzeyleri arasındaki temas, pürüzlerin tepeleri üzerinde olmaktadır. Çok küçük olan bu temas noktalarındaki gerçek gerilmeler, geometrik temas yüzeyine göre hesaplanan ortalama gerilmelere göre çok yüksektir. Bunun sonucunda temas noktalarında malzemelerin akma sınırı aşılmaktadır. Normal üst düzeyde absorbe edilmiş olan gaz veya sıvı molekülleri ile oksit tabakaları bu basınç altında parçalanır ve malzemelerin molekülleri

direkt olarak temas haline geçer, böylece bölgesel kaynak bağları meydana gelir ve bu olaya soğuk kaynama adı verilir. Şekil değiştirme ve izafi hareket esnasında meydana gelen ısı sebebiyle bu bölgelerde sıcaklık yükselmekte, ergime noktasına kadar çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak malzemeler arasında bu küçük temas noktalarında kaynak bağların (sıcak kaynama) meydana gelmesi kolaylaşmaktadır. İki cisim arasındaki izafi hareket sırasında bu kaynak bağlar, malzemenin zayıf noktasından kopar. Kopma her iki malzemedenden birden olursa sert aşınma parçacıkları meydana gelir. Kopma zayıf olan malzeme tarafından olur ve bir kısım malzeme diğerine kaynak bağı olarak kalırsa bir malzeme transferi söz konusudur. Sonuçta her iki durumda da aşınma meydana gelmiştir (Gediktaş, 1970).



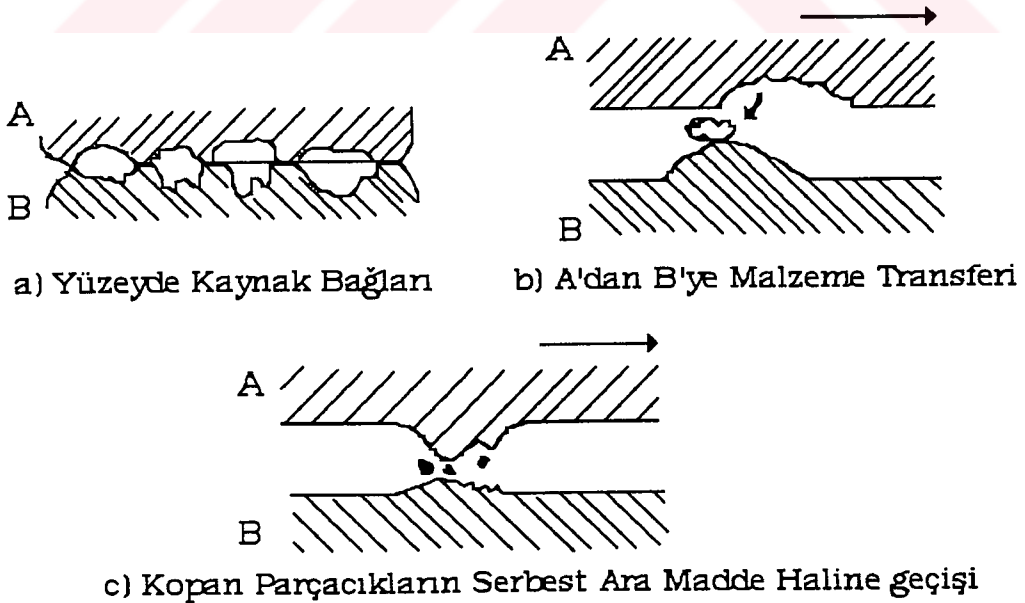
Şekil-1.3. Yüzeylerde Temas (a) ve Plastik Deformasyonlar (b).
(Gediktaş, 1970)

Hareket halindeki sistemde devamlı olarak kopan ve yenilenen adhezyon noktaları mevcuttur. Kopma, kaynama noktasından olabileceği gibi, çoğunlukla A veya B metalinin içinden de olabilmektedir (Şekil-1.4). Böylece iki yüzey arasında karmaşık bir metal transferi başlamakta, zaman zaman da kopan parçacıklar aşınma ürünü olarak serbest kalmaktadır. Adhesiv aşınma için yüzey pürüzlülüğü şart olmayıp, çok düzgün yüzeyler arasında da aşınma meydana gelmektedir (Ulusoy, 1977/a).



Şekil-1.4. Adhesiv Aşınma Mekanizması (Ulusoy, 1977/a).

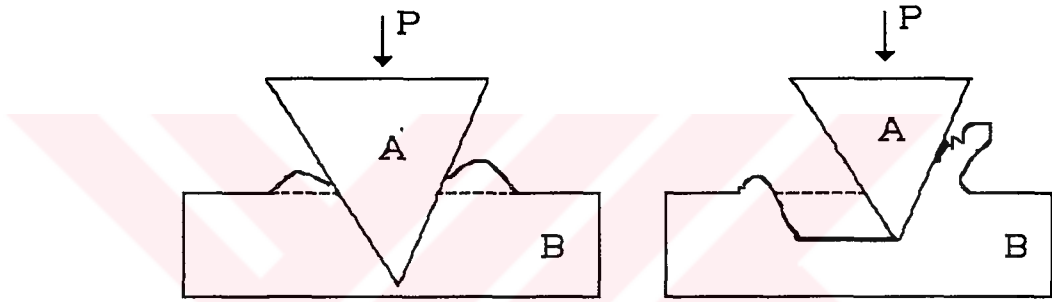
Metalografik olarak benzer kafes yapılı malzemelerde adhesiv aşınma mekanizması, bu şekilde açıklanabilmesine rağmen, farklı yapıdaki (mineral malzemeler gibi) malzemeler arasındaki aşınma, adhezyonla başlamamaktadır. Bu gibi malzemelerde, yüksek gerilme ve basıncın etkisiyle pürüzler birbirine geçerek, plastik şekil değiştirme meydana getirmektedir. İzafi hareket başladığında zayıf olan malzemenin pürüzleri kopar ve serbest tanecikleri meydana gelir (Şekil-1.5). Eğer sıcaklık yükselir ve ısıl diffüzyon fazlalaşursa bölgesel kaynak bağları oluşur. Diffüzyon az ise, kaynama olmayacağından kırılan parçacıklar serbest hale geçerler (Gediktaş, 1970; Karamış, 1985).



Şekil-1.5. Kaynak Bağları ve Kopma Şekilleri (Karamış, 1985).

1.1.3.2. Abrasiv Aşınma

Abrasiv aşınmada sert ve pürüzlü bir yüzeyin yumuşak bir yüzey karşısında hareket etmesiyle uygulanan yüke orantılı olarak sert pürüzler, yumuşak malzemeye girer ve çizikler açacak şekilde mikroskobik talaşlar kaldırır. Buna "İki Cisimli Abrasiv Aşınma" denir (Şekil-1.6). Eğer ara yüzeyde sürtünme elemanlarını çizerek tahrip eden sert tanecikler de bulunuyorsa, bu tür aşınmaya da "Üç Cisimli Abrasiv Aşınma" denilmektedir (Ulusoy, 1977/a).



Şekil-1.6. Abrasiv Aşınma Mekanizması (Ulusoy, 1977/a)

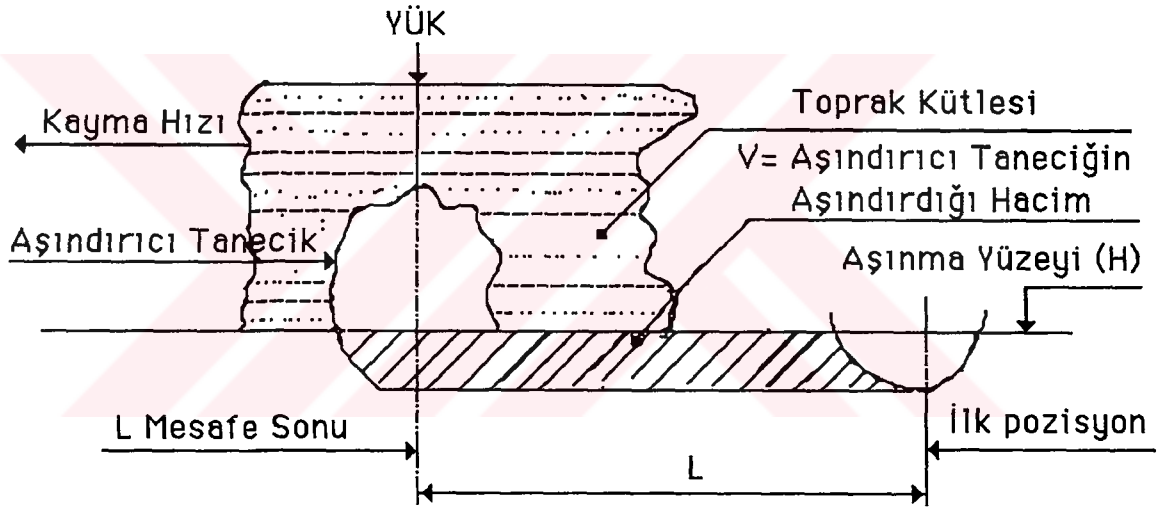
Abrasiv aşınma mekanizmasının oluşabilmesi temas halindeki cisimlerin yüzey sertlikleri ve işleme kalitelerinin farklı olmasına bağlıdır. Bu iki şartın sağlanması durumunda uygulanmakta olan yükün dik bileşeni, daha sert ve kaba olan cismin yüzeyine batırmaya çalışmaktadır. Yatay bileşende yumuşak yüzeyde çizikler, derin izler ve parlatma meydana getirmekte. Temas halindeki yüzeyler arasında sert aşındırıcı maddeler bulunması durumunda derin izler meydana getirmektedir. Bu tür abrasiv aşınma, toprak işleme makinaları, iş makinaları, çimento ve seramik sanayiinde görülmektedir (Kantarcı, 1982).

Abrasiv aşınma sert partiküllerin bir veya iki yüzey üzerinde veya arasına yerleşmesi ile materyalin hareketi sonucunda meydana gelen malzeme kaybıdır. Uygulama koşullarına bağlı olarak abrasiv aşınma, üç şekilde görülmektedir. Bunlar kazıma (gouging abrasive) aşınması, yüksek gerilmeli aşınma ve düşük gerilmeli çizme aşınmasıdır. Toprak

işleme alet ve makinalarının uç demirlerinde düşük gerilmeli çizme aşınması meydana gelmekte ve aletlerin yüzeyleri toprak partiküllerinin geçişiyle aşındırılmaktadır (Yu ve Bhole, 1990)

1.2. Toprak İşleme Makinalarının Uç Demirlerinde Aşınma Mekanizması

Diğer aşınma mekanizmalarına göre abrasiv aşınma, tarım tekniğine has bir aşınmadır. Toprak işleme aletlerinin işleyici organında meydana gelen üç cisimli abrasiv aşınma Şekil-1.7'de görülmektedir (Kantarıcı, 1982).



Şekil-1.7. Toprak İşleme Aletlerinin İşleyici Organlarında Aşınma (Kantarıcı, 1982).

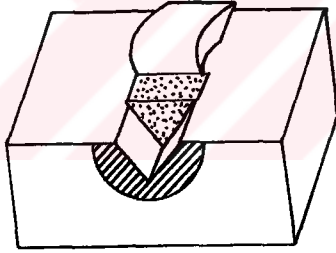
Toprak işleme aletlerinin çalışma mekanizmaları düşük gerilmeli abrasiv aşınmadır. Düşük gerilmeli abrasiv aşınma, dört farklı mikro mekanizmaya bağlıdır. Bunlar mikro kesme, mikro sürüklenme, mikro yorulma ve mikro çatlamadır (Şekil-1.8).

Mikro kesme mekanizması; bir aşındırıcı parçacığın tek bir geçişiyle meydana gelen iz miktarına eşdeğer materyal kaybı olarak tanımlanmaktadır (Şekil-1.8.a).

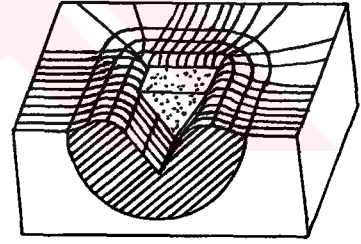
Mikro sürüklenme ise, bir aşındırıcı partikül tarafından oluşturulan ve aşınan izlerin oranı olarak tanımlanmaktadır. Kalan kısım, kesme kenarındaki deformasyon gibi, oyukun uçuna yerleşmekte ve aşınma kalıntısı olarak uzaklaştırılmaktadır (Şekil-1.8.b).

Mikro yorulma; yüzey özelliklerine bağlı olan aşınmadır. Çatlama ve parçalanma ile karakterize edilmektedir. Elastik ve plastik deformasyonlar sonucu materyal özellikleri değişir. Çatlamlar başlangıçta olabilir ve aynı zamanda yüzey altında da görülebilir. Daha sonra bu çatlayan kısımlar yorulma ile büyümektedir. Sonuçta çukurlar ve çatlaklar aşınma yüzeylerini oluşturmaktadır (Şekil-1.8.c).

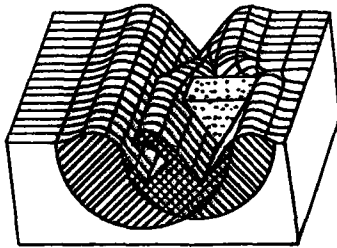
Mikro çatlama özellikle kırılğan materyallerde aşındırıcı partiküller küçük materyal olduğundan yüksek yoğunlukta basınç oluşturmaktadırlar. Bu durumda birikmiş parçalar, yüzeydeki çatlama ve bu çatlamanın genişlemesiyle büyük parçalar halinde kopmaktadır (Şekil-1.8.d).



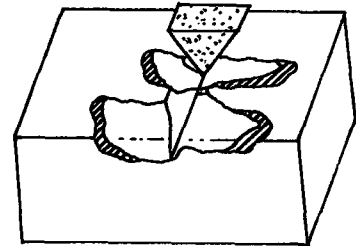
a) Mikro kesme



b) Mikro sürüklenme



c) Mikro yorulma



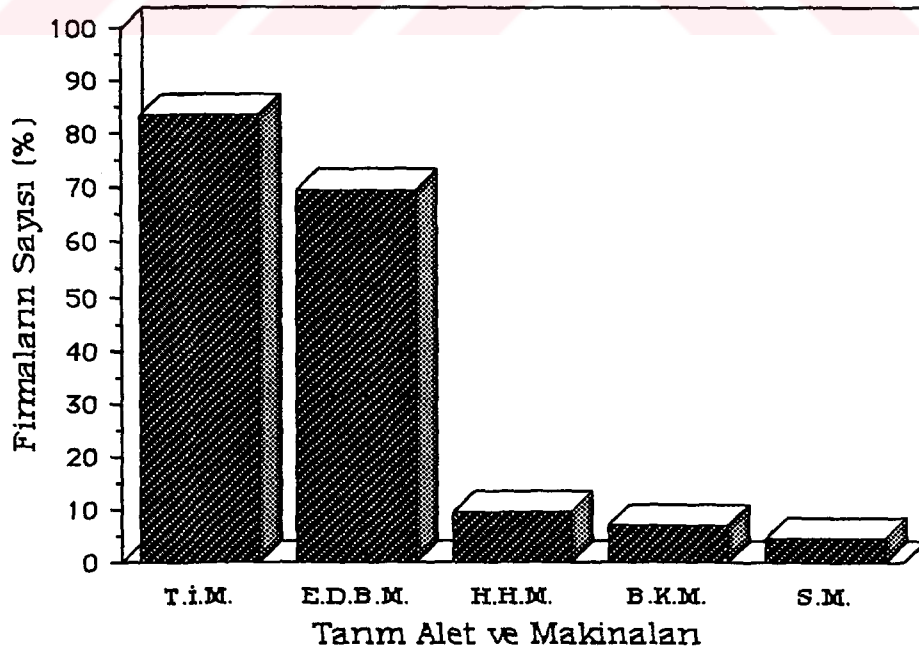
d) Mikro çatlama

Şekil-1.8. Düşük Gerilmeli Abrasiv Aşınma Mekanizması
(Yu ve Bhole, 1990).

1.3. Trakya Bölgesinde Tarım Makinaları İmalatı

Trakya Bölgesinde Tarım makinaları imalatçılarının %72.1'i Tekirdağ, %18.6'sı Edirne ve %9.3'üsü Kırklareli'nde bulunmaktadır. Trakya Bölgesi'ndeki firmaların % 83.7 toprak işleme alet ve makinası, % 69.7'si ekim, dikim ve gübreleme makinası, % 9.3'ü hasat ve harman makinası, % 7'si bitki koruma makinası ve % 4.7'si sulama makinası üretmektedir. Trakya Bölgesinde tarım alet ve makinaları üreten firmaların dağılımı Şekil-1-9'da verilmiştir. Toprak işleme alet ve makinası üreten firmalar pulluk, çizel, kültivatör, tırmık üretmektedirler.

Ekim dikim ve bakım makinaları üreten firmaların %65'i aynı zamanda toprak işleme makinalarını da üretmekte, hasat ve harman makinaları üreten firmaların %2.4'ü toprak işleme ve ekim makinalarını üretmektedir. Bitki koruma makinaları üreten firmaların %2.3'ü toprak işleme makinalarını üretmekte ve sulama makinaları üreten firmalar aynı zamanda toprak işleme ve ekim-dikim, bakım makinalarını da üretmektedir.



Şekil-1-9. Tarım Alet ve Makinaları Üretici Firmaların % Dağılımı

Tarım makinaları imalatçılarının kapalı alanına göre işletme büyüklüğüne göre Çizelge-1.1'de verilmiştir.

Çizelge-1.1. Tarım Makinaları İmalatçılarının İşletme Büyüklüğüne Göre Dağılımı

| İşletme Büyüklüğü (m ²) | % Dağılımı |
|-------------------------------------|------------|
| 0-100 | 19.1 |
| 101-200 | 59.5 |
| 201-300 | 7.1 |
| 301< | 14.3 |

Personel sayısına göre işletme büyüklüğüne göre dağılımı Çizelge-1.2'de verilmiştir. Çizelge-1.2'de görüldüğü gibi firmaların büyük bir oranı çok küçük işletme olduğu ve orta büyüklükteki işletmelerin çok az olduğu görülmektedir.

Çizelge-1.2. Tarım Makinaları İmalatçılarının Personel Sayısına Göre Dağılımı

| İşletme Büyüklüğü (m ²) | % Dağılımı | Açıklama |
|-------------------------------------|------------|-------------------|
| 0-9 | 85.8 | Çok küçük işletme |
| 10-49 | 7.1 | Küçük işletme |
| 50-99 | 7.1 | Orta işletme |
| 100 < | 0.0 | Büyük işletme |

Pulluk üreten firmaların %45.5'i uç demirini hazır olarak almakta, %54.5'i ise kendileri yay çeliği ve St 60 malzeme kullanarak yapmaktadırlar. Uç demirini kendileri üreten firmaların % 57.1'i yay çeliği (kamyon makası), % 42.9'u ise St 60 malzemesini kullanmaktadırlar. Firmaların tamamı oku hazır olarak ve kulağı kendileri çelik saçtan yapmaktadırlar.

Çizel üreten firmaların %94.7'i uç demirlerini kendileri üretmekte, %5.3 ise hazır olarak satın almaktadırlar. Uç demirini kendileri üreten firmaların %79'u St'li çelikleri, %21'ni ise yay çeliklerini (kamyon makasları) uç demiri malzemesi olarak kullanmaktadırlar. Firmaların tamamı uç demirine ısıtma işlemi yapmamaktadırlar. Sadece 4 firma uç demirinin kesici ağzını demirci ocağında ısıtıldıktan sonra döverek şekillendirme yapmaktadır. 14 firma ise uç kısmını üstten oksijenle keserek şekillendirmiştir. Araştırmada kullanılan uç demirleri bu kriterler göz önüne alınarak seçilmiştir.

Yaylı kùltivatör+tırmık kombinasyonunu üreten firmaların %60'ı uç demirlerini hazır olarak, %40'ı ise, St 40 çelik saçtan kendileri imal etmektedirler. Hazır olarak satın alan firmaların % 20'i uç demirini İtalya'dan ithal etmekte, % 80'i ise Manisa'dan satın almaktadırlar. Firmaların tamamı işleyici ayağı hazır olarak almaktadırlar.

1.4. Araştırmanın Amacı

Tarımda kullanılan alet ve makinaların çok değişik koşullar altında çalışmak zorunda olmaları, iyi kullanma ve bakımları kadar, kullanılan malzemenin doğru seçilmesinin performanslarını önemli ölçüde etkilemektedir. Ülkemizde tarım alet ve makinalarının yapım sektöründe duyulan en büyük sorunlardan biri, istenildiği zaman istenilen miktarda malzeme bulunmamasıdır. Malzeme bulma probleminin yanısıra, piyasanın dar ve kısıtlı olmasına rağmen uygun malzeme seçiminin bilinmemesidir (Ulusoy, 1975).

Toprak işleme aletleri, çeşitli sebeplerden dolayı aşınarak şeklini kaybetmeye başladığı andan itibaren iş için harcanan enerji artmakta ve aşınan parçaların yenilenmesi, zaman kaybını ve üretimde maliyeti arttırmaktadır. Toprağa karışan çelik miktarı, aşınan parçanın değişimindeki zaman kaybı, üretim ve insan iş gücü kayıpları ülke ekonomisine büyük oranda zarar vermektedir.

Bu araştırmanın amacı; geri dönüşümsüz bir şekilde toprağa karışan çelik miktarını olabildiğince azaltmak, aşınan parçaların yenilenmesindeki zaman kaybını, üretimdeki maliyeti düşürmek, ülke ekonomisine büyük oranda katkı sağlamak, iş organlarındaki aşınmayı, aşınmaya etkili olan bazı faktörleri belirlemek ve bundan sonra aşınmanın önlenmesi için yapılacak diğer araştırmalara ışık tutabilmektir.

Bu tez, giriş, Trakya Bölgesindeki tarım makinaları imalatı, önceki çalışmalar, materyal ve yöntem, araştırma sonuçları, tartışma, sonuç olmak üzere yedi bölümden oluşmaktadır.

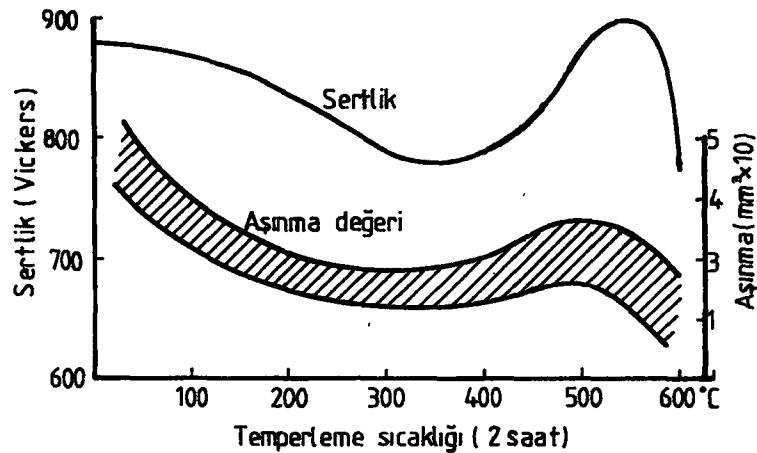


2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde bildirilen önceki çalışmalar, genel aşınma ile ilgili önceki çalışmalar, toprak işleme aletlerinin uç demirleri ile ilgili önceki çalışmalar, deney düzenekleri ile ilgili önceki çalışmalar ve malzeme ile ilgili önceki çalışmalar olmak üzere dört bölümde toplanmıştır.

2.1. Genel Aşınma ile İlgili Önceki Çalışmalar

Hurricks, (1973), çeliklerin performanslarına etkili olan başlıca faktörlerin kristaller arası bağlar, aşınma dirençleri ile sertlik olduğunu belirtmiştir. Metalurjik yapıdaki aşınmanın; boyut, şekil, kimyasal bileşim, alaşım miktarı, kristal yapı ve farklı ısıl işlemlere bağlı olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca temperleme sıcaklığının aşınma miktarı üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu ve en az aşınmanın 300 °C'deki temperleme sıcaklığında olduğunu belirtmiştir. Temperleme sıcaklığına göre malzemenin sertliği ile aşınma miktarı arasındaki ilişki Şekil-2.1'de görülmektedir.



Şekil-2.1. Çeliklerde Temperleme Sıcaklığına Göre Aşınma Oranı ile Sertlik İlişki (Zmihorsky, 1967; Hurricks, 1973).

Krushchov, 1974'de yaptığı bir araştırmada, laboratuvarda aşındırma makinaları ile saf metaller, ısıl işlem görmüş çelikler, soğuk çekilip sertleştirilen metallerin abrasiv aşınma dirençlerini ve materyallerin fiziksel özellikleri arasındaki ilişkileri saptamıştır. Bütün çelikler sertleştirildiklerinde elastiklik modülleri değişmezken, bağıl aşınma dirençlerinin artmakta olduğunu vurgulamıştır.

Moore, (1974/a), yaptığı bir araştırmada, iki cisimli abrasiv aşınmayı incelemiştir. Geniş alanlarda değişken materyallerde abrasiv aşınmanın hangi işlemlerde meydana geldiğini araştırmıştır. Basit mekanizmalarda abrasiv aşınmaya etkili olan faktörleri saptamaya çalışmıştır. Araştırmacı sonuçta abrasiv aşınmaya etkili en önemli faktörün, aşındırıcı tane büyüklüğü olduğunu belirtmiştir.

Ashok, (1975), tarafından yapılan bir araştırmada metallerin ve metal olmayan organiklerin bağları ve büyüklüğü saptanmıştır. Araştırmacı abrasiv aşınmanın elastiklik modülünün artmasıyla arttığını belirtmiştir. En önemli özellik ise metal ve metal olmayan materyallerin elastiklik modülü değerinin katı özellikteki materyallerin kohezyonu için geçerli olduğunu, sertlik için geçerli olmadığını vurgulamıştır.

Hisakado (1976), yaptığı bir çalışmada, pürüzlü bir yüzeyin, yumuşak yassı pürüzlü yüzeylere preslenmiş yüzey ve yüzeyin etkilerini belirleyerek, teorik sonuçlarla karşılaştırmıştır. Çalışmasını tahminlerini meyilli yüzeyler ve penetrasyon derinliğinin makul olduğu yüzeylerin etkileri üzerine kurmuştur. Sonuçta daha yumuşak olan yüzeylerin esas basınçları, çentik sertliğinden doğru olarak tahmin edilmesi için vickers sertliğinin pürüzlü yüzeylerde uygun çentik penetrasyon derinliğine bağlı olduğunu vurgulamıştır.

Howes, (1976), tarafından yapılan bir araştırmada kontrol edilmiş şartlar altında yüzey üzerine düşen sert parçacıkların verdiği zarar yüzey direnci ölçüm yöntemi ile tanımlanmış ve yüzeydeki bozulma optik yansımadaki değişim ile ölçülmüştür. Deneysel çalışmalar sonucunda bu yöntemin yüzey kaplamalarına veya tabakalarına uygun olduğu araştırmacı tarafından belirtilmiştir.

Kenny ve Johnson, (1976), madensel kesme aletlerinin abrasiv aşınması üzerine yaptığı bir çalışmada, boşluk açısının kesme genişliğinin, kesme derinliğinin, alet üzerindeki normal kuvvetlerin aşınma üzerine etkisini araştırmışlardır. Sonuçta boşluk açısının verilmesi gerekli olduğunu ve boşluk açısının 0 veya 20' den fazla olması durumunda aşınmanın arttığını saptamışlardır. Alet üzerindeki normal kuvvetlerin artmasıyla, kesme aletlerinin körleştiğini ve kesme derinliğinde bir artışın olduğunu vurgulamışlardır.

Bos, (1978), tarafından yapılan bir araştırmada, hacimsel aşınma oranı sert yüzeyin pürüzlülüğüyle orantılı olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı aşınma oranının yükü doğru orantılı, yüzeyin sertliğiyle ters orantılı olduğunu saptamıştır.

Uetz ve Föhl, 1978'de yaptıkları bir çalışmada malzemenin aşınma direncinin aşınma olayına iştirak eden ana cisim, karşı cisim, ara cisim, elemanlarının dinamik şartlarının ve malzeme ısıl işlem şartlarının kombine etkisinin sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir. Aşınmanın temel unsuru olan ana cisim, karşı cisim ve ara cisim elemanlarının üçüne birden tribosistem olarak adı verilmektedir. Sürtünme enerjisinin tribosistem uygulaması süresinde kayıp olan girdi enerjisinin bir kısmı olduğunu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Nuri, (1979), yüzeylerin temas davranışı üzerine pürüzlülüğün etkisini ve pürüzlülük yarı çapında deformasyon miktarını saptamaya çalışmıştır. Araştırmacı yüzey pürüzlerinin büyüklüğü veya küçüklüğü (yüzey pürüzlülük derecesi) temas davranışını etkileyeceğinden aşınma ve sürtünme olaylarını etkileyen faktörlerden biri olduğunu belirtmiştir. sonuçta pürüzlülük yarı çapının artması ile sert ve pürüzlü yüzeylerin temas davranışının arttığını saptamıştır.

Kushwaha, Chi ve Roy, 1990'da yaptıkları bir araştırmada toprak işleme organlarında aşınma ve aşınmaya bağlı olarak sürtünmeden kaynaklanan enerji kayıplarını araştırmışlardır. Araştırmacılar teorik analizler ve deneysel testlerden, toprak ve alet yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısının azalması ile çeki kuvvetinin de azaldığını saptamışlardır.

Beyaz dökme demirlerde abrasiv aşınma direncinin iyi olabilmesi için karbon veya krom oranının yüksek olması gerekir. Ayrıca diğer bir çözüm yöntemi ise, ısıl işlem uygulanmasıdır (Doğan ve ark,1995).

2.2. Toprak İşleme Aletlerinin Uç Demirleri ile İlgili Önceki Çalışmalar

Richardson, 1967/a'de, yaptığı bir araştırmada, metal malzemelerin aşınma miktarlarını tarla ve laboratuvar denemeleri ile saptamıştır. Araştırmada, materyal olarak düşük karbonlu yüksek alaşımlı çelikleri ve sertleştirilmiş dökme demirleri kullanmıştır. Yapılan tarla denemeleri sonucunda, aşınmaya en fazla taşların neden olduğu belirtilmiştir. Laboratuvar çalışmalarında ise, aşındırıcı taneciğin şekli ve sertliğinin etkili olduğunu saptamıştır.

Keçecioglu ve Ulusoy, (1975), Ege Bölgesinde üretilen bazı pulluk uç demirleri üzerine yaptıkları araştırmalarda piyasadan elde ettikleri çeşitli pulluk uç demirlerinin kimyasal analizlerini ve diğer fiziksel özelliklerini belirleyerek bu malzemelerde aşınma ile sertlik arasındaki ilişkiyi araştırmışlar. Sonuçta malzemenin sertliği arttıkça, aşınmanın azaldığı saptamışlardır. Pulluk uç demirlerinde değişik çelik türlerinin kullanılabilirliğini, ancak % 0.35-0.45 karbon içeren çeliklerde ıslah işlemi sonucunda iyi sonuçlar elde edileceğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar uç demirinin teknik yönden karşılaştırılmasının, kullanma ekonomisi açısından yeterli olmayacağını belirtmiş ve teknik özelliklerin ekonomik özelliklerle optimum kombinasyonu gerektireceğini belirtmişlerdir.

Mutaf ve Ulusoy, (1977), toprak işleme aletlerinin iş organlarında kullanılan bazı çeliklerin farklı ısıl işlemlere göre laboratuvar ve tarla şartlarında aşınma dirençleri üzerine yaptıkları araştırmada, ön ve arka sıradaki uç demirlerinin aşınmaları arasında fark olduğunu belirlemişlerdir. Ck 15 çeliğinden yapılan kültivatör uç demirleri ön sırada kullandıklarında 1 250 mg/km; arka sırada kullandıklarında 800 mg/km aşınırken, su verildikten sonra 200 °C de tavlanan diğer çelikler ön sırada yaklaşık olarak 550-800 mg/km; arka sırada 200-400 mg/km aşındığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar aşındırma kabı deneylerinde en

fazla aşınmanın Ck 15 çeliğinde olduğunu, diğer çelik cinslerinde önemli bir farkın olmadığı ve ısıl işlemlerle serleştirilen malzemelerin aşınma direncinin iyileştiğini saptamışlardır. Toprak işleyici organların yapımında Ck 35 ve Ck 60 arasındaki çeliklerin ve yay çeliği üzerinde durulması gereken durumlarda ise 38Si6 çeliğini önermektedirler. Ayrıca toprak işleme aletlerinin işleyici organlarının yapımında ve kullanımı sırasında aranan önemli malzeme özelliklerin sertlik, darbe dayanımı, aşınma dayanımı, biçimlendirme ve ısıl işlem kolaylığının olduğunu belirtmişlerdir. Bu özellikleri uç demirinde bulunduran tarım makinaları imalatçılarının ekonomik bir malzeme seçmiş olduğunu vurgulamışlardır.

Ulusoy, (1977/a), bazı toprak işleme alet ve makinalarında iş organlarının aşınması üzerine yaptığı bir çalışmada Ege Bölgesi'nde imal edilen bazı toprak işleme aletlerinin aşınma miktarlarını saptamıştır. Aşınma miktarını; pulluk uç demirinde 2.7-6.3 g/km, kültivatör uç demirinde 5-2.5 g/km, tırmık dişlerinde 0.15-0.32 g/km, diskaro disklerinde 0.9-1.5 g/km ve freze bıçaklarında 0.6-2.7 g/km olarak saptamıştır. Araştırmacı ayrıca, toprak işleme organlarının hepsinde aşınma ile sertlik arasında ters bir ilişki olduğunu belirlemiştir.

Quick ve Woods, 1979'da yaptıkları bir araştırmada, uç demirine etkili olan toprak cinsleri, çalışma hızı, uç demiri sertliği, uç demirini kaplama kalınlığının etkilerini araştırmışlardır. Denemede toprak gruplarından killi tınlı ve kumlu tınlı topraklar, 6,5 ile 24 km/h çalışma hızları, uç demiri sertliği 41 HRC 45 HRC ve 64 HRC olan uçlar, yüzey kaplama kalınlığı 3 mm , 4 mm, 5 mm olan uç demirleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçta çalışma hızının dışındaki diğer faktörlerin aşınma oranı üzerinde etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Foley ve ark., 1984' deki çalışmalarında, toprak işleyici organlarda aşınmayı azaltmak için alüminyum seramikler ile sertleştirilmiş uç demirleri kullanılmışlardır. Tarlada çalışma sırasında alüminyum topraktaki taşların etkilerine karşı iyi bir direnç göstermiştir. Seramik koruma yöntemi ise, adhesiv aşınmayı azaltmıştır. Yaylı ayaklarda kullanılan alüminyum seramikli uç demirlerin aşınma oranı ortalaması, normal uç demirlerine göre 4.2-9.4 daha az bulunmuştur.

Cibik, (1987), göz toprak işlemesi esnasında farklı pulluk uç demirlerini denemiştir. Pulluk uç demirlerinin kesici ucuna sert metalleri (yaklaşık 50% Ni, ve 20% BCrSiFe) kaynak edilerek sertleştirme uygulanmıştır. Sert metalleri eklenmiş ve normal uç demirleri bir pulluk üzerinde değişken olarak yerleştirilmiştir. Uç demirlerin aşınma miktarı ve boyutlarındaki değişimler kıyaslanmıştır. Sonuçta kaynak yöntemi ile sert metalleri sertleştirilmiş uç demirlerinin diğer uç demirlere göre kullanma ömürleri bakımından oldukça farklı olduğu gözlenmiştir.

Bernstein ve ark., (1988), yaptıkları bir araştırmada pulluk uç demirlerinin kesici ağzı ve uç kısmı sert metal ile kaplanmış deneysel amaçlı uç demirleri üzerinde testler gerçekleştirmişlerdir. Denemede kaplanmamış uç demirleri ile kesici ağzı ve uç kısmı kaplanmış uç demirlerinin kullanma ömürleri kıyaslanmıştır. Yapılan testler sonucunda kesici ağzı ve uç kısmı kaplanmış uç demirlerinin kullanma ömrünün kaplanmamış uç demirlere göre 1.7 kez arttığı belirlenmiştir.

Foley, (1988), sert yüzey kaplamasının ve mühendislik seramiğinin toprak işleme aletlerinin uç demirlerinin aşınmasını azaltmada kullanılmasının olanaklarını araştırmışlardır. Tırmık uç demiri, dipkazan uç demirleri, pulluk tesviye kürekleri, ekim makinaların ekici disklerin de kullanılan alüminyum oksit (seramik)'in aşınma dirençleri mükemmel bulunmuştur. Bununla beraber, yüksek çarpma yüklerinin olduğu yerlerde, bu malzemelerin uygun olmadığı saptanmıştır.

Owskiak, (1988), aşınma şeridinin genişliği, aşınma ile pulluk uç demiri kama açısının değişimi ve kesici ağzın yuvarlaklık yarı çapının aşınmaya neden olan faktörler olduğunu belirtmiştir. Mekanik bileşimin, nemin ve toprak kohezyonunun etkileri yukarıdaki faktörlerin değerleri üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Aşınmanın neden olduğu boyutlardaki değişimler araştırılmıştır. Boyutların değişmesinin nedeninin toprağın mekanik yapısı, kohezyonu ve nemine bağlı olduğunu ve sığ sürme ile ilişkili olduğunu saptamıştır. Pulluk uç

demirinin aşınmasının uç demiri uç noktasının aşırı kısılması ve uç demiri genişliğinin azalmasına neden olduğunu bildirmiştir. Uç demirlerinin aşınmasını etkileyen faktörlerin bıçak geometrisine bağlı değişiklikler ve toprağın partiküllerinin etkili olduğunu vurgulamıştır.

Quirke ve ark., 1988, toprak işleme aletlerinin uç demirlerinde kullanılan düşük ve yüksek karbonlu çeliklere ısıl işlemler uygulanarak aşınma dirençleri tarla ve laboratuvar koşullarında saptanmıştır. Uç demirlerinin aşınma miktarı ile malzeme sertliği arasında doğrusal bir ilişki vardır. Ayrıca aşınma miktarının malzemenin yapısına ve kimyasal bileşimine bağlı olduğu bulunmuştur.

Fielke ve Riley, (1989), yaptıkları araştırmada çizel uç demiri kanadının genişliği, toprağı kaldırma yüksekliği, kama açısı ile bıçak açısının aşınma oranına olan etkisini araştırmışlardır. Çizel uç demirlerinin açtığı iz profili üzerine, farklı toprak tiplerinde farklı hızların etkileri de araştırılmıştır. Testler bir toprak işleme kanalı üzerinde gerçekleştirilmiştir, Bu kanalda iki çeşit toprak kullanılmıştır. Bu topraklar kumlu tınlı ve kırmızı kahverengi topraklardır. Sonuçta kesme ağzı uzunluğu ile aşınma oranı arasında linear bir ilişki, olduğu saptanmıştır. Çizel uç demirinin açtığı iz profilinin ökçe genişliğinin artması ile kama açısı ve uç demirini açısının azalması gözlenmiştir.

Gachal, 1989'da yaptığı bir araştırmada yüzeyleri sert metallerle kaplanmış, yüzeyleri tozlama yöntemiyle örtülmüş uç demirleri ve işlem görmemiş uç demirlerini birbirleriyle ile kıyaslamıştır. Araştırmanın sonucunda, sert metallerle yüzeyleri sertleştirilmiş uç demirlerinin, işlem görmemiş uç demirleri ile karşılaştırıldığında 8-10 kat dayanımlarının arttığı saptanmıştır. Yüzeyleri tozlama yöntemiyle örtülen uç demirleri, işlem görmemiş uç demirleri ile karşılaştırıldığında dayanımlarının 2-3 kat arttığını saptamıştır. Araştırmacı ayrıca pulluk uç demiri, toprağı sürme işlemi esnasında aşınma ile kendi kendini bilemesinin gerektiğini belirtmiştir.

Fielke ve Riley, 1990'da yaptıkları bir araştırmanın sonucunda; anti-fouling boya ile kaplanmış çizel pulluk uç demirlerinin normal ayaklara göre çeki kuvvetlerinin %15 daha azaldığını belirtmişlerdir. Ancak 70 m'lik mesafeden sonra boya ile kaplanmış ve kaplanmamış uç demirleri arasında belirgin bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Testlerin

sonucunda anti-fouling boyanın, toprak ile uç demiri yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısını 0.51'den 0.41'e kadar azalttığını ve çelik ile toprak arasındaki adhezyonunda azaldığını saptamışlardır. Kaplama yapmanın pratik olmamasına rağmen, bu çalışma ile belirgin olan çeki kuvvetinin azaltılmasının; uç demiri ile toprak arasındaki adhezyon ve sürtünmenin azaltılmasıyla sağlanabileceği vurgulanmıştır.

Raval ve Kaushal, 1990'da yaptıkları bir çalışmada, keski tipindeki kültivatör uç demirleri yüzeylerini lomet 303, lomet 304, modi 600, Cromcarb N 6006, elektrotları ile sertleştirerek aşınma dirençleri ve bunların ekonomik analizi yapılarak, birbirleri ile karşılaştırmışlardır. Denemeler ise geliştirilen silindirik toprak kanalında yapmışlardır. Araştırmacılar yüzey sertleştirilmesi yapılan kalıpların masraflı olduğunu, elektrotlar ile sertleştirilen uç demirlerinde aşınma oranının azaldığını belirtmişlerdir. Sonuçta yapılan ekonomik analizlere göre araştırmacılar lomet 303 elektrotları ile yüzey sertleştirilen uç demirlerini önermektedirler.

Riley ve ark., (1990), İki bölgede bulunan 9 toprak grubunda kurak ve nemli şartlarda uç demirlerinin çeki kuvveti ve aşınma oranlarını saptamışlardır. Bu araştırmayı Güney Avustralya'nın Keyneton bölgesindeki alkali topraklar, kireçli kahverengi, Soloth ve alüviyal topraklar Orroroo bölgesindeki kırmızı kireçli, gri kahverengi kireçli ve çöl tınlı topraklarında yürütmüşlerdir. Bu toprak gruplarında kuru ve nemli şartlarda uç demirlerinin aşınmasını incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda çeki kuvvetinin aşınma üzerinde etkisinin olmadığı fakat düşey kuvvetlerin etkisinin olabileceğini saptamışlardır. Kuru topraktaki aşınma oranının nemli toprağa göre daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Aşınma oranı üzerinde toprağın tipi, taşların geometrisi ve miktarı, toprak sertliğinin etkisinin olduğunu saptamışlardır.

Wachler ve Turanyik, 1990'daki araştırmalarında, pullukla işleme gerekli olan enerji gereksinimi saptamışlardır. Toprak hazırlama işlemleri sırasında, pullukla sürme en yüksek enerji gereksinimi gerektiren işlemlerden birisidir. Pulluk uç demirlerinin keskinliği toprak işleme makinalarının indisleri üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Gövdenin çeki direncinin % 50-60'ı pulluk uç demirlerine

bağlamışlardır. Testler ve hesaplar sonucunda 6 mm kalınlığındaki bir pulluk uç demiri kullanıldığında, ilk 10 saatte yalnızca 6 ha alan sürülmektedir. Yakıt tüketimi büyük bir miktarda artmakta ve uç demiri aşınmasının tüketimindeki artış %42 olmaktadır. Geleneksel pulluk uç demirleri sürme işlemi esnasında sık sık kontrol edilir ve aşınmış puluk uç demirleri yeniden değiştirilir. Aşınmaya dayanıklı olan pulluk uç demirlerinin pahalı olmasına rağmen yaygın olarak kullanılması gerekmektedir. Çünkü kullanım ömrünün geleneksel uç demirlerinden beş kez daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Fielke ve ark., (1991), pullukta keskin kenar uzunluğu yüksekliği, boşluk açılarının çeki kuvveti üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar sonuçta boşluk açısının azalması, keskin kenar uzunluğu ve yüksekliğinin artması ile çeki kuvvetinin arttığını saptamışlardır.

Riley, (1991), uç demiri denemelerini kendi geliştirdiği toprak işleme test düzeneğinde yapmıştır. Bu düzenekte kullanılan toprak kumlu, %6 nem içeriğinde, toprak işleme derinliği 50 mm ve ilerleme hızı 10 km/h olarak tutulmuştur. Araştırmada Avustralya'da yapılmış çelik uç demiri, İngiltere'de yapılmış oksitli seramik uç demirleri birbirleri ile kıyaslanmıştır. Sonuçta seramik ile toprak arasındaki sürtünmenin azalmasıyla aşınma ve çeki kuvvetinin de azaldığını belirtmiştir. Seramik uç demirinde 1 km'de 0,05 g, preslenmiş uç demirinde 1,77 g aşınma olduğu ve çeki kuvvetinin seramik uç demirinde 493 N preslenmiş uç demirinde ise 536 N olduğu saptanmıştır.

Kushwaha ve Hua, 1992'de yaptıkları bir çalışmada, geleneksel ve sertleştirilmiş uç demirlerinin aşınmalarını incelemiştir. Tungusten C, S ve tungusten çekirdekleri ile sertleştirilen uç demirleri ile normal uç demirinin aşınmaları incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Aşınma oranını tespit etmek için silindirik bir toprak kanalı yapılarak uç demirlerini burada denemiştir. 30 km 'lik kayma mesafesindeki aşınma oranları norma uç demirinde 80,3 g ve en az aşınma oranı ise tungusten-karbür ile sertleştirilmiş uç demirinde ise 37,8 g olarak saptanmıştır.

Araştırmanın sonucuna göre, uç demiri sertliğinin artmasının aşınmaya doğrudan etkili olduğu belirtilmiş ve tungsten-karbür veya tungsten-kürkürt ile sertleştirilmiş olan uç demirlerinin aşınmaya karşı gösterdiği direnç 15 kez daha fazla olduğu bulunmuştur.

Kufel ve Wierzcholski, 1993'de yaptıkları bir çalışmada, pulluk gövdesinin çatıya elastik ve sağlam bağlanması sonucunda iki gövde üzerine bağlanan uç demirlerindeki aşınmayı araştırmışlardır. Pulluğun çeki oku ile gövde arasına özel mekanizmalar yapılarak pulluk gövdesinin elastikiyetinin sağlanmasında düz süspansiyon yayı ve coil yayı kullanılarak iki model pulluk geliştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda elastik gövdedeki uç demirindeki aşınma oranları düz süspansiyon yayı kullanılan modelde 111,5 g/ha, coil yayı kullanılan modelde 119,3 g/ha ve sağlam bir pulluktaki uç demirinde 143,5 g/ha olarak saptanmıştır. Araştırmacılar elastik gövdedeki pullukların imalatçılar tarafından uygulanmasının pratikte mümkün olduğunu ve imalatının yapılmasına başlandığını vurgulamışlardır.

Erdiller ve Çetinkaya, (1994) 'de yaptıkları bir çalışmada, pulluk uç demirleri yapımında kullanılan karbonlu çelikleri, farklı ısıl işlemlerle farklı derecelerde sertleştirilerek, tarla ve kum havuzunda aşınmaları incelemişlerdir. Sonuçta malzemenin aşınma direncinin sertliği ancak 39 HRC sertlikten sonraki sertlik değerlerinde kırılmalara neden olabileceğini vurgulamışlardır. Tarla denemeleri sonuçları ile kum havuzundaki sonuçların birbirleri ile uyum sağladığını belirtmişlerdir.

Polat ve Özcan, (1994), tarafından yapılan bir araştırmada, farklı alaşımlardaki çeliklerden imal edilen kültivatör uç demirlerinin aşınma özelliklerini teknik ve ekonomik yönden karşılaştırmışlardır. Araştırmada Ç1040, Ç1050, Ereğli 5080 çelik saçtan yapılmış uç demirleri direk olarak, Ç1040 ve Ç1050 çelik saçtan yapılmış uç demirlerine ısıl işlem uygulayarak aşınma miktarlarını saptamışlardır. Sonuçta sertlik arttıkça aşınma miktarında azalma olduğunu fakat aşınma üzerinde sadece sertliğin etkili olmayıp çelik içerisindeki mangan ve karbon oranında etkili olduğunu vurgulamışlardır. Kültivatör uç demirlerinde Ereğli 5080 çeliğinin aşınma özelliği ve fiyat açısından uygun olduğunu bildirmişlerdir.

2.3. Aşınma Deney Düzenekleri ile İlgili Önceki Çalışmalar

Lechner ve McColly, 1959'da yaptıkları bir çalışmada, toprak işleme aletlerinin uç demirlerinde kullanılan sert yüzey kaplama metallere aşınma dirençlerini laboratuvarında geliştirilen test düzeneğinde saptamışlardır. Deney düzenekte homojenliği sağlamak için kazan içerisine aynı anda 10 adet malzemenin aşınma direncini tesbit etmişlerdir.

Gürleyik, (1967), tarafından yapılan bir araştırmada, zımpara kağıdı metoduyla taneli minerallerin sürtünerek, abrasiv olarak aşındırılmaları, araştırılmıştır. Araştırmacı ayrıca, tabaka aşındırmasında dirençle ısınan vakum aşınma kabı metoduyla incelemiştir. Aşındırıcı taneler olarak Vickers sertliği 1100-2700 arasında olan kireç, kum, flint, kuarz, korund ve silisyum karpidi kullanmıştır. Araştırma sonucunda aşındırıcı tanelerin metalik malzemelerde alçak ve yüksek aşınma bölgelerinin arasında bir geçiş bölgesi aşınması meydana getirdiğini belirtmiştir. Metal olmayan malzemelerde aşındırıcı tanenin sertliği arttıkça, aşınma miktarlarının da arttığı belirtilmiştir. Malzeme sertliğinin artması ile aşınmanın azaldığı, ötektoid üstü çeliklerde artık austenitin ve alaşımsız çeliklerde ısı işleminin aşınma üzerine etkili olduğu da saptanmıştır.

Ulusoy, 1971'de yaptığı bir araştırmada, 38 Si 6 çeliğinin aşınma dayanımını, laboratuvarında geliştirilen aşınma deney düzeneği ile saptamıştır. Ayrıca aşınmaya etkili olan malzeme sertliği, uygulanan yük miktarı, çalışma hızı, karşıt cismin sertliği ve nem içeriğinin etkileri araştırılmıştır ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

- Malzeme sertliği arttıkça, aşınma miktarı azalmakta,
- Yük miktarı arttıkça, aşınma miktarı artmakta,
- Çalışma hızının aşınma üzerinde etkisinin olmadığı,
- Katı cismin sertliği arttıkça aşınma artmakta,
- Karşıt cismin nemi arttıkça aşınma azalmaktadır.

Deney makinasında aşınma 0.5...18 $\mu\text{m}/\text{km}$ arasında değişmektedir. Toprak işleme alet ve makinalarının işleyici organlarının yapımında, ekonomik ve fonksiyonel yönler göz önünde tutularak, seçilecek malzemelerin aşınma dayanımlarının yüksek olması önerilmektedir

Moore, (1975), sert kaplamanın seçimi ve difüzyon işlemlerinin abrasiv aşınma direncini laboratuvarında bağlayıcı çakıl taşlı aşındırıcıda ve tarla toprağı ile çalışma şartlarında tespit etmiştir. Denemeler aşınma çevresindeki değişkenler ve materyallerin ince doku yapısal özelliklerinin değişmesi sırasında materyalinin aşınma değerleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için yapılmıştır. Yüzey kaplama örtüsünün kimyasal bileşimi, genel yapısı ve hacim sertliğinin malzeme aşınma özelliklerini yaklaşık olarak ifade ettiğini belirtmiştir. Yüzey sertleştirmenin malzeme aşınma direncini arttırması yanında darbe mukavetini de iyileştirdiği vurgulanmıştır. Araştırmacı toprak içerisindeki taşların yapısı ile aşınma oranı arasındaki bir ilişkinin olduğunu ve kum oranı arttıkça aşınma oranının arttığını saptamıştır.

Mutton ve Watson, (1978), Bir iğneli aşındırma makinası prototipi geliştirerek metallerin abrasiv aşınma direncini saptamaya çalışmışlardır. Isıl işlem görmüş iki çelik ile aynı sertlik seviyesindeki saf metallerin aşınma dirençleri ve mikro yapıları incelenmiştir. Araştırmacılar sonuçta ısıl işlem uygulanmış çeliklerde, benzer sertlik seviyesindeki saf metallere göre düşük aşınma direncinin olduğunu saptamışlardır. Aşınma yüzeyi ve bitişik bölgeler muayenesinde, metal yer değiştirme mekanizmasında mikro yapının önemli etkisinin olduğunu vurgulamışlardır.

Karamış, (1986), taneli minerallere sürtünerek çalışan malzemelerin aşınma miktarına, aşındırıcı taneler tarafından uygulanan yükün etkilerini araştırmıştır. Laboratuvarında sürdürülen deneylerde, dönerek çalışan aşınma makinası kullanılmıştır. Sistem tamamen orijinal olup abrasiv mineraller numune üzerine hidrostatik olarak yüklenmiştir. Böylece değişik yükler altında aşındırıcıya sürtünerek çalışan numunelerin aşınma davranışını gözlemiştir. Numune malzemesi pulluk uç demiri yapımında kullanılan malzemedan seçilmiş ve piyasadaki pulluk imalatçısından temin edilmiştir. Numune % 0.40 C ihtiva eden alaşımız plaka halindeki çelikten, yarım çember şeklinde kıvrılarak hazırlanmıştır. Aşındırıcı olarak tane büyüklüğü belli olan dere kumunu kullanılmıştır. Farklı yüzey basıncı ve çalışma

hızlarında yürütülen deneyler neticesinde, yüzey basıncının artmasıyla aşınmanın hızlandığı, aynı yükte çalışma hızının artmasıyla aşınmanın da arttığını tespit edilmiştir.

Quick ve ark, 1988'de yaptıkları bir araştırmada, yeni geliştirilen çok kademeli Coupon aşınma aleti ile çizel uç demirlerinin aşınmasını araştırmışlardır. Tarla denemeleri sonuçları ile, aşınma aletinin sonuçları arasındaki ilişki incelenmiştir. Denemelerde ısıtma işlem görmüş, tungsten karpit ve seramik ile sertleştirilen uç demirleri arasındaki aşınma oranları karşılaştırılarak Coupon aşınma aletinin başarısı araştırılmıştır. S 1080 çeliğine ısıtma işlem uygulanarak sertliği 250 ve 550 Vickers arasında, seramikte 1025 Vickers ve tungsten karpit kullanılarak uç demirinde 1400 Vickers sertliğe kadar arttırılmıştır. Tarla ve aşınma aleti denemeleri sonucunda sertlik arttıkça aşınma oranının azaldığını saptamışlardır. Araştırmacılar aşınma aleti sonuçları ile tarla deneme sonuçları arasında kusursuz bir korelasyon bulmuşlardır. Sonuçta toprak işleme aletlerinin aşınma deneyleri için aşınma aletini önermiş ve bu yöntemdeki maliyetin düşük olduğu belirtilmiştir.

Quick, 1989'da yaptığı çalışmada, çizel uç demirlerindeki aşınmayı azaltmada kaynakla sertleştirme, tungsten karbit ve seramik ile sertleştirme yöntemlerini incelemiştir. Uç demirlerinde kullanılan çeliklerin aşınmasını saptamada, laboratuvarında geliştirilen iki deney düzeneği kullanılmıştır. Her iki deney düzeneğinde de sertleştirilen malzemenin aşınma direncinin yükseldiği gözlenmiştir. En yüksek aşınma direnci seramik ile sertleştirilen uç demirlerinde görülmüştür fakat bu yöntem pahalıdır. En iyi aşınma direnci, seramikle sertleştirmeden sonra tungsten karbitle sertleştirmede elde edilmiştir ve bu ucuz bir yöntemdir. Araştırmacı toprak işleme aletlerindeki aşınmayı azaltmada tungsten karbit ile sertleştirmeyi önermektedir.

Kushwaha ve Shi, (1990), yaptıkları bir çalışmada toprak işleme aletlerinin aşınmasını incelemiştir. Araştırmacılar merkezkaç prensibine göre çalışan bir aşındırma test düzeneğini geliştirmişlerdir. Bu düzenekte karşı madde olarak kum ve kuru toprak kullanılmıştır.

Örnekler üzerindeki kuvvet strain gauge kullanılarak saptanmıştır. Araştırmacılar abrasiv aşınma miktarını; yük, sürtünme mesafesi ve aşınma katsayısı ile çarparak ve materyal sertliğinin üç katına bölerek bulmuştur. Araştırmanın sonucunda metal sertliği arttıkça aşınmanın azaldığını saptamışlardır.

Yu ve Bhole, 1990'da yaptıkları bir araştırmada, toprak işleme aletlerindeki meteryaller için abrasiv aşınma makinasının prototipini geliştirmişlerdir. Bu makinede aşınma direnci belirlenecek malzemeler dikdörtgen kesitli olup, farklı çelik gruplarını S 1018 malzemesi ile karşılaştırmışlardır. Malzemenin bağlama açısı değiştirilerek çarpma açısının etkisi, dönme hızı, toprak özellikleri toprağın nem içeriği, partiküllerin sertliğinin etkisini araştırmışlardır. Sonuçta çarpma açısı arttıkça aşınma oranının da arttığı, partikül sertliğinin, toprağın nemi, toprağın cinsinin aşınma üzerinde önemli etkisinin olduğu vurgulanmıştır.

Axen ve Gahr, 1992'de yaptıkları bir araştırmada, takım çelikleri laser ile kaplayarak, çeliklerin aşınma direncini saptamışlardır. Aşınma direncini, laboratuvarında geliştirilen tribometer aletini kullanarak elde etmişlerdir. Titanyum karbür ile kaplanmış çeliklerin aşınma direncinin yükseldiğini belirtmişlerdir. Aşınma oranı üzerinde aşındırıcı tane çapının etkili olduğunu saptamışlardır.

2.4. Malzeme ile İlgili Önceki Çalışmalar

Moore, (1974/b), saf metallerin abrasiv aşınma direnci ve sertlik direncinin perlitik ve martenzitik koşullarda birbirine olan ilişkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda perlit materyal için abrasive aşınma direnci ve hacim sertliği perlitin içeriğine bağlı olarak değiştiğini ve martenzitik materyallerde ise abrasiv aşınma direnci ve sertleştirmenin karbon içeriğine bağlı olduğunu ve bu ikisi arasında linear bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Bu çalışma da diğer bir önemli sonuç da saf metallerin aşınma direncinin kimyasal bileşime ve ısıl işlemlere bağlı olduğunun saptanmasıdır.

Jahanmir ve ark., 1976'da yaptıkları bir çalışmada metalik kaplamada aşınma direncini incelemişlerdir. Sonuçta yüzey kaplama yoluyla metallerin aşınma direncinin iyileştiğini saptamışlardır. Kaplamada alt yüzey pürüzlülüğü ile kaplama alt yüzey bağ kuvvetinin önemli iki faktör olduğu ve daima kaplama materyalinin alt yüzey materyalinden yumuşak olmasını belirtmişlerdir. Kadmiyum ve nikel kaplanmış çeliklerin aşınma hızı ile ilgili sonuçlar göstermiştir ki 1 mm nikel kaplı 460 kg/mm² sertliğindeki 4140 çelik numunelerin aşınma hızı çok düşüktür. Araştırmacılar kaplamanın optimum kalınlığının Cd, Ag, Au ve Ni ile kaplanmış çelik için 1 mikrondan az olması gerektiğini saptamışlardır.

Ulusoy, (1977/b), tarım makinaları imalatında ısıl işlemlerin önemi üzerine yaptığı araştırmada; yapılan ısıl işlemleri; tavlama, sertleştirme ve ıslah etme olmak üzere üç ana grupta toplamıştır. Çalışmasında, sertleştirilen bir parçanın en çabuk soğuyan bölgesinin malzeme yüzeyi olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle en yüksek sertliğe ulaşan kısmının yüzey olduğunu, o parçanın iç kısmına gidildikçe sertliğin de azalacağını saptamıştır. Yüzeyde ulaşılabilecek maksimum sertliğin yalnızca karbon oranına bağlı olup, diğer alaşım elementlerinin oranlarının etkisinin olmadığını ortaya koymuştur.

Ulusoy (1977/a)'nin bildirdiğine göre Richardson (1967/b), çizel tipindeki uç demirlerinin önüne yerleştirdiği dikdörtgen biçimindeki kesici örneklerde aşınma ile sertlik artışı olup olmadığı incelemiştir. Paralel denemelerde aynı malzemeye sert tanecikler püskürterek yüzey sertliğinin artıp artmadığını da izlemiştir. Ayrıca aşırı yüklenme ile Bauschinger olayından yararlanılarak hangi maksimum sertliğe ulaşılabileceği araştırılmış ve sonuçta püskürtme ile yüzey sertleştirmenin mümkün olduğunu, ancak tarım topraklarında çalışan organlarda sertleşmenin daha fazla bulunduğunu saptamıştır.

Gürleyik, (1978), Soğuk deformasyonun ve havanın nemi ile karbon miktarının aşınmaya etkilerini araştırmıştır. Araştırmacı malzemeye aşınma olayından önce verilen soğuk deformasyonunun aşınma olayı sırasında meydana gelen pekleşmeden dolayı oldukça fazla miktarda etkilendiğini belirtmiştir. Normalize edilmiş alaşımsız karbon çeliklerinin ve soğuk deforme edilmiş karbon çeliklerinin aşınma

miktarlarının, çeliklerin ihtiva ettikleri karbon miktarına ve havanın nemine bağlı olduğunu saptamıştır. Sonuçta havadaki bağıl nemin % 65'den % 85'e çıkması halinde aşınma miktarının % 60 azaldığını ve bu değişimin nedeninin hava neminin değişmesiyle sürtünerek aşınan yüzeyde meydana gelen oksidasyonun farklı cinsten olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Araştırmacı ayrıca soğuk deformasyon derecesinin ve karbon miktarının artması ile aşınma miktarının azaldığını vurgulamıştır. Aynı şartlardaki deneylerin hava yerine SAE5 yağı ile yağlanarak tekrarlanması halinde ise aşınma miktarının çok fazla azaldığını vurgulamıştır.

Kantarci, 1982'de yaptığı bir araştırmada, toprak işleme aletlerinin aşınmasını incelemiştir. Araştırmacı tarım makinaları imalatçılarının uç demiri malzemesi olarak kullandıkları St 42, St 60, St 70 ve ayrıca 41Cr4, 42CrMo4 malzemedan yapılmış uç demirlerini karşılaştırmıştır. Farklı malzemelerin aşınma miktarları arasında farklar olduğunu ve malzeme sertliği arttıkça aşınma miktarının azaldığını belirtmiştir. Sertleştirilmenin, malzemenin aşınmaya karşı direncini iyileştirmede tek başına etkili olmadığını göstermiş ve sertliğin aynı malzeme türlerinde göreceli olarak aşınma direncini iyileştirdiği sonucunu vurgulamıştır. Araştırmacı, aşındırıcı tane çapının aşınma miktarı üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu saptamıştır.

Misra ve Finnie, 1982 'de, yaptıkları bir çalışmada abrasiv aşınma direnci sertlikle, karbon oranı ile artmakta olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca ferlit, perlit ve martenzitik, yapı aşınma direncinide arttırmaktadır. Yumuşak karbonlu çeliklerde sertlik ısı işlemlerle yükseltilerek aşınma direnci iyileştirilmektedir. Sertlik artışında ısı işlem ekonomik (ucuz) ve kolay bir yöntemdir.

Arslan, 1984'de yaptığı bir çalışmada, ostenitik manganez çeliğinin dökümü ve ısı işlemlerini incelemiştir. Manganez çeliğinin ısı işlem uygulandığında yüksek tokluk ve yüzeyde defarmasyon etkisiyle 500 HB'ye kadar sertleştiğini saptamıştır. Araştırmacı istenilen toklukta bir çelik üretildiğinde kalın kesitli parçalarda C, P ve Si oranlarının iyi kontrol edilmesini ve ısı işlem sırasında tane sınırlarındaki karbürlerin tamamen çözündürülmesini önermektedir.

Demirci, (1984), bazı perlitaltı çeliklerin aşınma davranışlarını seçilen ısı işlem programlarına bağlı olarak sistematik bir şekilde incelemiştir. Deneyler, yeni imal edilen kaymalı teknik kuru sürtünmeli model sisteminde gerçekleştirilmiştir. Önemli görülen bazı mekanik özelliklerin sözkonusu ısı işlemlerle değişimi paralel belirlenmiş ve makine tasarımı ve imalatında, malzemedan beklenen fonksiyona göre aşınma direnciyle zıt yönde gelişen mekanik özellik değerleri arasında optimum çözümlerin tartışılması gereğini örnekle vurgulamıştır. Aynı malzemedan yapılmış, fakat çeşitli ısı işlem görmüş örneklerin belli bir sürtünme süresi için ölçülen aşınma miktarlarının birbirine göre 250 kat farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Araştırmacı özellikle karbon miktarı arttıkça ısı işlemle değişen aşınma miktarı farkının büyüdüğünü ve sürtünme yoluyla daha da arttığını saptamıştır.

Tekin,(1984), yaptığı bir çalışmada, çeliklerin sertleşme özelliği ve sertliklerine göre çelik seçimi incelenmiştir. Makina tasarımında son aşamanın çelik seçimi olduğunu belirtmiştir. Yapı çeliklerinin sertliğinin arttırılması, ısı işlemlerle yapılacağını vurgulamıştır. Uygulama gereksinmelerine göre sertleşme derinliğinin, çelik ömrünü etkileyen önemli faktörlerden birisi olduğunu belirtmiştir. Çeliklerin sertleşebilirlik özelliğinin, sertleşme derinliğini belirleyen önemli bir etmen olduğunu bulmuştur. Sertleşebilirlik soğuma hızına bağımlı olarak çeliğin iç yapısında oluşan martensit evresine bağlı olduğunu saptamıştır. Çelik seçiminin sertleşebilirlik özelliğinden yararlanarak yapılabileceğini vurgulamıştır.

Karamış, (1985), tarafından yapılan bir araştırmada; farklı kimyasal bileşimlerdeki malzemelere, değişik ısı işlemler uygulanmasını ve aşınma olayı sırasında karşıt cismin etkilerini araştırmıştır. Isı işlemlerle elde edilen sertlik değerleri arttıkça aşınmanın azalan bir karakter gösterdiğini ortaya koymuştur. Araştırmacı aynı zamanda, sertliği fazla olmadığı halde (400 HV) manganlı, ostenitik sert çeliğin çok iyi bir aşınma direnci gösterdiğini, uygulanan farklı ısı işlemlerde en yüksek aşınma direncinin indüksiyonla yüzeyi sertleştirilmiş çeliklerde elde edildiğini belirlemiştir. Karşıt cismin boyutlarındaki değişimin, sertliğinin değişmesinin aşınma miktarı üzerinde etkili olduğunu saptamıştır.

Whittle ve Scott, 1985, Austenit alaşımların aşınma direncinin iyileştirilmesi için yüzey kaplama yöntemlerinden; nitrürleme, karbonlanmış nitrür ve borla kaplama yöntemleri incelenmiştir. Austenit çelikler üzerinde nitrürleme ve karbonlanmış nitrür işlemlerinde aşınma direncinin yüksek olması için titan kalınlığının, nitrit elementlerindeki kalınlığa eşit olmalıdır. Borla kaplanmış austenit çeliklerde aşınma direnci yüksek, nitrürlenmiş ferlit çeliklerinde ki aşınma direnci daha az bulunmuştur.

Tekin, (1986), tarafından yapılan çalışmada, madencilik sanayii'nden yol, yapım sanayiinde, kazma, kırma ve öğütme işlemlerinde kullanılan metal parçalarda aşınma direnci yüksek olan metallerin kullanılması önerilmektedir. Bu sanayilerde yüksek manganlı ostenitli çelikler, marsensitli düşük alaşımlı çelikler ve beyaz dökme demirlerin kullanılması gereği vurgulanmıştır.

Komaç ve ark., (1988), yaptıkları bir araştırmada, kulaklı pulluk malzemelerinin mekanik özelliklerini etkileyen parametreleri incelemişlerdir. Araştırmada SAE 950-C, DIN 17100, St 52-3 ASTM A 128-A sandwich çeliklerini seçmişler ve bu çeliklere ısıl işlemler uygulayarak aşınma dirençlerini saptamışlardır. Denemeleri ise döner tablalı aşındırma makinasında yapmışlardır. Araştırmacılar aşınma açısından en iyi malzemenin Sandwich çeliği olduğu ve malzemelerin sertliği arttırdıkça aşınmayı azalttığını saptamışlardır.

Yaldız ve Demir, 1991'de yaptıkları araştırmada, farklı malzemelerden yapılmış ve farklı sertlik değerlerindeki pulluk uç demiri gruplarında pullukta bağlandıkları yere göre, malzemenin mekanik özellikleri ile aşınma arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Pullukta önden arkaya doğru uç demirlerinde aşınmadan bir azalmanın olduğunu ve bu azalmanın toprak sıkışıklığından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Yang ve Bahadır, 1992'de yaptıkları bir çalışmada, takım çeliklerinin sertleştirilmesinde alüminyum kökenli seramikler kullanılarak yapılan aşınmayı incelemişlerdir. Alüminyum seramiklerin

aşınma performansı kimyasal yapısı içerisindeki cam silikat fazı, zirkonyum ve alüminyuma bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu elementler kuru kaymadaki aşınmada aşınma direncini azaltmaktadır. Uygulamada yükün artması ile sürtünme katsayı azalmakta ve aşınma oranı ise artmaktadır. Bunun nedeni ise, sürtünme katsayısı ve normal yük arasındaki ilişkinin temas alanında elastik deformasyon göstermesidir. Malzemedeki sertlik arttıkça aşınma oranı azalmaktadır.

Akdemir ve Gökdemir, (1995), yaptıkları bir çalışmada, kültivatör uç demirlerinde kullanılan 60 Si Mn 5 yay çeliğine farklı ısıl işlemler uygulayarak malzemenin mekanik özelliklerindeki değişimleri araştırmışlardır. Sonuçta ısıl işlemlerle yüzey sertliği artırılarak, malzemenin aşınma direncinin yükselmesine ve malzemenin çekirdek bölgesinin sünekliğinden dolayı darbe dayanım enerjisini arttırdığını saptamışlardır.

Babacan, (1995), tarafından yapılan bir araştırmada, kulaklı pullukların uç demirlerindeki malzemenin mekanik ve boyut özelliklerinin TS'ye uygunluğu saptamıştır. Araştırmacı, Trakya Bölgesinde imal edilen kulaklı pulluk uç demirlerinin mekanik ve boyut özelliklerinin TS'ye uygun olmadığını belirlemiştir. Sonuçta yay çeliğinden imal edilen uç demirlerine ısıl işlem uygulanırsa mekanik özelliklerinin standartlara uygun olacağını önermiştir.

Ulusoy, ve ark., 1995'de yaptıkları bir çalışmada, aşınmaya karşı olan direnci, yüksek dayanım özelliği iyi ve karbon oranının düşük olması nedeniyle ideal bir malzeme sayılabilecek Ereğli 7415 (38 Si 7) gibi yay çelikleri her zaman bulunamadığını belirtmişlerdir. Bu çelik serileri sipariş göre üretilmektedir. Yay sanayinin kullandığı, seri üretimi olan 60 Si Mn 5 ve benzeri çelikler tarım makinaları imalathanelerine çok kısıtlı girmiştir. Ayrıca önemli fiyat farklılığı nedeniyle avantajlı olan Ereğli 3260 (St 60) gibi genel yapı çelikleri tercih edilmektedir. Bu çelik serilerinde kimyasal bileşim garanti edilmediğinden kullanımda önemli sorunlarla karşılaşıldığını vurgulamışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada, aşınma ölçümü yapılan çizel uç demirleri, ısıl işlem uygulanmış çizel uç demirleri ve yaylı kültivatör+döner tırmık kombinasyonunda bulunan yaylı kültivatör uç demirleri esas materyali oluşturmaktadır. Ayrıca, materyal bölümü içerisinde, denemelerin yapıldığı alanın toprak özellikleri, çizel, yaylı kültivatör+döner tırmık kombinasyonu, laboratuvarında kullanılan aşındırma makinası, diğer ölçüm alet ve makinaları hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1.1. Deneme Alanları Toprakları

Denemeler T.Ü.Tekirdağ Ziraat Fakültesi uygulama arazisi ve Türkgeldi Tarım İşletmeleri Müdürlüğü'nün arazilerinde yapılmıştır. Bu toprakların daha önceden yapılan etüd ve haritalaması sonucunda toprak özelliklerine ait fiziksel analiz sonuçları Çizelge-3.1'de verilmiştir (Özbek ve ark., 1986).

Çizelge.3.1. Deneme Tarlaları Topraklarının Fiziksel Analizleri

| Yer | Hori- zon | Derin- lik (cm) | Tekstür (%) | | | Bünye |
|------------------------|-----------------|--------------------|-------------|------|------|-------------------|
| | | | Kum | Silt | Kil | |
| Burgaz Serisi | A ₁₁ | 0-19 | 11.0 | 26.0 | 63.0 | Killi |
| | A ₁₂ | 19-33 | 9.0 | 24.0 | 67.0 | Killi |
| | A ₃ | 33-85 | 7.0 | 25.0 | 68.0 | Killi |
| Türkgeldi Serisi | A ₁₁ | 0-10 | 32.0 | 39.0 | 29.0 | Killi-Tınlı |
| | A ₁₂ | 10-22 | 34.0 | 37.0 | 29.0 | Killi-Tınlı |
| | A ₁₃ | 22-44 | 40.0 | 34.0 | 26.0 | Tınlı |
| Ergene Serisi | A ₁ | 0.12 | 50.0 | 26.0 | 24.0 | Kumlu-Killi-Tınlı |
| | A ₃ | 12-31 | 52.0 | 25.0 | 23.0 | Kumlu-Killi-Tınlı |
| | C ₁ | 31-44 | 62.0 | 20.0 | 18.0 | Kumlu-Tınlı |
| Alacaköy Serisi | A _p | 0-28 | 68.0 | 17.0 | 15.0 | Kumlu-Tınlı |
| | A ₁₂ | 28-43 | 56.0 | 21.0 | 23.0 | Kumlu-Tınlı |
| | II _b | 43-80 | 44.0 | 5.0 | 51.0 | Killi |
| Fakülte Arazisi (1) | A _{p1} | 0-10 | 35.1 | 26.1 | 38.8 | Killi-Tınlı |
| | A _{p2} | 10-20 | 36.9 | 19.8 | 43.3 | Killi |
| | A ₂ | 20-35 | 34.6 | 22.9 | 42.5 | Killi |
| Fakülte Arazisi (2) | A _{p1} | 0-10 | 36.0 | 28.7 | 35.3 | Killi-Tınlı |
| | A _{p2} | 10-25 | 46.2 | 22.7 | 31.1 | Killi-Tınlı |
| | A ₂ | 25-35 | 42.0 | 25.8 | 32.2 | Killi-Tınlı |
| Fakülte Arazisi (3) | A _{p1} | 0-10 | 31.9 | 38.8 | 29.3 | Killi-Tınlı |
| | A _{p2} | 10-22 | 34.1 | 36.6 | 29.2 | Killi-Tınlı |
| | A ₂ | 22-44 | 41.1 | 33.6 | 26.4 | Tınlı |

Türkgeldi Tarım İşletmesinin Alacaköy serisi Ergene çayının teraslarında oluşmuş sarımsı kahverengi, kumlu tınlı yapıda, Ergene serisi toprakları Ergene çayının yakın teraslarında oluşmuş, koyu kahverenkli, kumlu killi tınlı yapıda topraklardır. Türkgeldi serisi orta tekstürlü aluviyal depozitler üzerinde oluşmuş, koyu kahverengi-kahverenkli killi tınlı yapıda ve Burgaz serisi ise kil depozitleri üzerinde oluşmuş, sarımsı kahverengi, killi yapıda topraklardır (Özbek ve ark., 1986).

Fakülte arazisinin bir kısmı, kil depozitleri üzerinde oluşmuş koyu sarımsı kahverenkli, ağır killi yapıda, derin topraklardır. Diğerleri kısmı, orta tekstürlü aluviyal depozitler üzerinde oluşmuş sarımsı kahverenkli, killi tınlı yapıda, derin topraklardır (Ekinci, 1990).

3.1.2. Araştırmada Kullanılan Çizel Uç Demirleri

Trakya Bölgesi'nde çizel üreten firmalardan çoğunluğu uç demirini kendisi üretmektedir. Kendileri uç demiri üreten firmaların kullandıkları malzemeye ve üretim şekline göre beş ayrı firma mevcuttur. Bu beş firmanın uç demirlerinin aşınması incelenmiştir. A,B,C,D, ve E firmaları olarak kodlanan bu firmaların kullandıkları uç demiri malzemesinin özellikleri Çizelge-3.2'de verilmiştir.

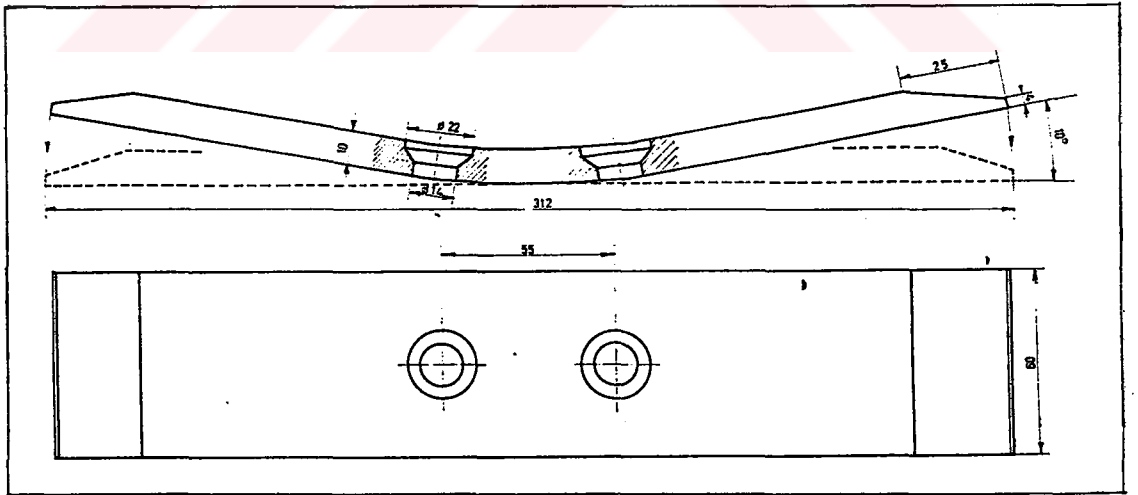
Çizelge-3.2. Firmaların Uç Demirinin Yapımındaki İşlemler

| Firmalar | Çelik Cinsi | Uç Demiri Yapımındaki İşlem Basamakları |
|----------|-------------|---|
| A | St 40 | Uç demirinin uç kısmı demirci ocağında ısıtıldıktan sonra dövülerek, kama açısı verilmekte ve daha sonra preste bükülme işlemi yapılmaktadır. |
| D | 51 Si 7 | |
| B | St 40 | Uç demirinin uç kısmı alttan oksijenle kesilerek, kama açısı verilmekte ve daha sonra preste bükme işlemi yapılmaktadır. |
| C | St 40 | |
| E | St 40 | |

Trakya Bölgesi'nde kullanılan uç demirlerinin hepsi keski tipinde ve her iki ucu da kullanılabilir tiptedir. Bu keski demirlerinin boyut ölçüleri TS 6735 no'lu standarda da uygundur. Bütün uç demirlerinde yüzey alanı, kesme açıları ve aktif yüzey alanları birbirine eşittir. Araştırmada kullanılan çizel uç demirlerinin bazı özellikleri Çizelge-3.3'de verilmiş ve uç demirinin genel görünüşü, ölçüleri ise Şekil-3.1'de görülmektedir.

Çizelge-3.3. Denemede Kullanılan Çizel Uç Demirlerinin Bazı Özellikleri

| Firma Adı | Ortalama Ağırlık (g) | Sertlik | | Kalınlık (mm) | Anma Boyu (mm) | Sertleş tirme | Tipi |
|-----------|----------------------|---------|-----|---------------|----------------|---------------|-------|
| | | HRC | HB | | | | |
| A | 1639 | --- | 155 | 12 | 310-330 | Var | Keski |
| B | 1561 | --- | 175 | | | Yok | |
| C | 1645 | --- | 140 | | | Yok | |
| D | 1576 | 28.5 | 287 | | | Var | |
| E | 1544 | --- | 164 | | | Yok | |



Şekil-3.1. Çizel Uç Demirinin Boyutları

Denemede kullanılan firmalara ait uç demirlerinin kimyasal analizleri Çizelge-3.4'de verilmiştir.

Çizelge-3.4. Denemede Kullanılan Çizel Uç Demirlerinin Kimyasal Bileşimi (%)

| A Firması | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| C | Si | S | P | Mn | Ni | Cr | Mo | Cu |
| 0.2471 | 0.2598 | 0.0234 | 0.0196 | 1.0377 | 0.0715 | 1.1067 | 0.0359 | 0.1333 |
| Ti | Sn | Al | Pb | B | Bi | Ca | N | Fe |
| 0.0283 | 0.0131 | 0.0213 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0021 | 0.0003 | 0.0621 | 96.935 |
| St 40 | | | | | | | | |
| B Firması | | | | | | | | |
| C | Si | S | P | Mn | Ni | Cr | Mo | Cu |
| 0.3196 | 0.3965 | 0.0297 | 0.0141 | 1.2073 | 0.096 | 0.1026 | 0.0015 | 0.2649 |
| Ti | Sn | Al | Pb | B | Bi | Ca | N | Fe |
| 0.002 | 0.0062 | 0.0007 | ---- | 0.0004 | 0.0006 | ---- | 0.004 | 97.5529 |
| St 40 | | | | | | | | |
| C Firması | | | | | | | | |
| C | Si | S | P | Mn | Ni | Cr | Mo | Cu |
| 0.3189 | 0.2144 | 0.0345 | 0.0246 | 1.186 | 0.0823 | 0.0129 | 0.0007 | 0.0389 |
| Ti | Sn | Al | Pb | B | Bi | Ca | N | Fe |
| 0.0015 | 0.0047 | 0.0030 | ----- | 0.0006 | 0.0002 | 0.0004 | 0.0147 | 98.049 |
| St 40 | | | | | | | | |
| D Firması | | | | | | | | |
| C | Si | S | P | Mn | Ni | Cr | Mo | Cu |
| 0.5987 | 1.0403 | 0.0187 | 0.0119 | 0.9995 | 0.071 | 0.1079 | 0.0059 | 0.2068 |
| Ti | Sn | Al | Pb | B | Bi | Ca | N | Fe |
| 0.003 | 0.0109 | 0.0020 | 0.0009 | 0.0004 | 0.0013 | 0.0008 | 0.015 | 96.904 |
| 51 Si 7 yay çeliğine yakın | | | | | | | | |
| E Firması | | | | | | | | |
| C | Si | S | P | Mn | Ni | Cr | Mo | Cu |
| 0.3882 | 0.1902 | 0.0434 | 0.0247 | 0.9849 | 0.069 | 0.0853 | 0.0046 | 0.1647 |
| Ti | Sn | Al | Pb | B | Bi | Ca | N | Fe |
| 0.001 | 0.0089 | ---- | ---- | 0.0004 | ---- | ---- | 0.008 | 98.0253 |
| St 40 | | | | | | | | |

3.1.3. Denek Çizel Uç Demirleri

Araştırmada, aşınma üzerine etkili olan bazı faktörlerin (ısı işlem, toprak nemi, penetrasyon direnci, bileme şekli ve toprak çeşitleri) açık bir şekilde belirlenmesi için uygulamada yoğun bulunan St 37 çelik malzemesi seçilmiştir. Bu malzemeden örnek uç demirleri Şekil-4.1'deki ölçülere uygun yapılarak, aşınmaya etkili faktörlerden birisi olan malzeme faktörü saf dışı edilmiştir. Bu örnek uç demirlerinin

yapımında kullanılan St 37 malzemesinin kimyasal özellikleri Çizelge-3.5'de verilmiştir.

Çizelge-3.5. Örnek Çizel Uç Demirinin Kimyasal Özellikleri

| C | Si | S | P | Mn | Ni | Cr | Mo | Cu |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 0.1196 | 0.2465 | 0.0206 | 0.0199 | 1.0244 | 0.071 | 1.0930 | 0.0305 | 0.1311 |
| Ti | Sn | Al | Pb | B | Bi | Ca | N | Fe |
| 0.027 | 0.0119 | 0.0192 | ---- | 0.0011 | 0.0012 | 0.0001 | 0.012 | 97.1701 |
| St 37 | | | | | | | | |

3.1.4. Araştırmada Kullanılan Yaylı Kültivatör Uç Demirleri

Bölgede kültivatör+döner tırmık kombinasyonu üreten firmalardan bazıları uç demirini hazır olarak almakta, bazıları ise kendisi üretmektedir. Uç demirini hazır olarak satın alan firmalardan bazıları İtalya'dan, bazıları yerli yapım firmalardan satın almaktadır. Araştırmada uç demirlerini kendisi üreten ve dışarıdan satın alan firmaların uç demirleri denenmiştir. A, B ve C olarak kodlanan bu firmaların uç demiri üretim özellikleri Çizelge-3.6'da verilmiştir.

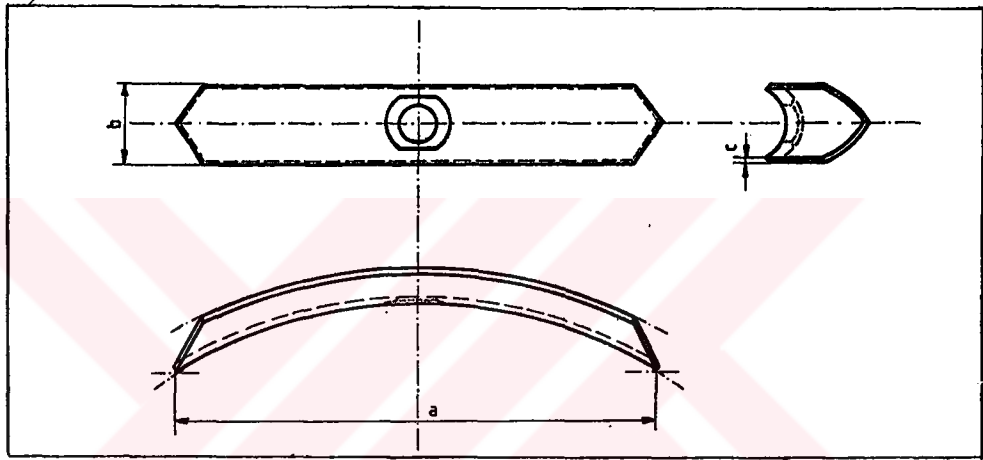
Çizelge-3.6. Firmaların Yaylı Kültivatör Uç Demiri Yapımındaki İşlemleri

| Firmalar | Uç Demiri Yapımındaki İşlem Basamakları |
|----------|--|
| A | Çelik saç uygun boyutlarda kesilerek, delik ve havşa başları yapıldıktan sonra soğuk preste şekillendirilmiştir. |
| B C | Çelik saç uygun boyutlarda kesilerek, delik ve havşa başları yapıldıktan sonra fırında sertleştirilmiştir. |

Denemelerde kullanılan uç demirlerinin tamamı keski tipindedir. Her iki ucu kullanılabilir bu uç demirinin boyut özellikleri TS 2384'e uygundur. A, B ve C firmalarına ait uç demirlerinin bazı teknik özellikleri Çizelge-3.7'de ve boyutları ise Şekil-3.2'de görülmektedir. Denemede kullanılan uç demirlerinin kimyasal analizleri ise Çizelge-3.8'de verilmiştir. A firması uç demiri malzemesi genel yapı çeliklerini (St 33), B ve C firmaları ise Ç1060 çelikleri kullanmışlardır.

Çizelge-3.7. Denemede Kullanılan Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Bazı Özellikleri

| Firma lar | Ortalama Ağırlık (g) | Sertlik | | Uzunluk (a) (mm) | Kes.Gern. (b) (mm) | Kalınlık (c) (mm) | Isıl İşlem |
|-----------|----------------------|---------|-----|------------------|--------------------|-------------------|------------|
| | | HB | HRC | | | | |
| A | 237 | 154 | --- | 190 | 37 | 5 | Yok |
| B | 363 | 290 | 29 | 200 | 37 | 5 | Var |
| C | 308 | 377 | 39 | 190 | 37 | 5 | Var |



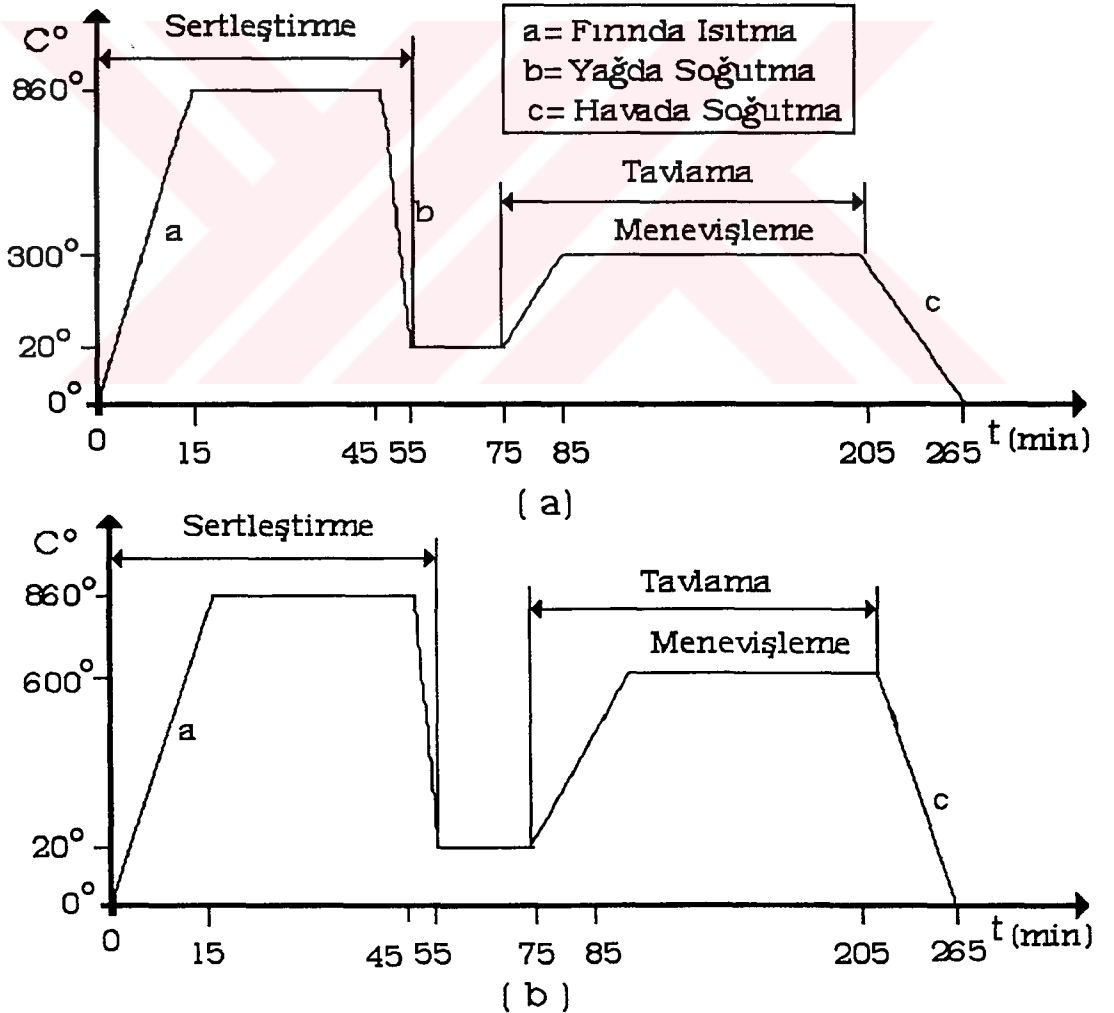
Şekil-3.2. Denemede Kullanılan Yaylı Kültivatör Uç Demirleri

Çizelge-3.8. Denemede Kullanılan Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Kimyasal Özellikleri

| A Firması | | | | | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| C | Si | S | P | Mn | Ni | Cr | Mo | Cu |
| 0.0649 | 0.2691 | 0.0112 | 0.0136 | 0.8639 | 0.015 | 0.0130 | -- | 0.0527 |
| Ti | Sn | Al | Pb | B | Bi | Ca | N | Fe |
| 0.002 | 0.0024 | 0.0228 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0012 | 0.0003 | 0.011 | 98.6561 |
| St 33 | | | | | | | | |
| B Firması | | | | | | | | |
| C | Si | S | P | Mn | Ni | Cr | Mo | Cu |
| 0.653 | 0.0024 | 0.0553 | 0.0102 | 0.1285 | 0.094 | 0.0302 | 0.0133 | 0.1260 |
| Ti | Sn | Al | Pb | B | Bi | Ca | N | Fe |
| -- | 0.0036 | -- | -- | ---- | -- | --- | N | 98.969 |
| Ç1060 | | | | | | | | |
| C Firması | | | | | | | | |
| C | Si | S | P | Mn | Ni | Cr | Mo | Cu |
| 0.529 | 0.213 | 0.0145 | 0.0116 | 0.664 | 0.134 | 0.128 | 0.0967 | 0.33 |
| Ti | Sn | Al | Pb | B | Bi | Ca | N | Fe |
| 0.0053 | 0.0237 | 0.019 | -- | 0.0001 | 0.0001 | -- | -- | 97.831 |
| Ç1060 | | | | | | | | |

3.1.5. Isıl İşlemler Uygulanmış Örnek Çizel Uç Demirleri

Isıl işlemin aşınma üzerinde etkisini saptamak amacıyla, ısıl işlem uygulanmış uç demirleri de denenmiştir. Isıl işlem aynı kimyasal bileşimdeki malzemeye su verme (yağda) ve tavlama sıcaklıklarına göre değişik sertlik kazandırmaktadır (Mutaf ve Ulusoy, 1977/a). Denek uç demirlerine uygulanan ısıl işlemler; fırında 860 °C ısıtma ve 20 °C yağda soğutmadan sonra 300-600 °C'de tavlanaarak yapılmıştır. Isıl işlemdeki uygulamaların sıcaklık ve zaman grafiği Şekil-3.3'de görülmektedir. Denemelerde normal uç demiri ve Şekil-3.3 (a ve b)'deki ısıl işlem görmüş uç demirleri kullanılmıştır.



Şekil-3.3. Isıl İşlemlerin Uygulanma Koşulları

3.1.6. Denemede Kullanılan Alet ve Makinalar

3.1.6.1. Çizel

Birinci sınıf toprak işleme aleti olarak kullanılan çizel asılır tip olup 7 adet işleyici organı bulunmaktadır. Ayaklar çatıya 3'ü önde, 4'ü arkada olmak üzere bağlanmıştır. Araştırmada kullanılan çizelin teknik özellikleri Çizelge-3.9'da verilmiştir.

Çizelge-3.9. Denemede Kullanılan Çizelin Teknik Özellikleri

| Teknik Özellikleri | Ölçüler |
|----------------------|---------|
| Toplam Yükseklik | 1200 mm |
| Toplam Genişlik | 2010 mm |
| Toplam Uzunluk | 1280 |
| Ayak Sayısı | 7 adet |
| Ayaklar arası Mesafe | 300 mm |
| İş Genişliği | 2100 mm |
| Toplam Ağırlık | 380 kg |

3.1.5.2. Yaylı Kültivatör+Döner Tırmık Kombinasyonu

Denemelerde kullanılan birleştirilmiş tohum yatağı hazırlama aleti iki parçadan oluşmaktadır. Öndeki parça yaylı kültivatör olup ayaklar "S" biçiminde şekillendirilmiştir ve ayak sayısı 21 adettir (Şekil-3.6.b). Bu ayaklar önden arkaya doğru 5,5,5,6'lı şekilde dizilmişlerdir. Arkadaki parça ise dört üniteden meydana gelmiş döner tırmıktır. Makina asılır tip olup teknik özellikleri Çizelge-3.10'de verilmiştir.

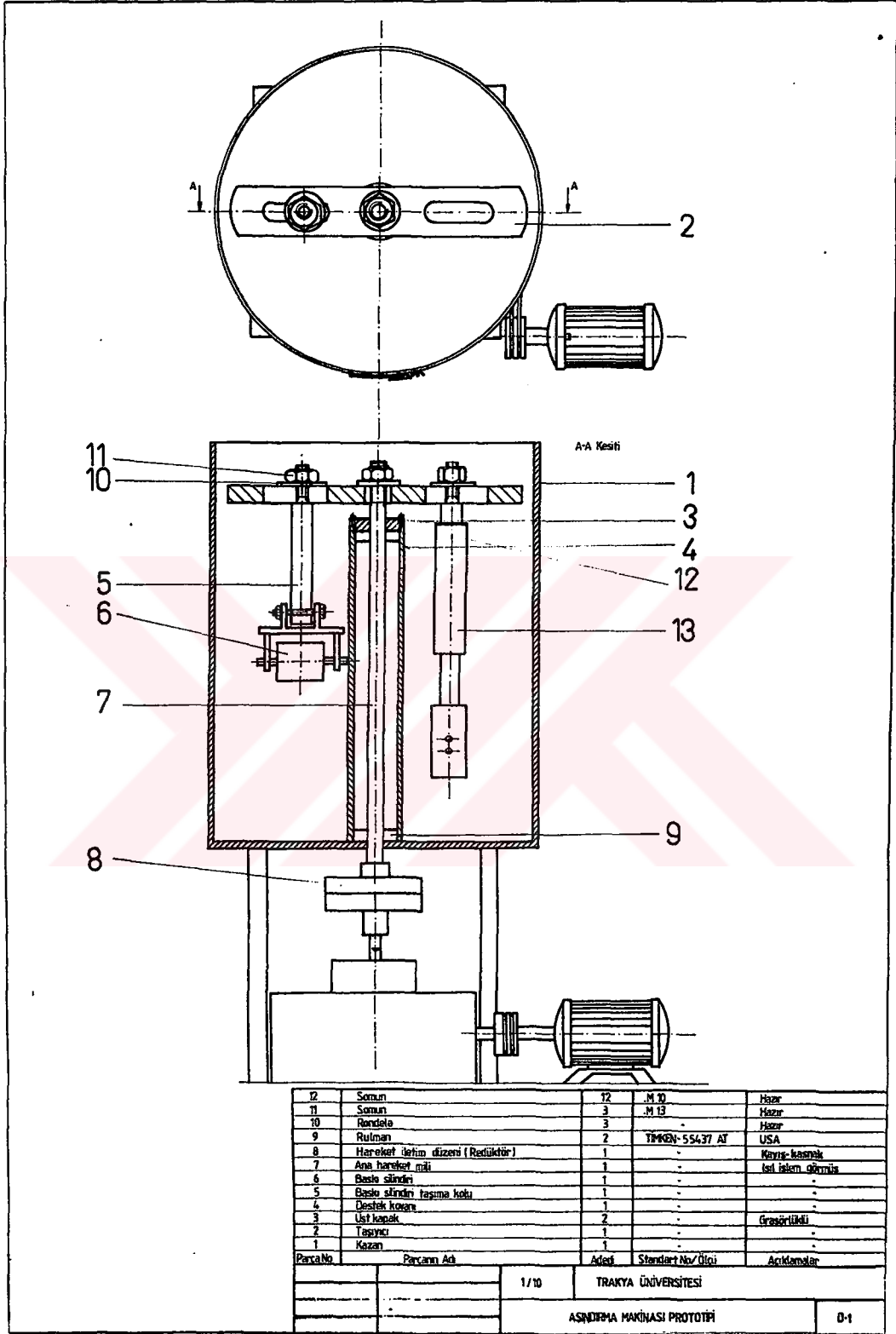
Çizelge-3.10. Denemede Kullanılan Yaylı Kültivatör+ Döner Tırmık Kombinasyonunun Teknik Özellikleri

| Teknik Özellikleri | Ölçüler |
|-------------------------------------|---------|
| Toplam Yükseklik | 1460 mm |
| Toplam Genişlik | 2800 mm |
| Toplam Uzunluk (döner tırmık dahil) | 2450 mm |
| Toplam Uzunluk (döner tırmık hariç) | 1460 mm |
| Ayak Sayısı | 21 adet |
| Ayaklar arası Mesafe | 120 mm |
| İş Genişliği | 2520 mm |
| Çatının Yerden Yüksekliği | 500 mm |
| Toplam Ağırlık | 475 kg |

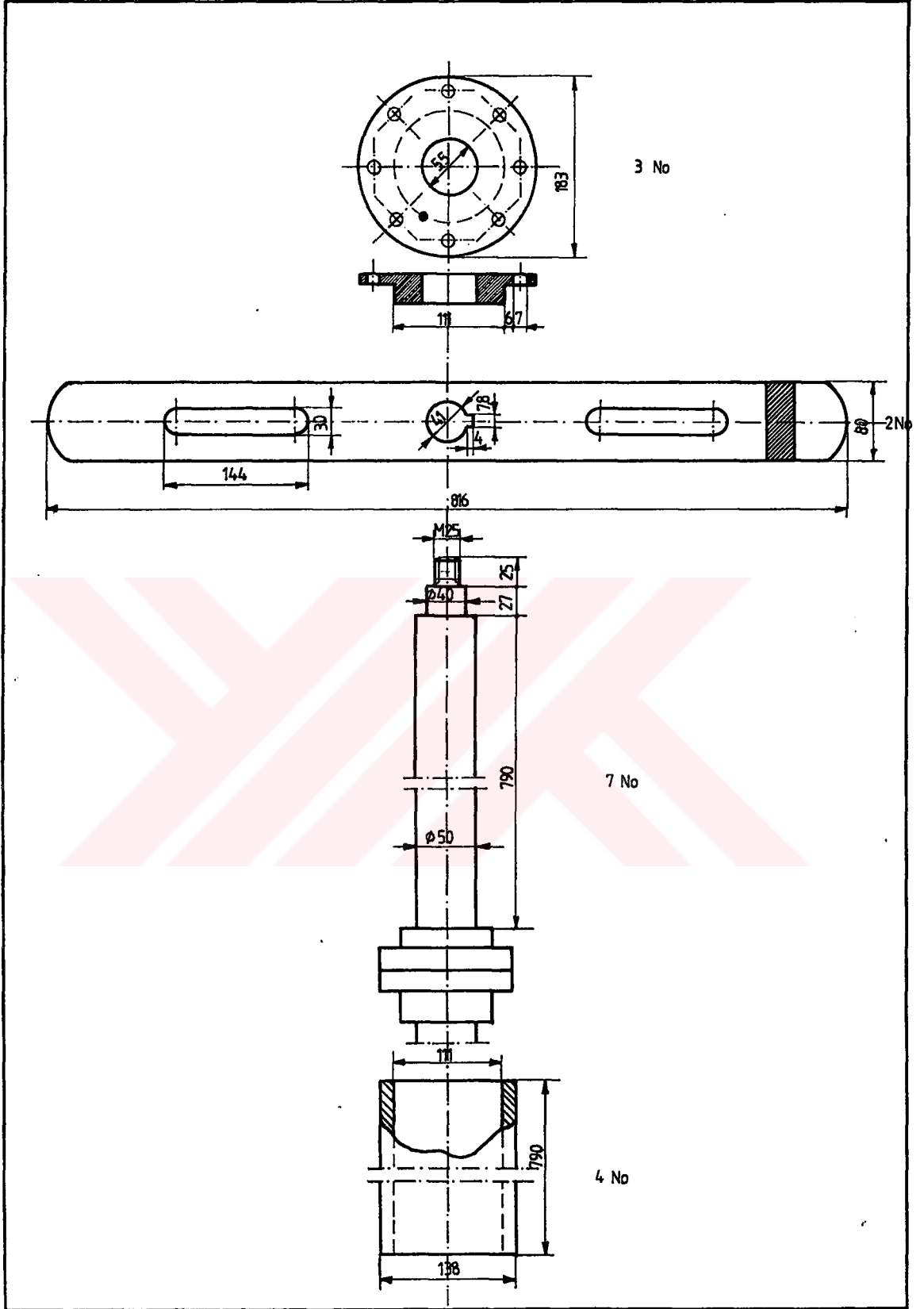
3.1.7. Laboratuvar DeneYlerinde Kullanılan Aşındırma Makinası

Araştırmada ele alınan, uç demirlerinin aşınma dirençlerin saptanmasında kullanılan deney makinası T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde ilgili standarda ve literatüre uyularak imal edilmiştir (ASTM, 1981; Yu ve Bohole, 1990). Bu deney düzeneği dört kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda toprak kazanı, ikinci kısımda anamil ve milin üzerinde kollar ile bu kollara bağlı ayaklar, üçüncü kısımda hareket iletim organları ve dördüncü kısımda ise ana çatı bulunmaktadır.

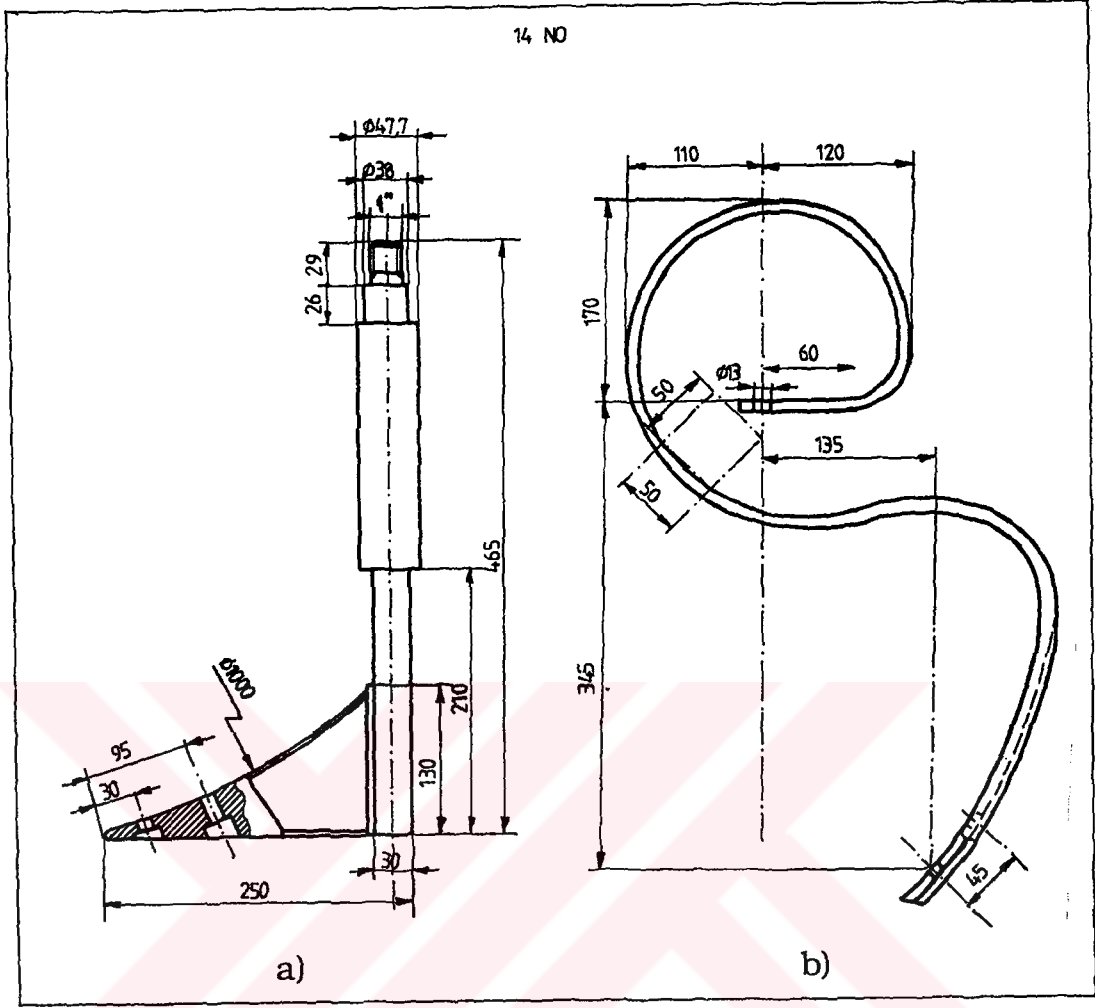
Toprak kazanı, çapı 910 mm ve yüksekliği 770 mm olan silindirik bir kazandır. Kazanın merkezinde anamil ve milin üzerinde kollar, kollara bağlı ayak ve toprağı bastıran merdane bulunmaktadır. Hareket iletimi ise 3 KW gücündeki elektrik motorundan kayış kasnak ile hız düşüren bir dişli kutusuna, buradan anamile iletilmektedir. Aşındırma makinasının içerisine Tekirdağ Ziraat Fakültesi arazisinde olan killi tınlı toprak konulmuştur. Aşındırma makinası kesiti Şekil-3.4'de, makinanın ana mili, bağlantı kolları Şekil-3.5 ve uç demirlerinin bağlandığı ayaklar Şekil-3.6'da verilmiştir.



Şekil-3.4. Aşındırma Makinasının Kesiti



Şekil-3.5. Aşındırma Makinasının Ana Mili ve Ayakların Bağlantı Kollarının Konumu



Şekil-3.6. Uç Demirlerin Bağlandığı Çizel (a), Yaylı Kültivatör Ayakların (b) Biçimi ve Ölçüleri

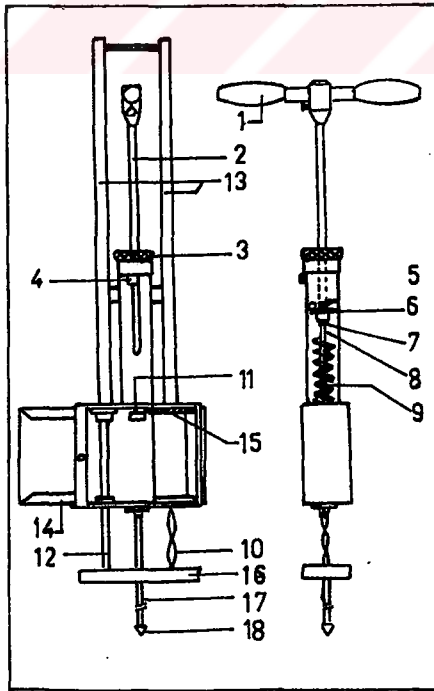
3.1.8. Denemede Kullanılan Diğer Ölçüm Aletleri ve Cihazları

Araştırma verilerinin belirlenmesi için çeşitli özelliklere sahip ölçü aletleri ve cihazları kullanılmıştır. Bu alet ve cihazların adları aşağıda verilmiştir;

- Toprak örnekleri ve uç demirlerinin tartımında kullanılan 0.01 gram duyarlıdaki Metler marka hassas terazi,
- Zaman ölçümlerinde kullanılan 0.2 saniye duyarlılıkla çalışan kronometre,
- 50 m uzunlukta çelik metre,
- Nem tayini için kullanılan Etüv,

- Uç demiri sertliğinde kullanılan Baha marka Sertlik ölçme cihazı,
- Uç demiri malzemesinin Darbe enerjisinin saptanmasında kullanılan Alşa marka Darbe deney makinası,
- Uç demiri malzemesinin çekme gerilmesinin saptanmasında kullanılan Mohrfederhaf marka çekme deney makinası,
- İstatistik değerlendirmelerin yapıldığı IBM uyumlu 486 DX 66 bilgisayar,
- Aşındırma makinasının devrinin ölçümünde kullanılan elektronik turmetre.

İşleme yapılan toprağın penetrasyon direncini belirlemek amacıyla Eijelkamp marka Stiboka Penetrograph tipi mekanik penetrometre kullanılmıştır (Şekil-3.7). Cihazda kullanılmak üzere 1 cm^2 , 2 cm^2 , $3 \frac{1}{3} \text{ cm}^2$ ve 5 cm^2 'lik alana sahip dört adet koni uç mevcuttur. Koni açısı 30° olup sabittir. Toprağa batma derinliği maksimum 80 cm'dir. Denemelerde uc 1 cm^2 'lik alana sahip ve koni taban uzunluğu 12.83 mm olan uç kullanılmıştır.



1. El tutamağı
2. Basınç çubuğu
3. Sıkma somunu
4. Basınç sabitleştirme çubuğu
5. Sıkıştırma somunu
6. Yay klavuzu
7. Sıkıştırma vidası
8. Pul
9. Sıkıştırma yayı
10. Burgulu sondaj mili
11. Yazıcı pim tutucu
12. Klavuz çubuğu
13. 2 klavuz çubuğu
14. Kart klavuzu
15. Çevirme silindiri
16. Toprak klavuzu
17. Sondaj çubuğu
18. Konik ucu

Şekil-3.7. Mekanik Tip Stiboka Penetrografın Şematik Görünümü

3.2. Yöntem

Araştırmada kullanılan çizel uç demirleri ve yaylı kültivatör uç demirlerinin aşınmaları tarla ve laboratuvar denemeleri ile saptanmıştır. Tarla denemeleri 1994-1995 yılları arasında T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi uygulama alanları ve Türkgeldi Tarım İşletmesinin uygulama alanlarında, laboratuvar çalışmaları ise geliştirilen prototip aşındırma makinası ile T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölüm Atölyesinde yürütülmüştür.

Aşınma üzerine etkili faktörlerin saptanması amacıyla yalnızca çizel uç demiri kullanılarak denemeler yapılmıştır. Bütün denemeler seçilen firmaların uç demirleri ile aşınma üzerine etkili faktörleri saptamak amacıyla, Çizelge-3.5'de kimyasal içeriği verilen malzemeden yapılmış denek uç demirleri üzerinde yürütülmüştür.

3.2.1. Çizel Uç Demirlerinin Denenmesi

Geniş alanda yapılan tarla denemelerinin genel karakteristiği olan heterojenliğin, çizelde doğan hatalarla daha da artmasını önlemek amacıyla firmaların uç demirleri ayrı ayrı gruplar halinde denenmiştir. Materyal bölümünde de değinildiği gibi denemeler için yeter genişlikte, homojen toprak bulmak ve daima aynı toprak nemini korumak mümkün değildir. Bu dış faktörlerin etkisini minimuma indirmek amacıyla uç demirlerinin denemeleri yaz aylarında kuru toprak şartlarında yürütülmüş ve denemeler üç farklı fakülte arazisinde yapılmıştır. Fakülte arazi toprakları beş ayrı bloka ayrılarak, her bir blokta bir firmanın uç demirlerinin denenmesi sağlanmış, deneme desenleri tesadüf bloklarına göre planlanmıştır (Berk ve Efe, 1988).

Her bir firmaya ait uç demirleri 20 dekarlık alanı işlemektedir. Bu da yaklaşık olarak 9.524 km'lik bir uzunluğa denk gelmektedir. Bütün denemelerde aynı sürüm uzunluğu dikkate alınmıştır. Çalışma sırasındaki ortalama iş derinliği 20 cm, hız 4 km/h'dır ve daima aynı iş derinliğinde, aynı hızda çalışmaya özen gösterilmiştir.

Araştırmada izel zerindeki n çatıda üç ayaklı grup ayrı, arka çatıdaki dört ayaklı grup ayrı gruplandırılmıştır. Bu grupların her biri deneme sonuçlarının belirlenmesinde uygulanan LSD testinde ayrı birer tekerrür kabul edilmiştir (Kayışoğlu ve ark., 1994). Tekerrürler arasında farkın olmaması için her üç kilometrede bir n ayakların yerleri tesadüfi olarak değiştirilmiştir.

3.2.2. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Denenmesi

Araştırmada tarla denemeleri iki ayrı yerde yapılmıştır. Denemeye alınan yaylı kültivatör uç demirleri ayrı ayrı gruplar halinde denenmiştir. Aynı koşulları oluşturmak için her bir blok kendi içerisinde üç ayrı bloka ayrılmış ve deneme deseni tesadüf bloklarına göre düzenlenmiştir (Berk ve Efe, 1988). Seçilen her uç demiri 15 km'lik bir sürüm uzunluğunda çalıştırılmıştır. Çalışmada ortalama iş derinliği 10 cm, hız ise 7.2 km/h olarak tutulmuştur (Ulusoy, 1977/a). Ayaklar arasındaki istatistiki değerlendirmelerde LSD testi kullanılmıştır. Bu teste göre ayakların gruplandırılmasında yaylı kültivatör+döner tırmık kombinasyonunun çatısı üzerinde makinanın ilerleme yönüne göre sağdan sola doğru bir, dört, yedi ve on nolu ayaklar bir grup, iki, üç, beş nolu ayaklar bir grup ve diğer ayaklar ise ayrı bir grupta yer almışlardır. Bir, dört, yedi ve on nolu ayaklar tekerlek izine denk geldiği için iki, üç ve beş nolu ayaklar dikkate alınmış ve birer tekerrür olarak kabul edilmiştir (lger ve ark., 1995).

3.2.3. Denemelerin Tarlada Düzenlenmesi

Araştırmada tarla denemeleri firmaların izel uç demiri için Burgaz, Türk geldi ve Ergene toprak serilerinde yaylı kültivatör uç demirleri iki ayrı özellik gösteren T.. Tekirdağ Ziraat Fakültesi arazisinde düzenlenmiştir. Arazinin planlanması tesadüfi örnekleme yöntemlerine göre yapılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1983; Berk ve Efe, 1988).

Sırasıyla her uç demiri farklı deneme parsellerinde çalıştırılmıştır. Toprak nem içeriğinde önemli bir değişiklik olmaması amacıyla deneme iki gün içinde tamamlanmış, böylece bütün uçlara eşit deneme koşulları sağlanmıştır. Uç demirlerinin aşınmasına etkili etmenleri safdışı ederek yalnızca; firmaların kullandıkları malzeme ile imalatta uyguladıkları yöntemlerin etkisinin ortaya çıkarılması sağlanmıştır. Çizelge-3.11'de her firma ucunun parsellerdeki sürüm uzunluğu görülmektedir.

Çizelge-3.11. Firmaların Uç Demirlerinin Parsellere Göre Dağılımı ve Sürüm Uzunluğu

| Deneme Yeri | Alt Parsel No | Çizel Firmaları | | | | | Sürüm Uzunluğu (m) |
|---------------------|---------------|---|---|---|---|---|--------------------|
| | | A | B | C | D | E | |
| Fakülte Arazisi (1) | 1 | | | X | | | 3100 |
| | 2 | | | | X | | |
| | 3 | | | | | X | |
| | 4 | | X | | | | |
| | 5 | X | | | | | |
| Fakülte Arazisi (2) | 1 | | X | | | | 3524 |
| | 2 | | | X | | | |
| | 3 | X | | | | | |
| | 4 | | | | | X | |
| | 5 | | | | X | | |
| Fakülte Arazisi (3) | 1 | X | | | | | 2900 |
| | 2 | | X | | | | |
| | 3 | | | X | | | |
| | 4 | | | | X | | |
| | 5 | | | | | X | |
| | | Yaylı Kültivatör + Döner Tırmık Firmaları | | | | | |
| | | A | B | C | | | |
| Fakülte Arazisi (1) | 1 | X | | | | | 8000 |
| | 2 | | | | | X | |
| | 3 | | | X | | | |
| Fakülte Arazisi (2) | 1 | | | | | X | 7000 |
| | 2 | X | | | | | |
| | 3 | | | X | | | |

3.2.4. Aşınma Miktarının Saptanması

Uç demiri imalatı sırasında yüzeydeki ince tabakaların kalkması haddeme hatası veya uç demiri üzerindeki çapakların aşınması yavaş olduğu için aşınma sayılamaz (Karamış, 1985). Bu faktörlerin etkisini minimuma indirmek için Uç demirleri toprak işleme aletlerine bağlanarak ilk tartımdan önce 3 km'lik bir ön sürüm yapılmıştır. Böylece uç demiri üzerindeki ince tabakalar ve çapakların aşınması sağlanmış ve daha sonra temizlenmiştir.

Denemeye alınan çizel uç demirleri 9.524 km'lik (20 da) bir sürüm uzunluğunda, yaylı kùltivatör uç demirleri ise 15 km'lik sürüm uzunluğunda çalıştırıldıktan sonra temizlenmiş ve tartımları ± 0.01 g duyarlıktaki terazi ile yapılmıştır. Aşınma miktarı, sürüm uzunluğuna bağlı olarak, aşağıdaki bağıntı ile bulunmuştur (Gürleyik, 1975). Birim alandaki aşınma miktarı ise ağırlık kaybının, alana oranı olarak saptanmıştır (Ulusoy, 1977/a).

$$\text{Aşınma Miktarı} = \frac{\text{S. Ö. A.} - \text{S. S. A.}}{\text{Sürüm Mesafesi (km)}} \quad (\text{g/km})$$

$$\text{Aşınma Miktarı} = \frac{\text{S. Ö. A.} - \text{S. S. A.}}{\text{Sürüm Alanı (da)}} \quad (\text{g/da})$$

Burada;

S.Ö.A.= Sürüm Öncesi Ağırlık (g).

S.S.A. = Sürüm Sonrası Ağırlık (g).

3.2.5. Isıl İşlemin Çizel Uç Demiri Aşınmasına Etkisinin Saptanması

Uygulanan ısıl işlemin çizel uç demiri aşınmasına etkisini saptamak amacıyla, deneme tarlalarındaki toprak homojenliği dikkate alınarak denemeler yapılmıştır. Denemeler Burgaz, Türkgeldi, Ergene ve Alacaköy toprak serilerinde beşer dekarlık parsellerde yürütülmüştür.

3.2.6. Toprak Nemi ve Direncinin Uç Demirinin Aşınmasına Etkisinin Saptanması

Toprak nemi ve direncinin aşınma üzerindeki etkisinin saptanması amacıyla Tekirdağ Ziraat Fakültesi arazisi, üç parsel olarak, üç farklı dönemde, uç demirleri denenmiştir (Riley ve ark., 1990). Bu dönemlerdeki deneme alanı toprağın 0-30 cm'deki ortalama nem ve penetrasyon dirençleri Çizelge-3.12'de verilmiştir. Bu uç farklı nem ve penetrasyon dirençlerindeki değişimlerin, aşınma üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Yirmi dekarlık parsellerdeki aşınma miktarları birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge-3.12. Deneme Parsellerinin 0-30 cm'deki Ortalama Toprak Nemi ve Penetrasyon Dirençleri

| Dönem | Nem (%) | Penetrasyon Direnci |
|-------|---------|-----------------------|
| 1. | 8.98 | 459 N/cm ² |
| 2. | 10.14 | 195 N/cm ² |
| 3. | 15.64 | 133 N/cm ² |

3.2.7. Çizel Uç Demirinin Bileme Şeklinin Aşınmaya Etkisinin Saptanması

Bileme şeklinin aşınma üzerine etkilerini saptamak amacıyla alttan ve üstten bilenen uç demirleri karşılaştırılmıştır.

Her iki faktörün etkisini tam olarak bulmak için toprak işleme sırasında, nemin ve toprak şartlarının aynı olmasına dikkat edilmiştir. Bu dış faktörlerin etkisini minimuma indirmek için iki çizel, iki traktörle aynı anda çekilmiştir. Böylece uç demirlerinin homojen bir toprak koşulunda çalıştırılması sağlanmıştır. Denemeler Burgaz, Türkgeldi, Ergene ve Alacaköy toprak serilerinde beşer dekarlık parsellerde yapılmıştır.

3.2.8. Toprak Serilerinin Aşınmaya Etkisinin Saptanması

Toprak serilerinin aşınma üzerine etkisini araştırmak için Burgaz, Ergene, Türkgeldi ve Alacaköy serisi topraklarında çalışma yapılmıştır. Bu serilerin uygun genişlikte olması ve fiziksel analiz sonuçlarının farklı olması tercih sebebi olmuştur. Toprak serileri 20 da'lık parsellere ayrılmış, aynı toprak neminde çalışabilmek sürüm işlemi bir günde tamamlanmıştır.

3.2.9. Toprak Neminin Ölçülmesi

Sürüm yapılan parsellerde, toprak neminin saptanması için toprak burgusu yardımıyla bütün parsellerde 0-10, 10-20, 20-30 cm'lik derinliklerden toprak örnekleri üç'er tekrarlı olarak alınmış ve nem kutularına konularak yaş ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra bu örnekler laboratuvarda 105°C lik fırında 8 saat süre ile kurutulmuş yeniden tartılarak kuru ağırlıkları bulunmuştur (Erkmen, 1983; Aykas, 1988; Kayışoğlu, 1990).

ASAE S526 standardına uygun olarak kuru baza göre nem içeriği aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$N = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100$$

Burada;

- N = Gravimetrik Nem İçeriği (%),
- W = Yaş Toprak Ağırlığı (g),
- W₀ = Fırın Kuru Toprak Ağırlığı (g)'dir.

3.2.10. Toprak Penetrasyon Direncinin Belirlenmesi

Cihazın koni ucu toprağın 30 cm'lik derinliğe kadar batırılarak koniye gelen toprak direnci, kağıt üzerine kayıt edilmiştir. Toprak katmanın her 2.5 cm derinliğindeki penetrasyon direnci, N/cm² olarak kağıt üzerinden okunmuştur.

3.2.11. Uç Demiri Sertliğinin Saptanması

Masa tipi RB 101 serisi sertlik ölçme cihazı kullanılmıştır. Ölçümler sırasında Rockwell C sertlik deneyinde ön yük 10 kg, toplam yük 150 kg tutulmuş ve 120°'lik elmas uç kullanılmıştır. Brinell sertlik deneyinde ise ön yük 10 kg, toplam yük 187.5 kg tutulmuş ve 2.5 mm çaplı bilyalı uç kullanılmıştır. Ölçümler TS 140 ve 139'a uygun olarak yapılmıştır. RHC değerleri firmanın sertlik mukayese tablosundan HB'ye çevrilmiştir.

3.2.12. Uç Demirlerinin Aşındırma Makinasında Denenmesi

Aşındırma makinasında çizel ve yaylı kültivatör uç demirleri, civata merkezine göre çapı 60 cm olan bir yörünge üzerinde çalıştırılmıştır. Çizel uç demirleri tarla denemelerindeki sürüm uzunluğu 9 524 m ve yaylı kültivatör uç demirleri ise 15 000 m olan sürüm uzunluğuna denk gelecek sürede çalıştırılmıştır. Bu sürüm uzunluklarına denk gelmesi için çizel uç demirleri 126.38 dakika ve yaylı kültivatör uç demirleri ise 199 dakika çalıştırılmıştır. Daha önce bölüm 3.2.4'de açıklanan eşitlik yardımıyla aşınma miktarı saptanmıştır. Tarla denemeleri sonuçları ile aşındırma makinasından elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Çizel uç demiri ile çalışmada iş derinliği 20 cm, yaylı kültivatör uç demirleri ile çalışmada ise 10 cm alınmıştır. Laboratuvar çalışmalarında aşındırma makinasının dönme devri 40 d/min olarak alınmıştır (Yu ve Bhole, 1990).

3.2.13. İstatistik Yöntemler

Bütün denemelerde elde edilen aşınma miktarları varyans analizine tabi tutularak değerlendirilmiştir. Denemeler 3 tekerrürlü ve tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak yürütülmüştür (Düzgüneş ve ark.,1987, Bek ve Efe,1988). Sonuçların değerlendirilmesi MSTAT paket programında varyans analizi ile yapılmıştır (Akdemir ve ark., 1994). Yapılan varyans analizleri EK-1'de verilmiştir.

Aşınma ile diğer değişkenler (sertlik, nem, direnç, ısı işlem v.b.) arasındaki ilişkinin yönünü ve derecesini saptamak için regresyon analizine tabii tutulmuştur (Soysal, 1993). Regresyon analizleri Macintosh Classic bilgisayarı ile Statwork istatistik paket programında yapılmıştır.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Tarla Denemeleri Sonuçları

Araştırmada ele alınan çizel uç demirleri ve yaylı kültivatör uç demirleri 1994-1995 yıllarında aynı tarla koşullarında yürütülmüştür. Aşınma sonuçlarının değerlendirilmesinde çizel uç demirleri için 1994-1995 yıllarında saptanan bulgular ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yaylı kültivatörlerde sadece 1995 yılının sonuçları değerlendirilmiştir.

4.1.1. Çizel Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları ve Malzeme Sertlik Derecesi ile İlişkilerine İlişkin Sonuçları

İki yıllık araştırma sonuçlarına göre, 1994 yılında yapılan sürüm sonucunda ön ayaklarda en fazla aşınma oranı 14.24 g/km değeri ile C firmasının uç demirinde, en az aşınma ise 9.36 g/km değeri ile D firmasının uç demirinde olmuştur (Çizelge-4.1). Aşınma miktarları bakımından firmalar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık olduğu saptanmıştır ($F= 23.88^{**}$). A,C ve E firmaları en fazla aşınan uç demirlerine sahip firmalar olarak aynı gruba girmişlerdir.

Arka ayaklarda ise en fazla aşınma 10.41 g/km ile yine C firmasında bulunmuştur. En az aşınma ise 5.94 g/km değeri ile D firmasında olmuştur. Arka ayaklar arasındaki farkda istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($F=845.04^{**}$). En az aşınan D firması uç demirleri tek başına bir grubu oluştururken C ve E firmaları en fazla aşınan grubu oluşturmuştur.

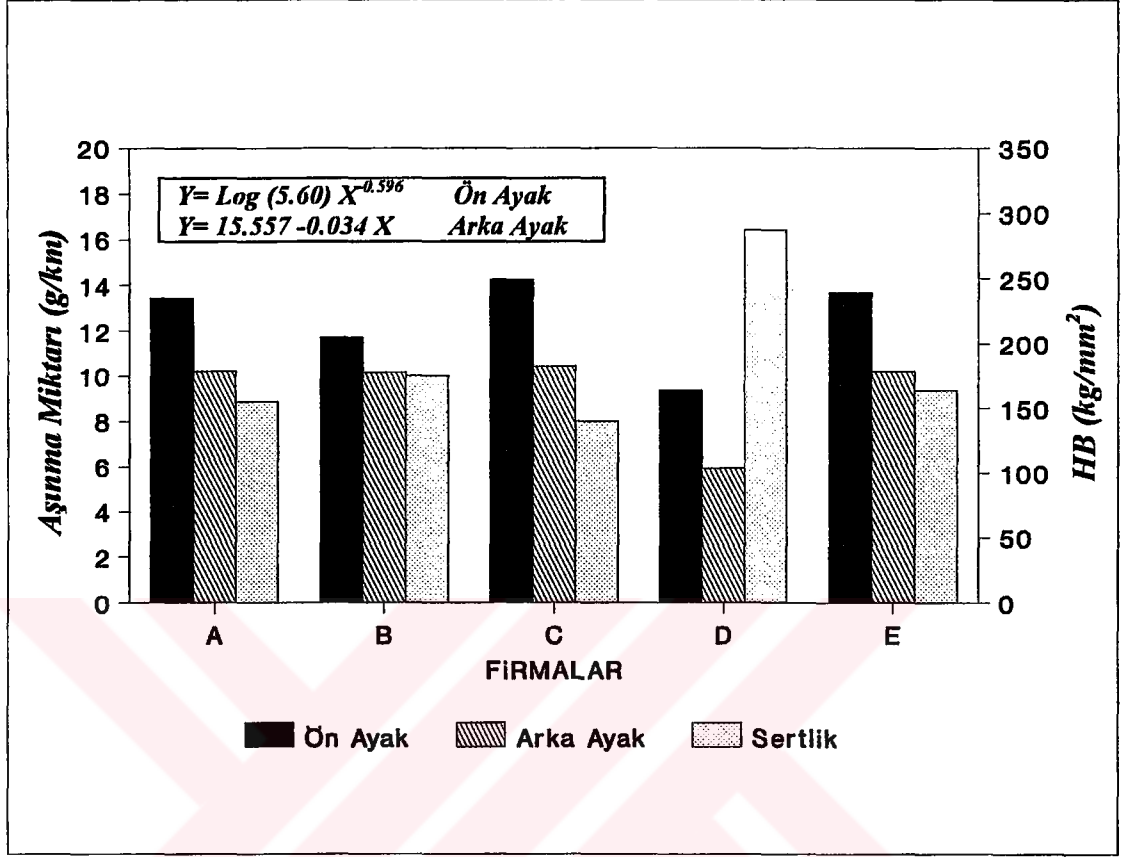
Firmaların kullandıkları uç demirlerinin sertlik değerleri ile ön ve arka ayaklar arası aşınma miktarları Şekil-4.1'de verilmiştir. Uç demiri en sert olan (287 HB) D firmasında aşınmanın en alt düzeyde olduğu gözlenmektedir.

Çizelge-4.1. 1994 Yılı Denemelerinde Firmaların Çizel Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları

| Firmalar | Tekerrür | Aşınma Miktarları (g/km) | | | |
|----------|----------|--------------------------|-----------------|--------------|----------------|
| | | Ön Ayaklar | Ortalama | Arka Ayaklar | Ortalama |
| A | 1 | 13.14 | 13.42 ab | 10.32 | 10.19 b |
| | 2 | 12.51 | | 10.51 | |
| | 3 | 14.62 | | 9.79 | |
| | 4 | --- | | 10.13 | |
| B | 1 | 11.56 | 11.71 b | 10.20 | 10.04 b |
| | 2 | 12.10 | | 10.33 | |
| | 3 | 11.46 | | 9.62 | |
| | 4 | --- | | 10.01 | |
| C | 1 | 14.95 | 14.24 a | 10.45 | 10.41 a |
| | 2 | 13.70 | | 10.56 | |
| | 3 | 14.08 | | 10.24 | |
| | 4 | --- | | 10.38 | |
| D | 1 | 8.79 | 9.36 c | 5.93 | 5.94 c |
| | 2 | 9.68 | | 6.23 | |
| | 3 | 9.60 | | 5.60 | |
| | 4 | --- | | 6.01 | |
| E | 1 | 12.97 | 13.68 a | 10.36 | 10.20 b |
| | 2 | 13.74 | | 10.48 | |
| | 3 | 14.34 | | 9.79 | |
| | 4 | --- | | 10.16 | |

LSD=1.929, LSD=0.193, P < 0.05 seviyesinde ilişki önemlidir.

NOT: Aynı harfi taşıyan ortalamalar aynı gruba girmektedir.



Şekil-4.1. 1994 Yılı Denemelerinde Çizel Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarı ve Sertlik Değerleri Arasındaki İlişki

1995 yılında yapılan sürüm sonucunda ön ayaklarda en fazla aşınma 13.60 g/km değeri ile C firmasının uç demirinde, en az aşınma ise 7.87 g/km değeri ile D firmasının uç demirinde olmuştur (Çizelge-4.2). Aşınma miktarları bakımından firmalar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık olduğu saptanmıştır ($F= 52.80^{**}$). A,C ve E firmaları en fazla aşınan uç demirlerine sahip firmalar olarak aynı gruba girmişlerdir.

Arka ayaklarda ise en fazla aşınma 9.52 g/km ile yine C firmasında bulunmuştur. En az aşınma ise 4.57 g/km değeri ile D firmasında olmuştur. Arka ayaklar arasındaki fark da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($F=258.15^{**}$). En az aşınan D firması uç demirleri tek başına bir grubu oluştururken, A,B, C ve E firmaları en fazla aşınan aynı grubu oluşturmuşlar.

Çizelge-4.2. 1995 Yılı Denemelerinde Firmaların Çizel Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları

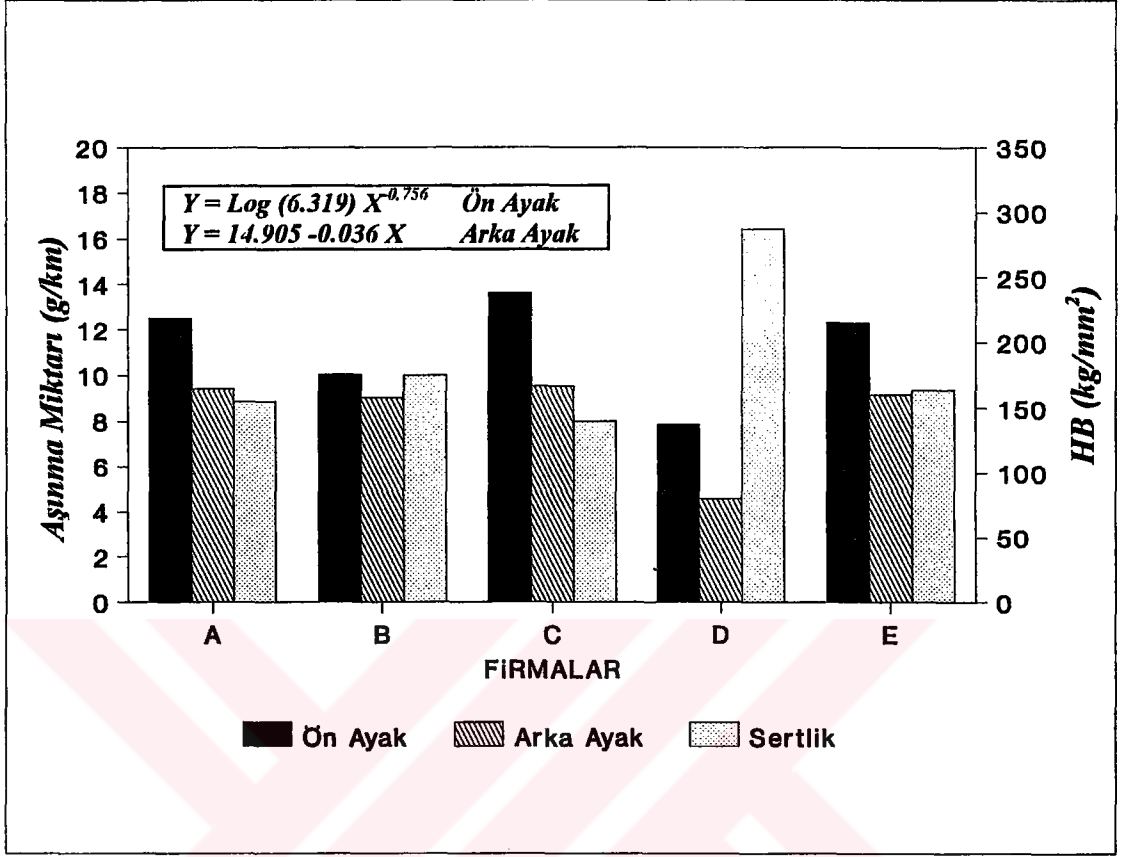
| Firmalar | Tekerrür | Aşınma Miktarları | | | |
|----------|----------|-------------------|----------------|--------------|---------------|
| | | On Ayaklar | Ortalama | Arka Ayaklar | Ortalama |
| A | 1 | 12.39 | 12.48 a | 9.46 | 9.42 a |
| | 2 | 13.26 | | 9.01 | |
| | 3 | 11.80 | | 9.77 | |
| | 4 | --.-- | | 9.43 | |
| B | 1 | 10.96 | 10.03 b | 9.04 | 8.96 a |
| | 2 | 9.75 | | 9.32 | |
| | 3 | 9.39 | | 8.94 | |
| | 4 | --.-- | | 8.86 | |
| C | 1 | 13.18 | 13.60 a | 9.58 | 9.52 a |
| | 2 | 14.56 | | 9.11 | |
| | 3 | 13.06 | | 9.92 | |
| | 4 | --.-- | | 9.47 | |
| D | 1 | 8.09 | 7.87 c | 4.96 | 4.57 b |
| | 2 | 7.90 | | 4.13 | |
| | 3 | 7.61 | | 4.54 | |
| | 4 | --.-- | | 4.65 | |
| E | 1 | 12.08 | 12.28 a | 8.94 | 9.16 a |
| | 2 | 13.05 | | 9.11 | |
| | 3 | 11.70 | | 9.42 | |
| | 4 | --.-- | | 9.16 | |

LSD=1.498, LSD=0.567, P < 0.05 seviyesinde ilişki önemlidir.

NOT: Aynı harfi taşıyan ortalamalar aynı gruba girmektedir.

1995 yılı, firmaların kullandıkları uç demirlerinin ön ve arka ayaklar arası aşınma miktarları Şekil-4.2'de verilmiştir. 1994 yılında olduğu gibi en yüksek aşınma direnci, D firmasının uç demirlerinde saptanmıştır.

Denemeler sonucunda her iki yılda da firmaların uç demirlerindeki aşınma miktarında önemli bir fark olmadığı görülmüştür.



Şekil-4.2. 1995 Yılı Denemelerinde Çizel Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarı ve Sertlik Değerleri Arasındaki İlişki

4.1.2. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları ve Malzeme Sertlik Derecesi ile İlişkilerine İlişkin Sonuçları

Yaylı kültivatör ile yapılan sürüm sonucunda ayaklarda en fazla aşınma 0.71 g/km değeri ile A firmasının uç demirinde, en az aşınma ise 0.29 g/km değeri ile C firmasının uç demirinde olmuştur (Çizelge-4.3). Aşınma miktarları bakımından firmalar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık olduğu saptanmıştır ($F=148.47^{**}$). A firması en fazla aşınan uç demirine sahip firma olarak tek başına bir grup oluşturmuştur.

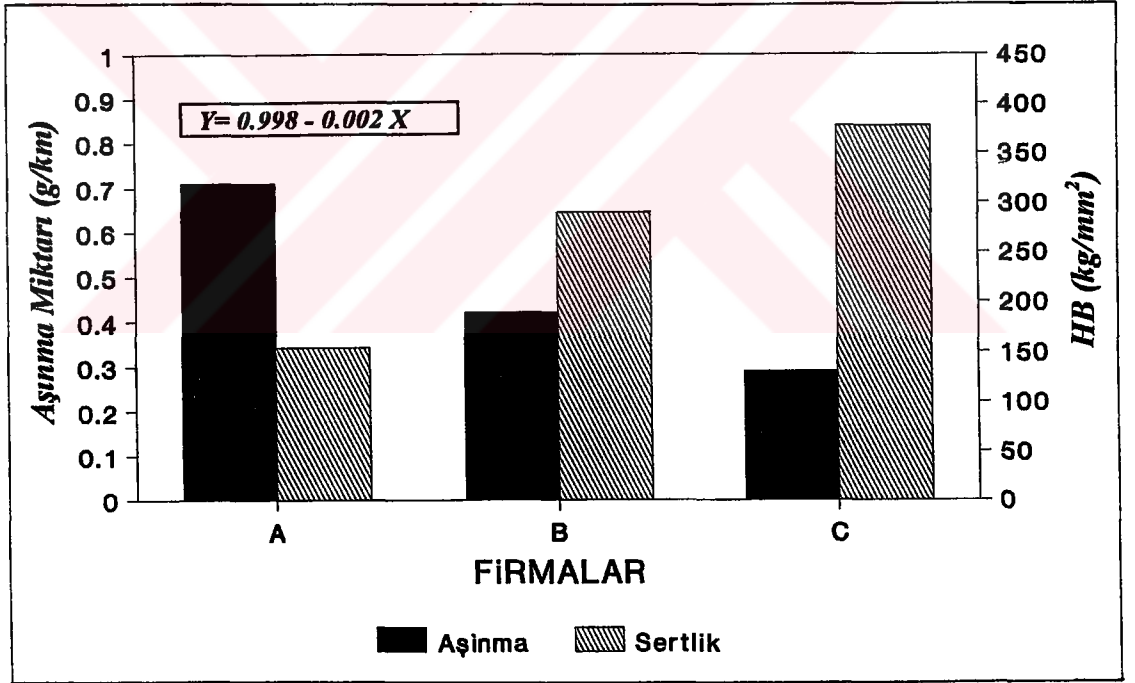
1995 yılı denemelerinde firmaların kullandıkları uç demirlerinin sertlik değeri ile ayaklar arası aşınma miktarları Şekil-4.3'de verilmiştir. Uç demiri en sert olan (377 HB), C firmasında aşınma direncinin, en yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır.

Çizelge-4.3. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları

| Firmalar | Tekerrür | Aşınma Miktarları | |
|----------|----------|-------------------|-------------------|
| | | Ayaklar | Ortalama |
| A | 1 | 0.681 | 0.71 ^a |
| | 2 | 0.755 | |
| | 3 | 0.699 | |
| B | 1 | 0.456 | 0.42 ^b |
| | 2 | 0.439 | |
| | 3 | 0.357 | |
| C | 1 | 0.290 | 0.29 ^c |
| | 2 | 0.326 | |
| | 3 | 0.251 | |

LSD=0.118, P < 0.05 seviyesinde ilişki önemlidir.

NOT: Aynı harfli taşıyan ortalamalar aynı gruba girmektedir.



Şekil-4.3. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Aşınma Miktarı ve Sertlik Değerleri Arasındaki İlişki

4.2. Laboratuvar Denemeleri Sonuçları

Araştırmada ele alınan firmalar tarafından çizel ve yaylı kültivatör ayaklarının uç demirlerine ait sonuçlar ayrı ayrı bölümler

halinde sunulmuştur. Laboratuvarda aşınma makinası ile tesbit edilen bulgular ile uç demirlerin yine laboratuvarda ölçülen sertlik dereceleri birbirleri ile ilişkileri değerlendirilmiştir.

4.2.1. Çizel Üreten Firmaların Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları

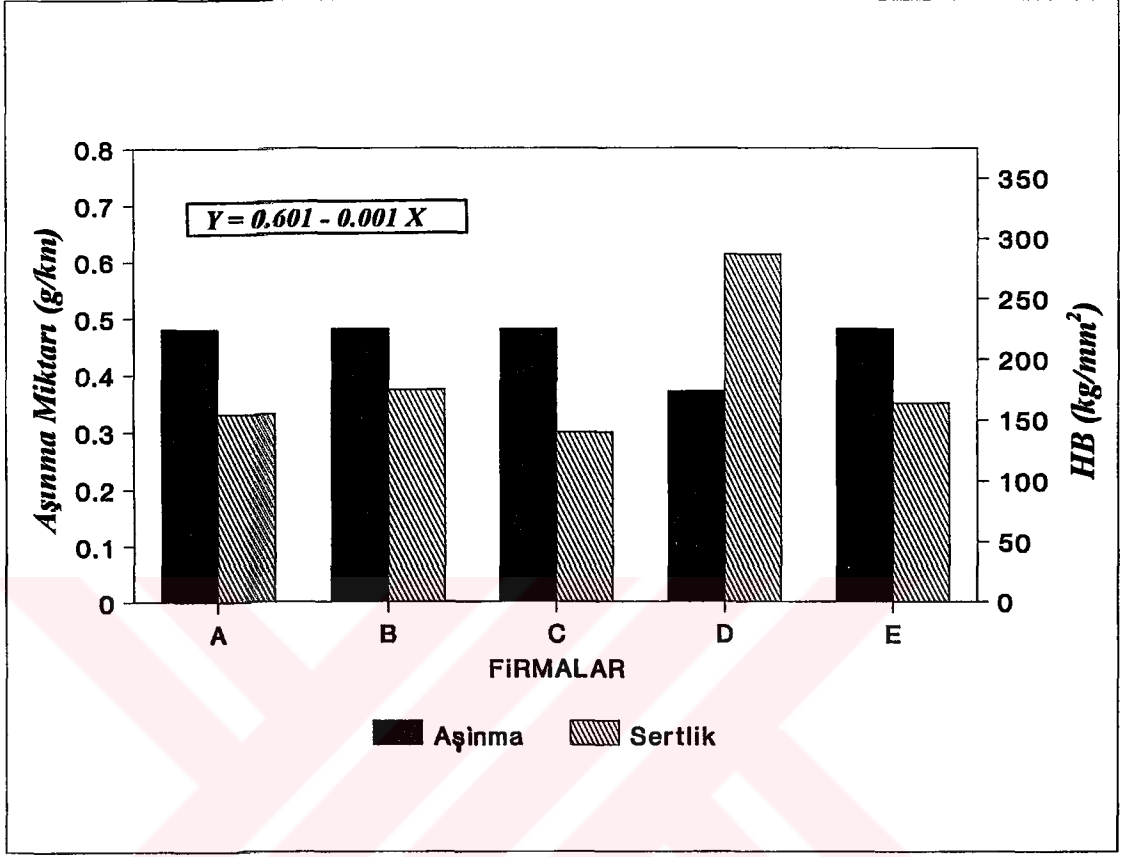
Aşındırma makinasında yapılan denemeler sonucunda ayaklarda en fazla aşınma oranı 0.48 g/km değeri ile A,B,C ve E firmalarının uç demirinde, en az aşınma ise 0.37 g/km değeri ile D firmasının uç demirinde olmuştur (Çizelge-4.4). Aşınma miktarları bakımından firmalar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık olduğu saptanmıştır ($F=45.42^{**}$). A,B,C ve E firmaları en fazla aşınan uç demirlerine sahip firmalar olarak aynı gruba girmişlerdir. Aşındırma makinasında, firmaların kullandıkları uç demirlerinin sertlik değeri ile aşınma miktarları Şekil-4.4'de verilmiştir. Uç demiri en sert olan (287 HB) D firmasında aşınmanın en az düzeyde olduğu saptanmıştır.

Çizelge-4.4. Çizel Uç Demirlerinin Laboratuvardaki Aşınma Miktarları

| Firmalar | Tekerrür | Aşınma Miktarları | |
|----------|----------|-------------------|---------------|
| | | Ayaklar | Ortalama |
| A | 1 | 0.481 | 0.48 a |
| | 2 | 0.483 | |
| | 3 | 0.470 | |
| B | 1 | 0.476 | 0.48 a |
| | 2 | 0.481 | |
| | 3 | 0.471 | |
| C | 1 | 0.499 | 0.48 a |
| | 2 | 0.467 | |
| | 3 | 0.472 | |
| D | 1 | 0.359 | 0.37 b |
| | 2 | 0.376 | |
| | 3 | 0.385 | |
| E | 1 | 0.484 | 0.48 a |
| | 2 | 0.488 | |
| | 3 | 0.469 | |

LSD=0.0274 P < 0.05 seviyesinde ilişki önemlidir.

NOT: Aynı harfi taşıyan ortalamalar aynı gruba girmektedir.



Şekil-4.4. Çizel Uç Demirlerinin Aşınma Miktarı ve Sertlik Değerleri Arasındaki İlişki

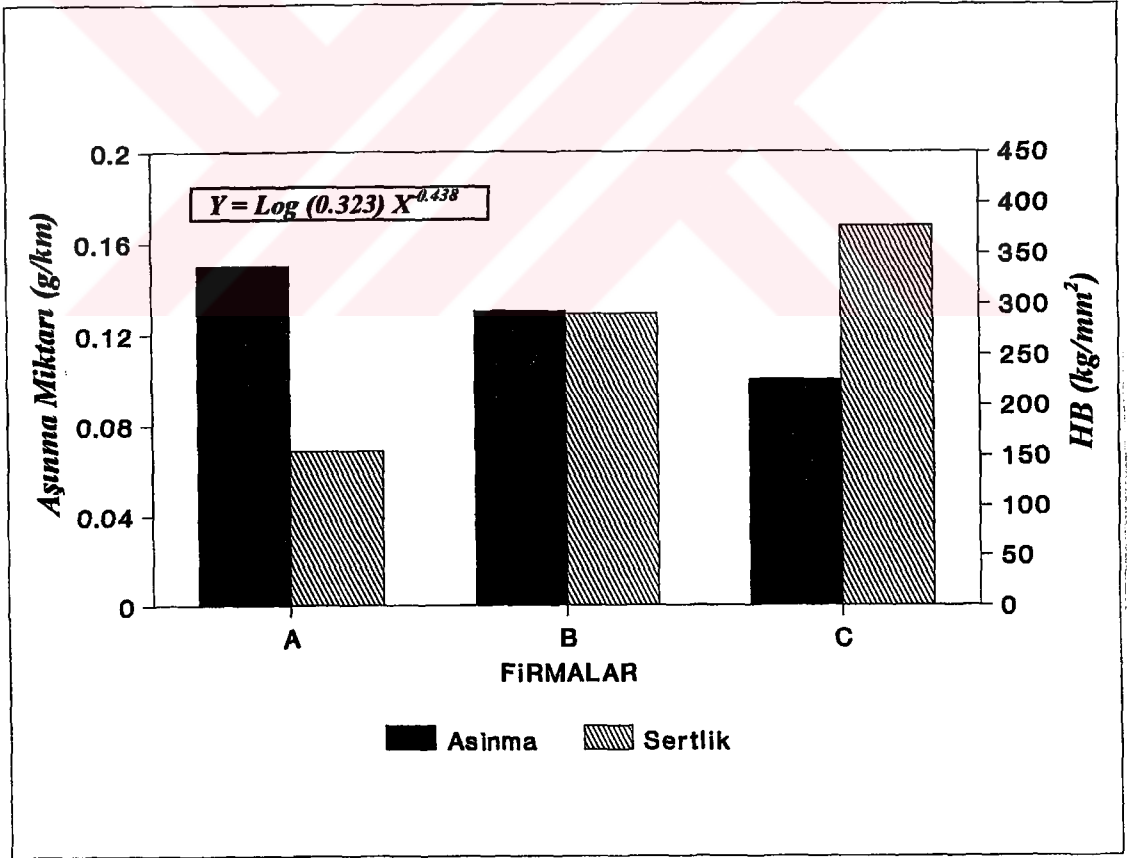
4.2.2. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları

Aşındırma makinasında yapılan denemeler sonucunda ayaklarda en fazla aşınma oranı 0.15 g/km değeri ile A firmasının uç demirinde, en az aşınma ise 0.13 g/km değeri ile C firmasının uç demirinde olmuştur (Çizelge-4.5). Aşınma miktarları bakımından firmalar arasında istatistiki açıdan önemli farklılık olduğu saptanmıştır ($F=19087.07^{**}$). Aşındırma makinasında, firmaların kullandıkları uç demirlerinin sertlik değeri ile aşınma miktarları Şekil-4.5'de verilmiştir. Uç demiri en sert olan (377 HB) C firmasında aşınmanın en az düzeyde olduğu saptanmıştır.

Çizelge-4.5. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Laboratuvardaki Aşınma Miktarları

| Firmalar | Tekerrür | Aşınma Miktarları | |
|----------|----------|-------------------|---------------|
| | | Ayaklar | Ortalama |
| A | 1 | 0.149 | 0.15 a |
| | 2 | 0.147 | |
| | 3 | 0.146 | |
| B | 1 | 0.131 | 0.13 b |
| | 2 | 0.129 | |
| | 3 | 0.128 | |
| C | 1 | 0.096 | 0.10 c |
| | 2 | 0.095 | |
| | 3 | 0.094 | |

LSD=1.1887 P < 0.05 seviyesinde ilişki önemlidir.



Şekil-4.5. Laboratuvar Sonuçlarına Göre Yaylı Kültivatör Uç Demirlerinin Aşınma Miktarı ve Sertlik Değerleri Arasındaki İlişki

Çizel. ve yaylı kültivatör uç demirlerinin sertlik değeri ile tarladaki ön, arka ayaklar arası ve laboratuvardaki aşınma miktarları arasındaki ilişkinin yönünü ve derecesini saptamak için, bu değişkenler regresyon analizine tabii tutulup en iyi model araştırılmıştır. Bu değerlendirmelere göre aşınma ile sertlik değeri arasındaki ilişkiyi açıklayan en uygun modeller Çizelge-4.6'da verilmiştir.

Çizelge-4.6. Uç Demirlerinin Aşınma Miktarı ile Sertlik Değeri Arasındaki Regresyon Analizleri

| 1994 Yılı Çizelin Tahmini Regresyon Katsayıları | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--------|--------|----------------|-------|--------|----|---|
| Ayak | Model | Sabit | b | R ² | Se | F | n | |
| Ön | Y= a + b X | 18.377 | -0.032 | 0.816 | 0.862 | 57.49 | 15 | |
| | Y= a . X ^b | 5.60 | -0.596 | 0.870 | 0.062 | 86.88 | 15 | * |
| Arka | Y= a + b X | 15.557 | -0.034 | 0.957 | 0.402 | 396.08 | 20 | * |
| | Y= a . X ^b | 6.920 | -0.910 | 0.921 | 0.070 | 209.89 | 20 | |
| 1995 Yılı Çizelin Tahmini Regresyon Katsayıları | | | | | | | | |
| Ön | Y= a + b X | 17.857 | -0.036 | 0.787 | 1.056 | 47.98 | 15 | |
| | Y= a . X ^b | 6.319 | -0.756 | 0.869 | 0.079 | 84.76 | 15 | * |
| Arka | Y= a + b X | 14.905 | -0.036 | 0.966 | 0.372 | 509.91 | 20 | * |
| | Y= a . X ^b | 7.835 | -1.109 | 0.930 | 0.080 | 237.85 | 20 | |
| Yaylı Kültivatörün Tahmini Regresyon Katsayıları | | | | | | | | |
| Ön | Y= a + b X | 0.998 | -0.002 | 0.950 | 0.045 | 139.27 | 9 | * |
| | Y= a . X ^b | 4.626 | -0.982 | 0.928 | 0.116 | 90.76 | 9 | |
| Laboratuvarında Çizelin Tahmini Regresyon Katsayıları | | | | | | | | |
| Ön | Y= a + b X | 0.601 | -0.001 | 0.915 | 0.013 | 139.79 | 15 | * |
| | Y= a . X ^b | 1.193 | -0.382 | 0.883 | 0.037 | 97.71 | 15 | |
| Laboratuvarında Yaylı Kültivatörün Tahmini Regresyon Katsayıları | | | | | | | | |
| Ön | Y= a + b X | 0.186 | -0.000 | 0.908 | 0.007 | 68.843 | 9 | |
| | Y= a . X ^b | 0.323 | -0.438 | 0.798 | 0.094 | 27.608 | 9 | * |

Y= Aşınma miktarı (g), X= Sertlik Değeri (HB), n= Gözlem sayısı,

* Aşınma ile sertlik arasındaki en uygun modeli belirtiyor,

Sabit= Doğrusal Denklemden (a), Logaritmik Denklemden (log a)'dır.

4.3. Isıl İşlem Yapılmış Denek Çizel Uç Demirlerinin Aşınma Miktarları ve Malzeme Sertlik Derecesi ile İlişkilerine İlişkin Sonuçlar

Isıl işlemin etkisini saptamak için yapılan sürüm sonucunda ön ayaklarda en fazla aşınma 13.84 g/km değeri ile normal uç demirinde, en az aşınma ise 9.36 g/km değeri ise 300°C'de menevişleme yapılan uç demirinde olmuştur (Çizelge-4.7). Aşınma miktarları bakımından ısıl

işlemler arasında istatistiki açıdan önemli farklılık olduğu saptanmıştır ($F= 422.56^{**}$). Aşınma miktarı bakımından ısıl işlem görmüş uç demirlerinin hepsi ayrı gruba girmiştir.

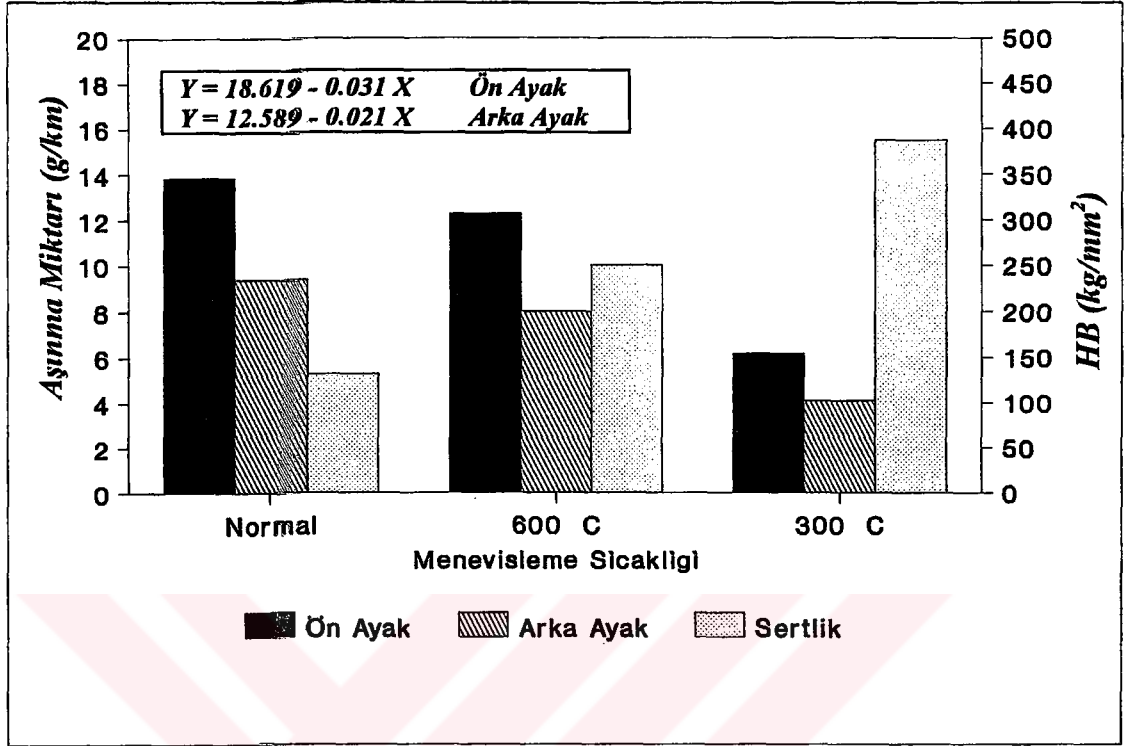
Arka ayaklarda ise en fazla aşınma 9.40 g/km ile yine normal uç demirlerinde bulunmuştur. En az aşınma ise 4.09 g/km değeri ile 300°C'de menevişleme yapılan uç demirinde saptanmıştır. Arka ayaklar arasındaki fark da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($F=213.05^{**}$). En az aşınan 300°C'de menevişleme yapılan uç demiri tek başına bir grubu oluştururken, normal uç demiri en fazla aşınan grubu oluşturmuştur.

Çizelge-4.7. Isıl İşlemin Çizel Ön ve Arka Ayaklarının Aşınma Miktarları Üzerine Etkisi

| İşlemler | Tekerrür | Aşınma Miktarları (g/km) | | | |
|----------|----------|--------------------------|----------------|--------------|---------------|
| | | Ön Ayaklar | Ortalama | Arka Ayaklar | Ortalama |
| Normal | 1 | 13.68 | 13.84 a | 9.34 | 9.40 a |
| | 2 | 14.10 | | 9.64 | |
| | 3 | 13.74 | | 9.58 | |
| | 4 | --.-- | | 9.04 | |
| 600°C | 1 | 12.45 | 12.26 b | 8.14 | 8.01 b |
| | 2 | 12.01 | | 7.79 | |
| | 3 | 12.33 | | 8.14 | |
| | 4 | --.-- | | 7.98 | |
| 300°C | 1 | 5.68 | 6.16 c | 4.71 | 4.09 c |
| | 2 | 5.97 | | 3.46 | |
| | 3 | 6.65 | | 4.63 | |
| | 4 | --.-- | | 3.56 | |

LSD=1.498, LSD=0.567, $P < 0.05$ seviyesinde ilişki önemlidir.

Uç demirlerinin sertlik değeri ile ön ve arka ayaklar arası aşınma miktarları Şekil-4.6'da verilmiştir. 300°C'de menevişleme işlemi gören 387 HB sertlikteki uç demirinde aşınmanın en alt düzeyde olduğu gözlenmektedir.



Şekil-4.6. Isıl İşlemin Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarı ile Sertlik Arasındaki İlişki

4.4. Toprak Nemi ve Direncinin Denek Çizel Uç Demirlerinin Aşınmasına Etkisine İlişkin Sonuçlar

Nem ve dirençteki değişimlerin aşınma üzerine etkisini saptamak için yapılan sürüm sonucunda ön ayaklarda en fazla aşınma oranı 12.60 g/km değeri %8.98 toprak nemi ve 459 N/cm² penetrasyon direncine sahip topraklarda kullanılan uç demirinde, en az aşınma 6.85 g/km değeri ile %15.64 toprak nemi ve 133 N/cm² penetrasyon direncindeki topraklarda kullanılan uç demirinde saptanmıştır (Çizelge-4.8). Aşınma miktarları bakımından nem ve dirençler arasında istatistiki açıdan önemli farklılık olduğu saptanmıştır (F= 60.32**). %8.98 ve %10.14 nemdeki aşınma miktarları en fazla düzeyde bulunmuştur ve aynı grupta yer almışlardır.

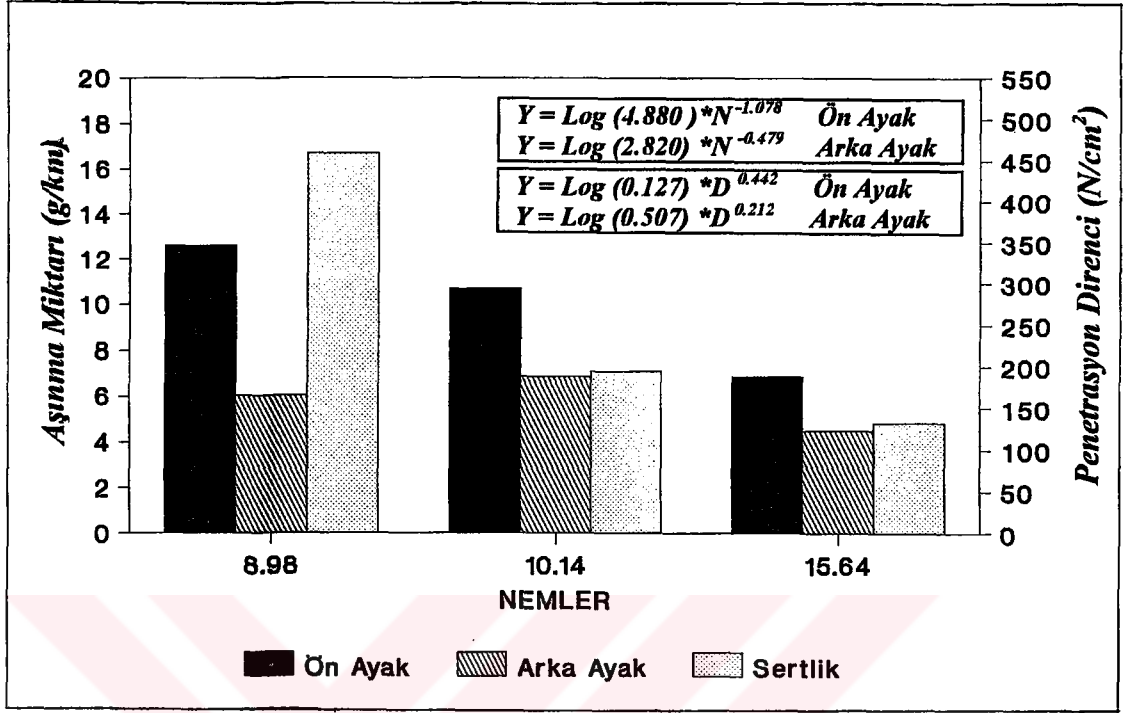
Arka ayaklarda ise en fazla aşınma 6.01 g/km ile yine %8.98 toprak nemi ve 459 N/cm² penetrasyon direncindeki topraklarda kullanılan uç demirinde bulunmuştur. En az aşınma ise 4.53 g/km değeri ile %15.64 toprak nemi ve 133 N/cm² direncindeki topraklarda kullanılan uç demirinde saptanmıştır. Arka ayaklar arasındaki fark da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (F=20.74**). En az aşınan %15.64 toprak nemi ve 133 N/cm² penetrasyon direncindeki topraklarda kullanılan uç demiri ayrı bir grubu oluştururken, %8.98 toprak nemi ve 459 N/cm² penetrasyon direncindeki topraklarda kullanılan uç demiri en fazla aşınan grubu oluşturmuştur. Ön ve arka ayaklardaki aşınma miktarları ile toprak penetrasyon direnci ve nemdeki değişimler Şekil-4.7'de verilmiştir. Toprak neminin fazla ve penetrasyon direncinin az olduğu koşullarda aşınmanın en alt düzeyde olduğu gözlenmektedir. Nem ile aşınma arasında negatif bir ilişki söz konusu iken penetrasyon direnci ile arasında pozitif bir ilişki vardır.

Çizelge-4.8. Toprak Nemi ve Direncinin Çizel Uç Demirlerinin Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarları Üzerine Etkisi

| Nem (%) | Direnç (N/cm ²) | Teker-rür | Aşınma Miktarları (g/km) | | | |
|---------|-----------------------------|-----------|--------------------------|----------------|--------------|----------------|
| | | | Ön Ayaklar | Ort. | Arka Ayaklar | Ort. |
| 8.98 | 459 | 1 | 12.03 | 12.60 a | 5.76 | 6.01 b |
| | | 2 | 12.25 | | 6.12 | |
| | | 3 | 13.53 | | 6.43 | |
| | | 4 | --.-- | | 5.74 | |
| 10.14 | 195 | 1 | 10.62 | 10.66 b | 5.70 | 5.37 ab |
| | | 2 | 10.43 | | 5.26 | |
| | | 3 | 10.93 | | 5.03 | |
| | | 4 | --.-- | | 5.50 | |
| 15.64 | 133 | 1 | 6.96 | 6.85 a | 4.78 | 4.53 b |
| | | 2 | 7.29 | | 4.45 | |
| | | 3 | 6.31 | | 4.67 | |
| | | 4 | --.-- | | 4.22 | |

LSD=2.450, LSD=0.857, P < 0.05 seviyesinde ilişki önemlidir.

NOT: Aynı harfi taşıyan ortalamalar aynı gruba girmektedir.



Şekil-4.7. Toprak Nemi ve Penetrasyon Direncindeki Değişimler ile Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarları Arasındaki İlişki

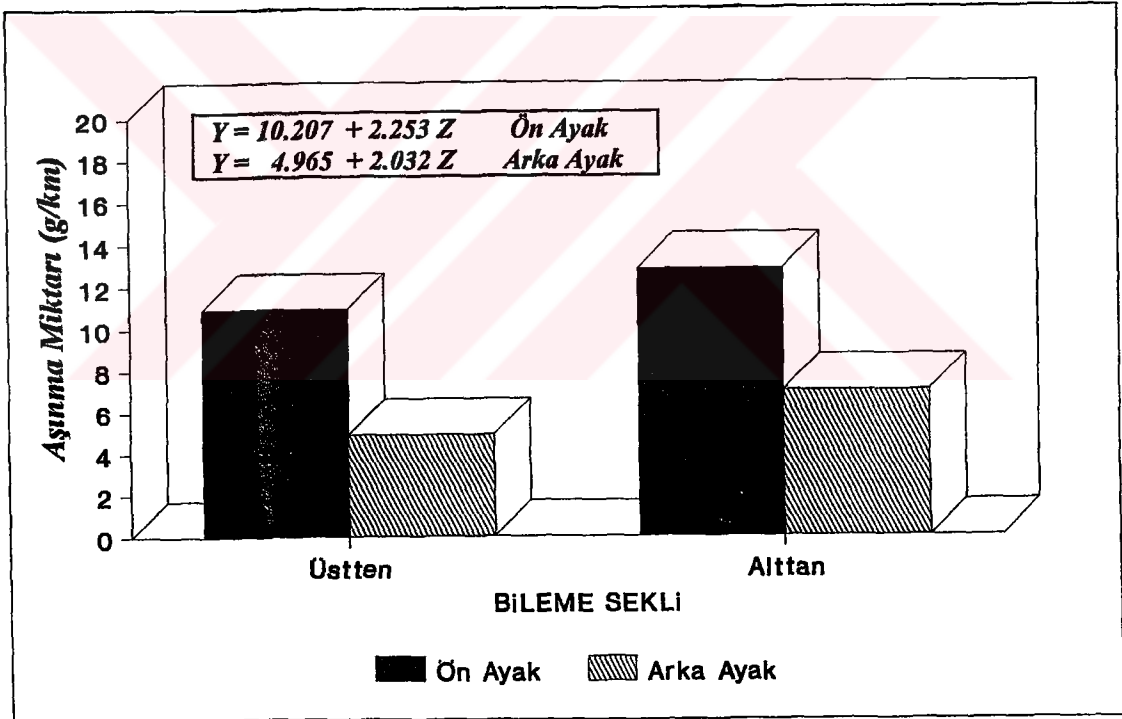
4.5. Denek Çizel Uç Demirinde Bileme Şeklinin Aşınmaya Etkisine İlişkin Sonuçlar

Bileme şeklinin aşınma üzerine etkisinin saptanması sırasında, ön ayaklarda en fazla aşınma 12.79 g/km değeri alttan bilenen uç demirinde, en az aşınma ise 10.21 g/km değeri ile üstten bilenen uç demirinde bulunmuştur (Çizelge-4.9). Aşınma miktarları bakımından bileme şekli arasında istatistiki açıdan önemli farklılık olduğu saptanmıştır ($F= 82.35^{**}$).

Arka ayaklarda ise en az aşınma 4.92 g/km ile yine alttan bilenen uç demirinde, en fazla aşınma ise 7.00 g/km değeri ile üstten bilenen uç demirinde bulunmuştur. Arka ayaklar arasındaki fark da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($F=645.18^{**}$). Ön ve arka ayaklardaki aşınma miktarları ile bileme şekli arasındaki ilişki Şekil-4.8'de verilmiştir. Üstten bilenen uç demirlerindeki aşınma, alttan bilemeye göre daha az olmuştur.

Çizelge-4.9. Bileme Şekline Göre Ayaklar Arasındaki Aşınma Miktarları Üzerine Etkisi

| Bileme Şekli | Tekerrür | Aşınma Miktarları (g/km) | | | |
|--------------|----------|--------------------------|----------|--------------|----------|
| | | Ön Ayaklar | Ortalama | Arka Ayaklar | Ortalama |
| Üstten | 1 | 9.79 | 10.21 | 4.83 | 4.92 |
| | 2 | 10.18 | | 5.24 | |
| | 3 | 10.65 | | 4.93 | |
| | 4 | --.-- | | 4.68 | |
| Alttan | 1 | 12.51 | 12.79 | 6.74 | 7.00 |
| | 2 | 13.18 | | 7.35 | |
| | 3 | 12.69 | | 7.22 | |
| | 4 | --.-- | | 6.68 | |



Şekil-4.8. Bileme Şekli ile Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarı Arasındaki İlişki

4.6. Toprak Serilerinin Denek Çizel Uç Demirlerindeki Aşınmaya Etkisine İlişkin Sonuçlar

Toprak serilerinin aşınmaya etkisinin saptanması için yapılan sürüm sonucunda, ön ayaklarda en fazla aşınma oranı 16.34 g/km

değeri ile Alacaköy Serisinde kullanılan uç demirinde, en az aşınma ise 10.67 g/km değeri ile Burgaz Serisinde kullanılan uç demirlerinde olmuştur (Çizelge-4.10). Aşınma miktarları bakımından toprak serileri arasında istatistiki açıdan önemli farklılık olduğu saptanmıştır (F=170.31**). En fazla aşınma Alacaköy Serisi topraklarında bulunmuştur ve bütün toprak serileri ayrı ayrı gruba girmişlerdir.

Arka ayaklarda ise en fazla aşınma 8.40 g/km ile yine Alacaköy Serisinde bulunmuştur. En az aşınma ise 8.06 g/km değeri ile Burgaz Serisinde olmuştur. Arka ayaklar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (F=0.45). Bütün toprak serileri aynı gruba girmiştir.

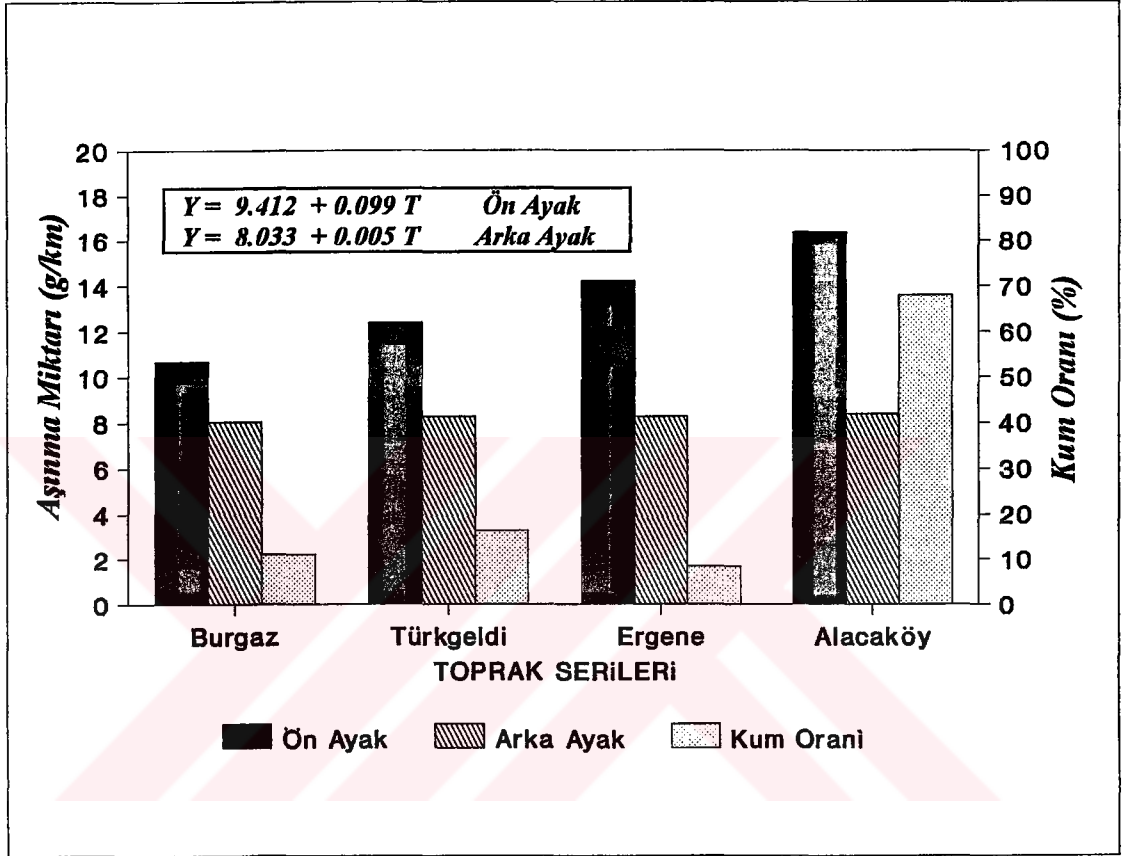
Toprak serileri ile ön ve arka ayaklar arası aşınma miktarları Şekil-4.9'da verilmiştir. Kum oranı (%11) en az olan Burgaz serisinde, aşınmanın en alt düzeyde olduğunu gözlenmektedir.

Çizelge-4.10. Toprak Serilerinin Çizel Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarları Üzerine Etkisi

| Toprak Serileri | Tekerrür | Aşınma Miktarları (g/km) | | | |
|-----------------|----------|--------------------------|--------------------------|--------------|-------------|
| | | Ön Ayaklar | Ortalama | Arka Ayaklar | Ortalama |
| Burgaz | 1 | 11.05 | 10.67^d | 7.24 | 8.06 |
| | 2 | 10.64 | | 8.15 | |
| | 3 | 10.32 | | 8.53 | |
| | 4 | --.-- | | 8.33 | |
| Türkgeldi | 1 | 12.46 | 12.41^c | 8.42 | 8.27 |
| | 2 | 12.55 | | 9.06 | |
| | 3 | 12.22 | | 8.12 | |
| | 4 | --.-- | | 7.49 | |
| Ergene | 1 | 13.83 | 14.22^b | 8.10 | 8.27 |
| | 2 | 14.51 | | 8.65 | |
| | 3 | 14.31 | | 8.44 | |
| | 4 | --.-- | | 7.89 | |
| Alacaköy | 1 | 16.73 | 16.34^a | 7.89 | 8.40 |
| | 2 | 16.41 | | 8.94 | |
| | 3 | 15.89 | | 8.44 | |
| | 4 | --.-- | | 8.34 | |

LSD=0.976, P < 0.05 seviyesinde ilişki önemlidir.

NOT: Aynı harfi taşıyan ortalamalar aynı gruba girmektedir.



Şekil-4.9. Toprak Serileri, Kum Oranı ile Ön ve Arka Ayaklardaki Aşınma Miktarları Arasındaki İlişki

Aşınmaya etkili bazı faktörler ile aşınma miktarları arasındaki ilişkinin yönünü ve derecesini saptamak için, bu değişkenler regrasyon analizine tabii tutulup en iyi model araştırılmıştır. Bu değerlendirmelere göre aşınma ile faktörler arasındaki ilişkiyi açıklayan en uygun modeller Çizelge-4.11'de verilmiştir.

Cizelge-4.11. Uç Demirlerinin Aşınma Miktarı ile Aşınmaya Etkili Faktörler Arasındaki Regrasyon Analizleri

| | | Isıl İşlemin Regrasyon Tahmini Katsayıları | | | | | | |
|------|-----------------------|--|--------|----------------|-------|---------|----|----|
| Ayak | Model | Sabit | b | R ² | Se | F | n | |
| Ön | Y= a + b X | 18.619 | -0.031 | 0.917 | 1.085 | 77.270 | 9 | * |
| | Y= a . X ^b | 6.239 | -0.719 | 0.770 | 0.194 | 23.550 | 9 | |
| Arka | Y= a + b X | 12.589 | -0.021 | 0.926 | 0.681 | 124.300 | 12 | * |
| | Y= a . X ^b | 6.002 | -0.750 | 0.770 | 0.197 | 33.521 | 12 | |
| | | Nemin Regrasyon Tahmini Katsayıları | | | | | | |
| Ön | Y= a + b N | 19.419 | -0.810 | 0.930 | 0.706 | 99.800 | 9 | |
| | Y= a . N ^b | 4.880 | -1.078 | 0.964 | 0.056 | 188.380 | 9 | * |
| Arka | Y= a + b N | 7.631 | -0.201 | 0.787 | 0.332 | 37.030 | 12 | |
| | Y= a . N ^b | 2.820 | -0.479 | 0.826 | 0.057 | 47.320 | 12 | * |
| | | Direncin Regrasyon Tahmini Katsayıları | | | | | | |
| Ön | Y= a + b D | 6.210 | 0.015 | 0.719 | 1.146 | 17.870 | 9 | |
| | Y= a . D ^b | 0.127 | 0.442 | 0.766 | 0.144 | 22.880 | 9 | * |
| Arka | Y= a + b D | 4.277 | 0.004 | 0.710 | 0.388 | 24.450 | 12 | |
| | Y= a . D ^b | 0.507 | 0.212 | 0.766 | 0.067 | 32.793 | 12 | * |
| | | Bileme Şeklinin Regrasyon Tahmini Katsayıları | | | | | | |
| Ön | Y= a + b Z | 10.207 | 2.253 | 0.938 | 0.355 | 60.367 | 6 | * |
| Arka | Y= a + b Z | 4.965 | 2.032 | 0.949 | 0.273 | 110.900 | 8 | * |
| | | Kalınlığının Regrasyon Tahmini Katsayıları | | | | | | |
| Ön | Y= a + b K | 6.280 | 0.575 | 0.764 | 0.391 | 12.974 | 6 | * |
| | Y= a . K ^b | 1.332 | 0.502 | 0.760 | 0.031 | 12.635 | 6 | |
| Arka | Y= a + b K | 5.865 | 0.201 | 0.219 | 0.439 | 1.680 | 8 | ns |
| | Y= a . K ^b | 1.440 | 0.271 | 0.214 | 0.055 | 1.630 | 8 | ns |
| | | Toprak Serilerinin Regrasyon Tahmini Katsayıları | | | | | | |
| Ön | Y= a + b T | 9.412 | 0.099 | 0.976 | 0.358 | 412.990 | 12 | * |
| | Y= a . T ^b | 1.809 | 0.221 | 0.914 | 0.051 | 106.140 | 12 | |
| Arka | Y= a + b T | 8.033 | 0.005 | 0.062 | 0.470 | 0.931 | 15 | * |
| | Y= a . T ^b | 2.034 | 0.021 | 0.068 | 0.058 | 1.018 | 15 | |

Y= Aşınma miktarı (g),

X= Sertlik Değeri (HB),

Sabit= Doğrusal Denklemden (a), Logaritmik Denklemden (log a),

n= Gözlem sayısı,

N= Gravimetrik Nem İçeriği,

D= Toprak Penetrasyon Direnci (N/cm²),

Z= Bileme Şekli (0= Üstten, 1=Altan),

K= Uç Demiri Kalınlığı (mm),

T= Topraktaki Kum Oranı (%).

ns= İlişkinin önemsiz olduğunu belirtir

5. TARTIŞMA

Araştırmada Trakya Bölgesi'nde üretilen çizel ve yaylı kültivatör+döner tırmık kombinasyonu tipi toprak işleme ve hazırlama ekipmanlarının uç demirlerine ilişkin bazı özellikler saptanmıştır. Burada çizel uç demirlerinin ve kültivatör uç demirlerinin tarla ve laboratuvar koşullarında belirli alanda ve belirli sürede çalışmalarında oluşan aşınma miktarları, malzeme sertliği ile aşınma arasındaki ilişki üzerinde durulmuştur. Ayrıca, örnek malzeme seçilerek bu malzemedeki çizel uç demiri imal edilerek uygulanan ısıl işlemin aşınmaya etkisi saptanmıştır. Diğer taraftan toprak nemi, toprak direnci, uç demiri kalınlığı, toprak serilerinin yapısal özelliklerinin uç demiri aşınmasına etkileri açıklanmaya çalışılmıştır. Araştırmanın tartışma kısmında tüm bu bulguların birbirleri ile karşılaştırılması yapılmıştır.

5.1. Çizel Uç Demirlerine İlişkin Tartışma

Ön ve arka ayaklardaki aşınma miktarları ile firmalar arasında önemli farklılık göstermektedir (Çizelge-4.1, Çizelge-4.2). Firmalar arasında en az aşınma ön ve arka ayaklara göre D firmasında görülmektedir (Şekil-4.1, Şekil-4.2). D firması dışındaki tüm firmaların malzeme seçiminde hatalı davrandıkları ortaya çıkmıştır (Çizelge-3.4). Ancak D firması çelik cinsini doğru seçmesine rağmen, hurda olarak satılan yay çeliğini (51Si7) kullanmış ve başarısız bir sertleştirme yaparak piyasaya sürmüştür. A,B,C,E firmaları ise piyasada satılan yumuşak St'li çelikleri kullanmış ve hiç bir ısıl işlem yapmadan piyasaya sürmüşlerdir. Malzeme seçimi kadar uygulanan ısıl işlemin önemliliği bir kez daha ortaya çıkmıştır. Uygun malzeme seçimi kadar uygulanan ısıl işlemlerin de önemli olduğu Ulusoy (1977/a) tarafından da açıklanmıştır.

D firmasının malzemesinin yay çeliği ve uç demirinin uç kısmının dövülerek sertleştirilmesinden dolayı aşınma en az olmuştur. Polat ve Özcan (1994) göre, çeliklerin karbon oranlarının yanısıra Mn oranında artması aşınma miktarının azalmasına neden olmaktadır. D firmasının

uç demiri malzemesinin kimyasal içeriğinde karbon oranının diğer firmalara göre daha fazla olduğu görülmektedir (Çizelge-3.4). Tüm firmaların uç demirlerinde, öndeki ayaklar arka ayaklara göre daha fazla aşınmıştır. Bunun nedeni ise ön ayakların karşılaştığı toprak penetrasyon direncinin fazla olmasıdır. Toprak penetrasyon direncinin aşınma üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu Owskiak (1988) tarafından da bildirilmektedir. Arka ayaklar ön ayaklara nispeten gevşetilmiş bir toprak tabakasından geçtiklerinden daha az aşınmaya uğramaktadırlar (Kayaşoğlu, ve ark.,1994).

Aynı cins çeliği kullanan A,B,C,E firmaların ön ayakları arasındaki aşınma miktarları farkı önemli, arka ayaklarda önemsiz bulunmuştur (Çizelge-4.1, Çizelge-4.2). Bunun nedeni ise uç demirini imal yöntemi ve kimyasal içeriğinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. B firmasının ön ayaklardaki aşınma miktarı C,E firmalarına göre az olmasının nedeni, kimyasal içeriğindeki Mn oranının fazla olmasından dolayıdır. A firmasının uç demiri malzemesinin, B, C, E uç demiri malzemesine göre karbon oranının düşük olduğu görülmektedir (Çizelge-3.4). Karbon oranı düşük olmasına rağmen aşınma oranları arasında önemli bir farkın olmadığı saptanmıştır (Çizelge-4.1, Çizelge-4.2). Bunun nedeni ise A firması uç demirlerinin uç kısmını demirci ocağında ısıttıktan sonra döverek sertleştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Soğuk deformasyon derecesi arttıkça aşınma miktarında azaldığı Gürleyik, (1978) tarafından belirtilmiştir. Demirci (1982)'ye göre aşınma davranışı daha ziyade polikristal olan malzeme sürtünme bölgesinin mevcut fazlarına, kristallerin büyüklük ve şekil dağılımına, kristal yöntemlerine, kafes deformasyon derecelerine bağlıdır (Karamış,1985). Ülger ve ark., (1994) göre tane büyüklükleri farklı olan bir malzemenin kimyasal özellikleri aynı olmasına rağmen mekanik özelliklerinin farklı olduğunu ve soğuk sertleştirilmenin ince taneli bir yapıda kopmayı engelleyerek, malzeme mukavemetini arttırdığını belirtmişlerdir. İri taneli yapının kopması ince taneli yapıya göre harcanan enerjinin daha az olduğunu Zeren (1986)'de bildirilmiştir.

Sonuçta uç demiri sertliği arttıkça aşınma miktarının azaldığı saptanmıştır (Şekil-4.1, Şekil-4.2). Benzer sonuçlar, Hurricks (1973), Ulusoy (1977/a), Quick ve Woods (1979), Kantarcı (1982), Karamış (1985), Riley (1991), Erdiler ve Çetinkaya (1994) taraflarından da saptanmıştır. Laboratuvar koşullarında aşındırma makinasıyla yapılan denemelerde de benzer sonuçlar alınmıştır (Çizelge-4.4).

5.2. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerine İlişkin Tartışma

Yaylı kültivatör uç demirlerindeki aşınma miktarı ile firmalar arasındaki ilişki önemli bulunmuştur. Firmalar arasında en az aşınma C firmasının uç demirlerinde saptanmıştır (Çizelge-4.3). A firmasının malzeme seçiminde hata yaptığı ortaya çıkmıştır (Çizelge-3.8). Çünkü inşaat demirine yakın bir yumuşak çelik kullanmış ve hiç bir işlem yapmadan piyasaya sürmüştür. En az aşınma olan B ve C firmaları uç demirine ısıtma işlemi uygulayarak aşınma direncini arttırmıştır. Sertlik değeri ile aşınma miktarı arasında ters bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Şekil-4.3). Raval ve Kaushal (1990); Kushwaha ve Hua (1992)'da sertleştirilen uç demirlerin aşınma miktarının daha az olduğunu belirtmişlerdir. Isıtma işlemleri ile aşınma direncinin artmasının mümkün olduğu Mutaf ve Ulusoy (1977/a), Kantarcı (1982), Karamış (1985), Polat ve Özcan (1994) tarafından da bildirilmiştir. Laboratuvar koşullarında aşındırma makinasıyla yapılan denemelerde de benzer sonuçlar alınmıştır (Çizelge-4.5).

5.3. Isıtma İşlemi ile İlgili Tartışma

Isıtma işlemi ile aşınma arasındaki ilişki önemli bulunmuştur (Çizelge-4.7). 300 °C'de menevişleme yapılmış uç demirlerinde en az aşınma miktarı saptanmıştır. Normal uç demirindeki aşınma miktarına göre, sertleştirildikten sonra 300 °C'de menevişleme yapılan uç demirinde aşınma %55.5 oranında azalmıştır (Şekil-5.5). Quick ve Woods (1979) göre normal uç demirindeki aşınma kaybı %30' iken, ısıtma işlemi uygulanmış uç demirlerinde aşınma kaybını %15 olduğunu

belirtmişlerdir. Sertleştirme yöntemlerinden ısı işlemin daha ucuz ve basit bir işlem olduğu Karamış (1985) tarafından belirtilmiştir. Çeşitli araştırmacılar ısı işlemin aşınma üzerinde etkili olduğunu saptamışlardır (Gürleyik (1967), Mutaf ve Ulusoy (1977), Demirci (1984), Quick ve ark., (1988), Erdiler ve Çetinkaya (1994), Polat ve Özcan (1994)).

5.4. Toprak Nemi ve Direnç ile İlgili Tartışma

Toprak nemi ve direnci ile aşınma miktarları arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge-4.8). En az aşınma %15.64 nem ve 133 N/cm² dirençteki topraklarda, en fazla aşınma ise % 8.98 nem ve 459 N/cm² dirençteki toprakta bulunmuştur. Toprak nemi arttıkça aşınma azalmakta, toprak direnci arttıkça aşınma miktarı da artmaktadır (Şekil-4.7). Riley ve ark., (1990) tarafından yapılan araştırmada %21.1 nem içeriğinde aşınma oranı 1.8 g/km iken %5.6 nemde ise 5.2 g/km olarak bulmuşlar ve toprak nemi arttıkça, aşınmanın azaldığı görülmektedir. Benzer sonuçlar Owsiak (1988) tarafından da elde edilmiştir.

5.5. Uç Demiri Bileme Şekli ile İlgili Tartışma

Bileme şeklinin aşınma üzerine etkisinin saptanması için yapılan sürüm sonucunda, bileme şeklinin aşınmaya etkili bir faktör olduğu belirtilmiştir (Çizelge-4.9). Alttan bilenen uç demirlerindeki aşınma üstten bilenen uç demirlerine göre daha fazla aşınmıştır (Şekil-4 8). Mutaf ve Ulusoy, (1977)'de bildirdiğine göre Sack, (1956). Schmid Rusch (1969), körleşen uç demiri toprağı keskin uç demiri kadar yığı kesmemekte ve kısa zamanda çizi tabanının sertleşmesine yol açmaktadır. Fielke ve Riley (1989)' göre, çizel uç demiri kama açısı ile aşınma oranı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu saptamışlardır.

5.6. Toprak Serileri ile İlgili Tartışma

Toprak serilerinin aşınma üzerine etkisinin saptanması sırasında yapılan sürüm sonucunda ön ayaklar ile aşınma miktarları arasındaki fark önemli bulunmuştur. Arka ayaklar ile aşınma arasındaki fark ise önemsizdir (Çizelge-4.10). Arka ayaklarda ilişkinin önemli olmamasının nedeni arka ayakların daha az toprak direnci ile karşılaşmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca sürüm uzunluğu artarsa farkın önemliliği de artacaktır. Toprak serilerinde kum oranı arttıkça aşınma oranı da artmaktadır (Şekil-4.9). Quick ve Woods, (1979), yaptıkları bir araştırmada, bir uç demirinin aşınma oranları killi-tınlı toprakta 1.2 g/km ve kumlu tınlı toprakta ise 3.11 g/km olarak saptamışlardır. Sonuçta toprak içerisindeki kum oranı ile aşınma oranı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir. Riley ve ark., 1990'a göre, topraktaki kum ve çakıl oranı arttıkça aşınma oranı da artmaktadır. Aşındırıcı tanenin sertliği ile aşınma oranı arasında bir ilişkinin olduğu Gürleyik (1967) tarafından da saptanmıştır. Benzer sonuçlar Ulusoy (1971), Kantarcı (1982), Karamış (1985) ve Owsiak (1988) tarafından da elde edilmiştir.

6. SONUÇ

Bu çalışmada çizel ve yaylı kültivatör+döner tırmık kombinasyonu tipi toprak işleme aletlerinin uç demirlerine ilişkin aşınma ve aşınmaya etkili etkenlerin saptanması amaçlanmıştır.

Araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

- 1- Trakya Bölgesi'nde çizel ve yaylı kültivatör uç demirleri malzemelerinin TS 6735 ve TS 2384'e uygun olmadığı görülmüştür. İmalatçı firmalar genellikle piyasada daha ucuz, kolay işlenebilir, düşük karbonlu çelikleri tercih etmektedirler. Uç demirlerine standartlara uygun ısıl işlem uygulaması yapmamaktadırlar. Ancak bazı üretici firmaların standart dışı kendisine özgü, yöresel bir sertleştirme işlemi yapmaktadırlar.
- 2- Araştırmada elde edilen sonuçların ışığı altında denemeye alınan çizel uç demirlerinin ve yaylı kültivatör uç demirlerinin aşınma miktarları en fazla, en az bulgular çerçevesinde değerlendirilmiştir. Buna göre tarla denemelerinde C çizel uç demirinin 11.94 g/km olarak en fazla ve D çizel uç demirinin 6.94 g/km olarak en az aşınmanın olduğu saptanmıştır. Aynı uç demirlerinin bir dekadaki toplam aşınma miktarı ise C çizel uç demirinde 38.86 g olarak en fazla, D çizel uç demirinde 25.14 g olarak en az olduğu görülmüştür. Buna göre özgül aşınma olarak C çizel uç demirinde 0.1943 g/m³, D firması uç demirinde 0.1207 g/m³ olmuştur.
- 3- Laboratuvar denemelerinde en fazla aşınma 0.48 g/km olarak A,B,C,E çizel uç demirlerinde; en az aşınma 0.37 g/km olarak D çizel uç demirinde tesbit edilmiştir. Keza bir dekadaki toplam aşınma kaybı ise en fazla A,B,C,E çizel uç demirlerinde; 1.33 g olarak D çizel uç demirinde 1.027 g olarak görülmüştür. Laboratuvar denemelerinde özgül aşınma yönünde, çizel uç demirlerinde önemli bir fark görülmemiştir.

- 4- Yaylı kültivatör uç demirlerinde bir kilometrelik tarla boyutunda en fazla 0.71 g olarak A uç demirinde, en az 0.29 g olarak C uç demirinde olmuştur. Bir dekadaki toplam malzeme aşınma kaybı en fazla 5.92 g olarak A uç demiri, en az 2.42 g olarak C uç demirinde saptanmıştır. Yaylı kültivatör uç demirinde özgül aşınma olarak 0.0592 g/m^3 olarak A uç demirinde ve 0.0242 g/m^3 olarak C uç demirinde bulunmuştur.
- 5- izel uç demirlerinin aşınma miktarları ile malzeme sertlik değerleri arasındaki ilişkiyi açıklayan en uygun model, logaritmik doğrusal model olmuştur.
- 6- Yaylı kültivatör uç demirleri ile malzeme sertlik dereceleri arasındaki ilişkiyi açıklayan en iyi model doğrusal modeldir.
- 7- Araştırmada, tarla ve laboratuvar denemelerinde ve yaylı kültivatör uç demirlerinde malzeme sertliği artıkça, aşınma miktarının azaldığı tesbit edilmiştir.
- 8- rnek olarak seçilen malzemeden imal edilen izel uç demirlerinde uygulanan ısıl işlem sonucunda, aşınmanın azaldığı saptanmıştır. Yapılan denemelerde, ısıl işlem ile aşınma miktarının %55.9 oranında azaldığı tesbit edilmiştir. Uygulanan ısıl işlem ile malzeme sertleştirme ve aşınma arasındaki ilişkiyi en iyi Şekilde açıklayan modelin doğrusal model olduğu görülmüştür.
- 9- Toprak nemi ile aşınma arasında ters bir ilişki vardır. %15.64 nemdeki aşınma miktarı, %8.98 neme göre %38.9 oranında daha az olmuştur. Toprak penetrasyon direnci ile aşınma arasında ise doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Toprak nemi ve penetrasyon direnci ile aşınma miktarı arasındaki ilişkiyi açıklayan en uygun model logaritmik doğrusal model olmuştur.
- 10- Uç demiri bileme Şekli ile aşınma arasındaki ilişki önemli bulunmuştur. Fakat uç demiri kalınlığı ile aşınma miktarı arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

- 11- Toprak çeşidinin aşınma üzerindeki etkisi oldukça önemli çıkmıştır. Toprak içerisindeki kum oranı %11 olduğu zaman aşınma 9.36 g/km iken kum oranı %68 olduğu zaman ortalama aşınma miktarı 12.38 g/km ye yükselmiştir. Aşınma miktarı ile kum oranı arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde açıklayan doğrusal modeldir. Kum oranındaki %1 lik artış ortalama olarak aşınmayı %0.099 oranında arttırmaktadır.
- 12- Sonuçta uç demiri sertliği ve toprak nemi arttıkça aşınma azalmaktadır.
13. Uç demiri malzemesinin kimyasal içeriğindeki karbon, mangan oranının artması ile aşınma azalmaktadır.
14. Toprağın penetrasyon direnci ve toprak içerisindeki kum oranının artması ile aşınma miktarının da arttığı saptanmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerine dayanarak aşağıdaki önerilerde bulunmak mümkündür;

- Uç demiri malzemesi olarak TS 6735 ve TS 2384 uygun malzeme seçilmelidir.
- Toprak işleme alet ve makinaları üreticileri aşınmayı azaltmak için mutlaka ısıl işlem veya diğer sertleştirme yöntemlerini uygulamalıdır.
- Toprak işleyici organlar, yapımları özel ihtisas gerektirdiği için yeterli teknoloji ve uzmanlara sahip imalathanelerde üretilmelidir.
- Aşınmanın azaltılabilmesi için toprak işleme zamanının çok iyi seçilmesi gerekmektedir. En uygun tav durumunda toprak işleme yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Akdemir, B., Kayışoğlu, B. ve Kavdır, İ., 1994. Mstat İstatistik Paket. Programı Kullanım Kitabı. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakóltesi Yayın No: 203, Yardımcı Ders Kitabı No: 7 Tekirdağ.
2. Arslan, F., 1984. Ostenitik Manganez Çeliğin Dökümü ve Isıl İşlemi. 1. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, S.549-547, Ankara.
3. Ashok K. V., 1975. The Influence of Solid State Cohesion of Metals and Non-Metals On The Magnitude of Their Abrasive Wear Resistance. Wear, (35), S. 205-209.
4. ASAE, 1994. ASAE S526. American Society of Agricultural Engineers, Standards Engineering Practices Data.
5. ASTM, 1981. Standart Practice for Conducting Dry Sand/Rubber Wheel Abrasion Test. American Society for Testing of Materials. ASTM G65-8.
6. Aykas, E., 1988. Yerli Yapım Mekanik Tahıl Ekim Makinalarının Serpme Ekime Uyarlanması için Uygun Gömücü Ayak Tipinin Geliştirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bornova, İzmir.
7. Axen, N. ve Gahr Zum, H.K., 1992. Abrasive Wear of TiC-Steel Composite Clad Layers on Tool Steel. Wear, (157), S. 189-201.
8. Babacan, A., 1995. Trakya Bölgesinde İmal Edilen Kulaklı Pulluk Uç Demirlerinde Malzeme Özelliklerinin Saptanması ve Standartlar ile Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
9. Berk, Y. ve Efe, E.,1988. Araştırma ve Deneme Metodları-1. Ç.Ü. Ziraat Fakóltesi, Ders Kitabı, No:1, Adana.
10. Bernshtein, D.B., Liskin, I.V., Khal'kov, V.P. ve Krylova, I.A., 1988. Resistance to Wear of Plough Shares with Sections Reinforced with Hard Metals. Traktory-i-Sel'skokhozyaistvennyaya-Mashiny, No:9, S. 32-33, Viskhcm. USSR. CAB ABSTRACTS.

11. Bos, A., 1978. A Contribution To The Theory of Wear-The Abrasive Wear of A Soft Surface Against A Rough Hard Surface. *Wear*, (50), S. 127-144.
12. Cibik, J., 1987. The Effect of Hard Metal Welding Finish on the Service Life of a Plough Share. *Acta-Technologica-Agriculture*, (28), S. 315-323, Nitra, Czechoslovakia. CAB ABSTRACTS.
13. Demirci, A.H., 1984. Perlitaltı Alaşimsız Çeliklerde Isıl İşlemlerle Aşınma Mukavemeti Değişiminin İncelenmesi. 1.Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, S.539-547, 19-21 Eylül, ODTÜ, Ankara.
14. Düzgüneş, O., Kesici, T. ve Gürbüz, F., 1983. İstatistik Metodları-1. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:861, Ders Kitabı:229, Ankara.
15. Ekinci, H., 1990. Türkiye Genel Toprak Haritasının Toprak Taksonomisine Göre Düzenlenebilme Olanaklarının Tekirdağ Bölgesi Örneğinde Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
16. Erdiller, B. ve Çetinkaya, C., 1994. Pulluk Uç Demirlerinin Aşınmaya Karşı Dayanımlarının Belirlenmesi ve İyileştirme İmkanları Üzerinde Araştırmalar. 15. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, S.57-66, Antalya.
17. Erkmen, Y., 1983. Patates Tarımında Toprak İşlemenin Mekanizasyon Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Doktora Tezi, Erzurum.
18. Fielke, J.M. ve Riley, T.W., 1989. The Influence of the Chisel Plough Share Wing Geometry on Wear and Furrow Profiles. Potentialities of Agricultural Engineering in Rural Development, Proceedings of the International Symposium on Agricultural Engineering, 12-15 Semtember, S. 212-217, Beijing, China.
19. Fielke, J.M. ve Riley, T.W., 1990. Evaluation of Chisel Plough Sweeps with a Low Frictions Coating. Conference on Agricultural Engineering Institution of Engineers, 11-14 November, Toowoomba, Australia.

20. Fielke, J.M., Riley, T.W. ve Dexter, A.R., 1991. Cutting Edge Geometry and the Forces on Tillage Tools. The Conference on Tillage for Sustainable Crop Production, International Soil Tillage Research Organisation, July, 8-12, Ibadan, Nigeria.
21. Foley, A.G., Lawton, P.J. ve Mclees, V.A., 1984. The Use of Alumina Ceramic to Reduce Wear Soil-Engaging Components. Journal of Agricultural Engineering Research, Vol:30, S.37-46.
22. Foley, A.G., 1988. Reducing Wear of Soil Engaing Equipment. Physical Properties of Agricultural Materials and Products, Proceedings of the 3rd International Conference, 19-23 August, S. 991-998, Prague, Czechoslovakia. CAB ABSTRACTS.
23. Gediktaş, M., 1970. Sürtünme ve Aşınma. İ.T.Ü. Dergisi Cilt.28, Sayı.3, S.23-26, İstanbul.
24. Göktürk, B. ve Akdemir, B., 1995. Kültivatör Uç Demirlerinde Uygulanan Farklı Isıl İşlemlerin Mekanik Özelliklere Etkilerinin Karşılaştırılması Üzerinde Bir Araştırma. 16. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, S.432-440, Bursa.
25. Gürleyik, M.Y., 1967. Geteitvershleiss-Untersuchungen An Metallen und Nichtmetallischen Hartstoffen Unter Wirkung Körniger Gegenstoffe, Ph.D.Thesiss, Stuttgart.
26. Gürleyik, M. Y., 1975. Metallerin ve Metal Olmayan Sert Malzemelerin Taneli Maddeler Tarafından Sürtünülerek Aşındırılması. Mühendis ve Makina, Cilt:19, Sayı:217, S.41-51.
27. Gürleyik, M. Y., 1976. Hasar Bilgisi. K.T.Ü. Makina ve Elektrik Fakültesi Makina Bölümü Yayın No:3, Trabzon.
28. Gürleyik, M. Y., 1978. Aşınmanın Azaltılabilmesi için Soğuk Deformasyondan Yararlanma. K.T.Ü. Makina ve Elektrik Fakültesi Malzeme ve İmal Usulleri Kürsüsü, Trabzon.
29. Hisakado, T., 1976. Influence of Surface Roughness and Work-Hardened Layers on the Contact Between a Rough and A Flat Surface. Wear, (34), S. 38-43.
30. Howes, V. R., 1976. A Measurement of Surface Resistance To Damage. Wear, (39), S. 123-131.

31. Hurricks, P. L., 1973. Some Metallurgical Factors Controlling The Adhesive and Abrasive Wear Resistance of Steels A Review. *Wear*, (26), S. 285-304.
32. Jahanmir, S., Abrahamson II, E. P. ve Suh, N. P., 1976. Sliding Wear Resistance of Metallic Coated Surfaces. *Wear*, (40), S. 75-84.
33. Kantarcı, M.S., 1982. Toprak İşleme Aletlerinde Aşınma. İ.T.Ü. Makina Fakültesi, Doktora Tezi, İstanbul.
34. Karamış, M.K., 1985. Toprak İşleme Aletlerinde İş Organlarının Aşınmasının Etüdü. Doktora Tezi, E.Ü., kayseri.
35. Karamış, M. K., 1986. Abrasiv Aşınma Mekanizmasında Yüzey Basıncının Yüzey Basıncının Aşınmaya Etkisi. 2. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, S.493-510, Ankara.
36. Kayışoğlu, B., 1990. Trakya Bölgesi' nde Ayçiçeğinin Mekanizasyonu İle Bitkinin Mekanizasyona Yönelik Özelliklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
37. Kayışoğlu, B., Ülger, P., Eker, B. ve Bayhan, Y., 1994. Trakya Bölgesinde İmal Edilen Çizel Uç Demirinin Aşınma Dirençlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. T.Ü.Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. Sayı:3, Cilt:1-2, S.110-118, Tekirdağ.
38. Kenny, P. ve Johnson, S.N., 1976. An Investigation of the Abrasive Wear of Mineral Cutting Tools. *Wear* (36), S.337-361.
39. Keçecioglu, G., ve Ulusoy, E., 1975. Ege Bölgesinde Yapılan Bazı Pulluk Uç Demirleri Üzerine Bir Araştırma. E.Ü.Z.F. Yayınları No:278, Bornova/İzmir.
40. Khruschov, M. M., 1974. Principles of Abrasive Wear. *Wear*, (28), S.69-88.
41. Komaç, Ş.O., Par, B., Özsoy, A. ve Taşçı, K., 1988. Kulaklı Pulluk Malzemelerinin Mekanik Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi. 11. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, S.135-145, Erzurum.

42. Kufel, K. ve Wierzcholski, K., 1993. The Wear of the Shares of Plough Bodies with Rigid and Elastic Connections to the Frame. *Wear*, (162-164), S.1002-1003.
43. Kushwaha, R.L. ve Hua, P., 1992. Wear Characteristics of Regular and Hardfaced Cultivator Sweeps. *Journal of the Society of Tribologists and Lubrication Engineers*, November, S.899-904.
44. Kushwaha, R.L. ve Shi, J., 1990. Investigation of Wear of Agriucultural Tillage Tools. *Journal of the Society of Tribologists and Lubrication Engineers*, 7-10 May, S. 219-222. Colorado, USA.
45. Kushwaha, R.L., Chi, L. ve Roy, C., 1990. Investigation of Agricultural Tools with Plasma-Sprayed Coatings. *Tribology International*, October, Vol.23, No:5, S. 297-300.
46. Lechner, F.G. ve McColly, H.F., 1959. Abrasive-Wear Resistance of Hard-Facing Materials Used on Agricultural Tillage Tools. *Transactions of the ASAE*, S. 55-57.
47. Moore, M. A., 1974/a, 1974. A Review of Two-Body Abrasive Wear. *Wear*, (27), S. 1-17.
48. Moore, M. A., 1974/b. The Relationship Between the Abrasive Wear Resistance, Hardness and Microstructure of Ferritic Materials. *Wear*, (28), S. 59-68.
49. Moore, M.A., 1975. The Abrasive Wear Resistance of Surface Coatings. *Journal of Agricultural Research*, 20, S.167-179.
50. Mutaf, E., ve Ulusoy, E., 1977. Toprak İşleme Aletlerinin İş Organlarında Kullanılan Bazı Çeliklerin Farklı Isıl İşlemlere Göre Laboratuvar ve Tarla Koşullarında Aşınma Dirençleri. TÜBİTAK. Yayınları No:337, TOAG Serisi No:61, Ankara.
51. Mutton, P.J. ve Watson, J.D., 1978. Some Effects of Microstructure on the Abrasion Resistance of Metals. *Wear*, (48), S. 385-398.
52. Nuri, K. A., 1979. The Contact Behaviour of Surfaces Small Nominal Area. *Wear*, (57), S. 255-262.
53. Owsiak, Z., 1988. Wear of Plougshares. Part 1. Wear Character and Boundary State of the Plougshares. *Roczniki-Nauk-Rolniczych, C-Technika-Rolnicza*, (77:4), S. 67-75, Wroclaw, Polve. CAB ABSTRACTS.

54. Özbek, H., ve ark., 1986. Türkgeldi Tarım İşletmesi Topraklarının Etüd ve Haritalanması. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
55. Pillsbury, R.D., 1960. Applications of Fluoroarbon Resins in Farm Equipment. *Agricultural Engineering*, 12, S.802-803.
56. Polat, Ş. ve Özcan, M.T., 1994, Farklı Alaşımındaki Çeliklerden Üretilen Kültivatör Uçlarının Aşınma Özelliklerinin Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. 15. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, S.24-33, Antalya.
57. Quick, G.R. ve Woods, R.C., 1979. Effect of Speed and Other Parameters on Lineal Share Wear. *Agricultural Engineering Australia*, Vol.8, No:2, S.109-117.
58. Quick, G.R., Pollock, R.H. ve Melia, B., 1988. Field Assessment of Ground-Tool Wear Using a Multiple-Coupon Device. Conference on Agricultural Engineering, 25-29 Semtember, Hawkesbury Agricultural College, NSW.
59. Quick, G.R., 1989. Tillage Tool Wear-Some Governing Factors, Measuring Techniques and Materials for Wear Resistance. Agricultural Engineering Department International Rice Research Institute Philippines.
60. Quirke, S., Scheffler, O. ve Allen, C., An Evaluation of the Wear Behaviour of Metallic Materials Subjected to Soil Abrasion. *Soil ve Tillage Research*, Vol:11, S.27-42.
61. Raval, A.H. ve Kaushal, O.P., 1990. Wear and Tear of Hard-surface Cultivator Shovel. *AMA*, Vol.21, No:2, S.46-48.
62. Richardson, C.D., 1967/a. The Wear of Metallic Materials by Soil-Practical Phenomena. *Journal of Agricultural Engineering Research*, (12-1), S. 22-39.
63. Richardson, C.D., 1967/b. The Maximum Hardness of Strained Surfaces and The Abrasiye. *Wear of Metals and Alloys*. *Wear* 10 (1967), S. 353-382.

64. Riley, T.W., 1991. Eluvation of Seramic Cultuvitor Share. University of South Australia, Agricultural Machinery Research and Desing Centre School of Manufacturing and Mechanical Engineering, Test Summary No:14, South Australia.
65. Riley, T.W., Fielke, J.M., Slattery, M.G. and Fitzpatrick, R.W., 1990. Performance of Shares in South Australian Soils. Conference on Agricultural Engineers, 11-14 November, S. 1-6, Toowoomba, Australia.
66. Soysal, M.İ., 1993. Biyometrinin Prensipleri. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No:95, Ders Notu No:64, Tekirdağ.
67. Şahingöz, S., 1993. Aşınmanın Tanımı ve Mekanizmaları. İ.T.Ü. Makina Fakültesi Malzeme ve İmalat Teknolojisi Anabilim Dalı Bitirme Ödevi, İstanbul.
68. Tekin, E., 1984. Çeliklerin Sertleşebilirlik Özelliği ve Sertleşebilirliğe Göre Çelik Seçimi. 1. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, S.519-529, ODTÜ, Ankara.
69. Tekin, E., 1986. Madencilikte Kullanılan Aşınma Dayançlı Demir Alaşımları. 2. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, S.401-409, Ankara.
70. Uetz, H.ve Föhl, J., 1978. Wear As An Energy Transformation Procees. Wear, (49), S. 253-264.
71. Ulusoy, E., 1975. Tarım Makinaları Yapımında Malzeme Sorunu. E.Ü.Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsü Semineri Notu, İzmir.
72. Ulusoy, E., 1977/a. Bazı Toprak İşleme Alet ve Makinalarında İş Organlarının Aşınması Üzerinde Araştırmalar. E.Ü.Ziraat Fakültesi, Doçentlik Tezi, Bornova, İzmir.
73. Ulusoy, E., 1977/b. Tarım Makinalarında Isıl İşlemelerin Önemi. E.Ü. Tarımsal Mekanizasyon Bölümü Semineri, Bornova, İzmir.
74. Ülger, P., Eker, B. ve Akdemir, B., 1994. Malzeme Bilgisi. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No:215, Ders Kitabı No:25, Tekirdağ.

75. Ülger, P., Kayışoğlu, B. ve Bayhan, Y., 1995. Yaylı Kültivatör Uç Demirlerin Aşınma Direncinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 249, Araştırma No:96, Tekirdağ.
76. Wachtler, I. ve Turanyik, -B., 1990. For the Sake the More Economical Ploughing. Gazdalkodas, (34-12), S. 44-46, Hungarian. CAB ABSTRACTS.
77. Whittle, R.D.T. ve Scott, V.D., 1992. Improving the Wear Resistance of Austenitic Alloys by Surface Treatment. Transactions of the ASME, Journal of Tribology, Vol:107, S.180-187.
78. Yıldız, S., ve Demir, F., 1991. Farklı Malzemelerden Yapılan Pulluk Uç Demirlerine Uygulanan Isıl İşlemlerin Aşınmaya Etkilerinin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, S.223-236, Konya.
79. Yu, H.J. ve Bhole, S.D. 1990. Development of a Prototype Abrasive Wear Tester for Tillage Tool Materials. Tribology International Cilt(23), Sayı.5, S.309-316.
80. Zeren, Y., 1988. Makina Malzeme Bilgisi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, No: 87, S:44-55, Adana
81. Zeren, Y., ve Bayat, A., 1990. Tarım Alet ve Makinaları İmalat Sanayinin İmalat Sanayi İçindeki Durumu, Ekonomiye Katkısı, Sorunları ve Öneriler. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, S.27-35, Adana.
- TS 2384, 1987. Kültivatörler (Traktörler için). Ankara.
- TS 6735, 1987. Çizel Pulluklar (Traktörle Kullanılan). Ankara.
- TS 139, 1978. Brinell Sertlik Deneyi (Metalik Malzemeler için). Ankara.
- TS 140, 1978. Rockwell Sertlik Deneyi (Metalik Malzemeler için). Ankara.
- Asil Çelik Çelik Kataloğu.
- Erdemir Mamul Kataloğu.
- KOSGEB, 1994. Çelik Malzemelerin Seçimi ve Standartları.Yayın No:8, Ankara.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma sırasında eleştiri ve önerileriyle beni yönlendiren, başta Danışman Hocam Prof. Dr. Poyraz ÜLGER ve Prof.Dr. Ediz ULUSOY olmak üzere Prof. Dr. Bülent EKER'e, Doç.Dr. Birol KAYIŞOĞLU'na, Doç.Dr. M.Tunç ÖZCAN' a, Prof.Dr. Leon ÇAPAN'a, Prof.Dr. Kutsal TÜLBENTÇİ'ye, Prof. Dr. Selçuk ARIN' a, Doç. Dr. Bahattin AKDEMİR' e ve Doç.Dr. Erol AKATA'na teşekkür ederim.

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde maddi imkanları sağlayan T.Ü. Araştırma Fonu' na, Trakya Bölgesindeki Tarım Makinaları İmalatçılarına, kimyasal analizleri yapan Kutes Dökümcülük A.Ş.'ye, Türkgeldi Tarım İşletmesinin imkanlarını sağlayan işletme müdürü ve personeline teşekkür ederim.

Ayrıca, yardımlarından dolayı Bölümdeki mesai arkadaşlarıma, toprak analizlerini yapan Arş.Gör. Orhan YÜKSEL'e ve Teknisyen İsmail ALTAMAY'a teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Elazığ' da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Adana'da tamamladım. 1985 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde lisans öğrenimime başladım. Bu eğitimimi bitirdikten sonra 1990 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimime başladım. Öğrenimim sürerken, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünde 1992 yılında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladım. Yüksek Lisans öğrenimimi 1993 yılında bitirerek aynı yıl Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında Doktora öğrenimime başladım. Halen aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.

EK-1

Çizelge-1. 1994 Yılı Çizelin Ön Ayakları Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|--|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 2 | 0.86 | 0.432 | 0.87 |
| Firmalar | 4 | 47.40 | 11.850 | 23.88** |
| Hata | 8 | 3.97 | 0.496 | |
| Genel Ortalama= 12.483, Genel Toplama= 187.240, Toplam Sayı= 15 Varyasyon Kaynağı= % 5.64 | | | | |

Çizelge-2. 1994 Yılı Çizelin Arka Ayakları Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 3 | 1.01 | 0.336 | 42.35** |
| Firmalar-4 | 4 | 58.50 | 14.6251 | 845.04** |
| Hata | 12 | 0.10 | 0.008 | |
| Genel Ortalama= 9.355, Genel Toplama= 187.100, Toplam Sayı= 20 Varyasyon Kaynağı= % 0.95 | | | | |

Çizelge-3. 1995 Yılı Çizelin Ön Ayakları Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|--|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 2 | 2.52 | 1.259 | 4.22* |
| Firmalar | 4 | 63.07 | 15.769 | 52.80** |
| Hata | 8 | 2.39 | 0.299 | |
| Genel Ortalama= 11.252, Genel Toplama= 168.780, Toplam Sayı= 15 Varyasyon Kaynağı= % 4.86 | | | | |

Çizelge-4. 1995 Yılı Çizelin Arka Ayakları Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 3 | 0.39 | 0.129 | 1.85 |
| Firmalar | 4 | 71.70 | 17.925 | 258.15** |
| Hata | 12 | 0.83 | 0.069 | |
| Genel Ortalama= 8.341, Genel Toplama= 166.820, Toplam Sayı= 20 Varyasyon Kaynağı= % 3.16 | | | | |

Çizelge-5. Yaylı Kültivatör+Döner Tırmık Kombinasyonu Üreten Firmaların Tarla Sonuçlarının Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 2 | 0.01 | 0.004 | 4.01 |
| Firmalar | 2 | 0.28 | 0.141 | 148.47** |
| Hata | 4 | 0.00 | 0.001 | |
| Genel Ortalama= 0.473, Genel Toplama= 4.254, Toplam Sayı=9 Varyasyon Kaynağı= % 6.52 | | | | |

Çizelge-6. Çizel Üreten Firmaların Laboratuvar Sonuçlarının Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|--|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 2 | 0.00 | 0.000 | 0.42 |
| Firmalar | 4 | 0.03 | 0.007 | 45.42** |
| Hata | 8 | 0.00 | 0.000 | |
| Genel Ortalama= 0.457, Genel Toplama= 6.861, Toplam Sayı=15 Varyasyon Kaynağı= % 2.64 | | | | |

Çizelge-7. Yaylı Kültivatör+Döner Tırmık Kombinasyonu Üreten Firmaların Laboratuvar Sonuçlarının Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 2 | 0.00 | 0.000 | 49.00** |
| Firmalar | 2 | 0.00 | 0.007 | 19087.07** |
| Hata | 4 | 0.00 | 0.000 | |
| Genel Ortalama= 0.124, Genel Toplama= 1.115, Toplam Sayı=9 Varyasyon Kaynağı= % 0.27 | | | | |

Çizelge-8. Isıl İşlemin Çizel Ön Ayaklarının Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 2 | 0.11 | 0.053 | 0.45 |
| Isıl İşlem | 2 | 98.72 | 49.359 | 422.56** |
| Hata | 4 | 0.47 | 0.117 | |
| Genel Ortalama= 10.754, Genel Toplama= 96.790, Toplam Sayı=9 Varyasyon Kaynağı= % 3.18 | | | | |

Çizelge-9. Isıl İşlemin Çizel Arka Ayaklarının Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 3 | 0.81 | 0.269 | 1.89 |
| Isıl İşlem | 2 | 60.68 | 30.338 | 213.05** |
| Hata | 6 | 0.85 | 0.142 | |
| Genel Ortalama= 7.168, Genel Toplama= 86.010, Toplam Sayı=12 Varyasyon Kaynağı= % 5.26 | | | | |

Çizelge-10. Nem ve Direncin Çizel Ön Ayaklarının Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 2 | 0.24 | 0.118 | 0.28 |
| Nem ve Direnç | 2 | 51.33 | 25.665 | 60.32** |
| Hata | 4 | 1.70 | 0.425 | |
| Genel Ortalama= 10.039, Genel Toplama= 90.350, Toplam Sayı=9 Varyasyon Kaynağı= % 6.50 | | | | |

Çizelge-11. Nem ve Direncin Çizel Arka Ayaklarını Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 3 | 0.12 | 0.041 | 0.38 |
| Nem ve Direnç | 2 | 4.42 | 2.211 | 20.74** |
| Hata | 6 | 0.64 | 0.107 | |
| Genel Ortalama= 5.305, Genel Toplama= 63.660, Toplam Sayı=12 Varyasyon Kaynağı= % 6.16 | | | | |

Çizelge-12. Bileme Şeklinin Çizel Ön Ayaklarının Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|--|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 2 | 0.37 | 0.184 | 1.51 |
| Bileme Şekli | 1 | 10.04 | 10.036 | 82.35* |
| Hata | 2 | 0.24 | 0.122 | |
| Genel Ortalama= 11.500, Genel Toplama= 69.000, Toplam Sayı=6 Varyasyon Kaynağı= %3.04 | | | | |

Çizelge-13. Bileme Şeklinin Çizel Arka Ayaklarının Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı - | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 3 | 0.47 | 0.156 | 11.68 |
| Bileme Şekli | 1 | 8.63 | 8.632 | 645.18** |
| Hata | 3 | 0.04 | 0.013 | |
| Genel Ortalama= 5.959, Genel Toplama=47.670, Toplam Sayı=8 Varyasyon Kaynağı= % 1.94 | | | | |

Çizelge-14. Toprakların Çizel Ön Ayaklarının Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 2 | 0.30 | 0.152 | 1.46 |
| Topraklar | 3 | 53.29 | 17.763 | 170.31** |
| Hata | 6 | 0.63 | 0.104 | |
| Genel Ortalama= 10.754, Genel Toplama= 96.790, Toplam Sayı=9 Varyasyon Kaynağı= % 3.18 | | | | |

Çizelge-15. Toprakların Çizel Arka Ayaklarının Varyans Analizi

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değerleri |
|---|---------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Tekerrür | 3 | 1.56 | 0.520 | 2.94 |
| Topraklar | 3 | 0.24 | 0.079 | 0.45 |
| Hata | 9 | 1.59 | 0.177 | |
| Genel Ortalama= 10.754, Genel Toplama= 96.790, Toplam Sayı=9 Varyasyon Kaynağı= % 3.18 | | | | |

* 0.05 Düzeyinde Önemli

** 0.01 Düzeyinde Önemli

TÜRKÇE ABSTRAK (en fazla 250 sözcük)

Bu araştırmada amaç olarak toprak işleme aletlerindeki uç demirlerinin aşınmasını azaltarak ve aşınan parçaların yenilenmesindeki zaman kaybını üretimdeki maliyeti düşürecek yenilikler üzerinde durulmuştur. Ayrıca aşınmaya etkili olan bazı parametreleri belirlemek ve bundan sonra aşınmanın önlenmesi için yapılacak diğer araştırmalara ışık tutabilmekte araştırmanın diğer bir amacıdır.

Araştırmada, çizel üreten 5 firmanın uç demiri, tırmık kombinasyonunu üreten 3 firmanın uç demirlerinin aşınması ve ayrıca aşınmaya etkili olan bazı faktörlerden ısı işlem, toprak nemi, toprak penetrasyon direnci, uç demiri bileme şekli ve toprak çeşitlerinin etkileri araştırılmıştır. Araştırma sırasında yedili çizel ve 21 sıralı tırmık kombinasyonu kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda çizel üreten firmaların tamamının malzeme seçiminde hata yaptıkları saptanmıştır. Aynı zamanda bu firmalar uç demiri olarak kullandıkları malzemeye uygun olan ısı işlemi uygulamamışlardır. Firmaların uç demirlerinin aşınma miktarları arasında önemli bir farkın olduğu saptanmıştır. Çizel aletinin ön ayaklarındaki aşınma miktarı, arka ayaklara göre daha fazla bulunmuştur.

Tırmık kombinasyonu üreten firmaların uç demirlerinin aşınma miktarları arasındaki fark önemli bulunmuştur. Hem çizel hemde tırmık kombinasyonu uç demirlerinde aşınma miktarı ile sertlik arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Laboratuvarda aşındırma makinasıyla yapılan çalışmada, tarla denemelerine paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Isıl işlemlerle uç demirlerinin aşınma direncinin arttığı saptanmıştır. Topraktaki nem arttıkça aşınma azalmaktadır. Toprak nemi ve toprak penetrasyon direnci ile aşınma arasında logaritmik doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

Uç demiri bileme şeklinin aşınma üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Topraktaki kum oranı ile aşınma miktarı arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Sonuçta uç demiri sertliği arttıkça aşınma azalmaktadır. Uç demirinin kimyasal içeriğindeki karbon ve Mn oranının artması ile aşınma miktarının azaldığı saptanmıştır.

Her iki toprak işleme aletinin uç demirlerindeki aşınma miktarı ile sertlik arasında önemli korelasyon bulunmuştur. Ayrıca aşınma ile aşınmaya etkili olan bazı faktörlerin arasındaki ilişki de önemli bulunmuştur. İstatistikî analizlerle bu ilişkiler üzerinde de durulmuş, regresyon analizleri yapılmış ve en uygun model bulunmuştur.

İNGİLİZCE ABSTRAKT (en fazla 250 sözcük)

The aim of this research is to decrease wearing of tillage tools, to cut down the time for renewing of worn parts and to decrease production cost. In addition to those it was also purposed to determine some parameters effective on wearing and to give an idea for further researches which will be done to prevent of wearing.

In this research wearing of shares from 5 firms manufacturing chisel plough and 3 firms manufacturing cultivator+rotary harrow. Effect of some factors such as thermal process, soil moisture, soil penetrations resistance, share sharpening method and it's thickness, effect of soil type, which are effective on wearing were also searched. During the research, 7 shanks chisel plough and 21 spring cultivator tine cultivator+rotary harrow.

As result, it was found out that all the firms manufacturing chisel plough made mistake on material selection. At the same time, these firms had not applied appropriate thermal process to the material used as share. A significant difference were found between the wearing rate of shares manufactured by firms. Wearing rate of front shanks of chisel plough equipment were found higher than rear shanks.

There has been found a significant difference among the wearing amonts of shares of the firms manufacturing cultivator+rotary harrow. It was determined that there is a linear relation between wearing rate of chisel plough shares and cultivator + rotary harrow.

Parallel results were obtained from the laboratory tests carried out with wearing machine and field experiments.

Wearing resistance of the shares has increased by thermal process. Whereas it decreased by increasing moisture. There has been found a logarithmic linear relation between soil moisture and soil penetration resistance, and wearing share sharpening method was found to be effective on wearing. There couldn't find a significant difference between share thickness and wearing.

A linear relation were found between soil sand rate and wearing. Wearing has decreased by increasing share hardness. On the other hand, wearing rate has decreased by increasing carbon (C) and manganese (Mn) rates in the chemical content of share.

There has been found a significant correlation between wearing rate and hardness of shares of either soil tillage tools. As well as the relation between wearing and some factors effective on wearing. By doing statistical analyses these relations were also stressed. After the regression analyses the most suitable models have been found.