

**HAVALI TİP FINDIK KIRMA MAKİNESİNİN İMALATI VE PERFORMANS  
KARAKTERİSTİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Mak. Müh. İsmail SARAÇ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Makine Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Ali İNAN**

**NİSAN-2013**

**T.C**  
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAVALI TİP FINDIK KIRMA MAKİNESİNİN İMALATI VE PERFORMANS**  
**KARAKTERİSTİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mak. Müh. İsmail SARAÇ**

**(101120106)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23 Mart 2013**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 02 Mayıs 2013**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ali İNAN**  
**Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Nihat TOSUN**  
**Yrd. Doç. Dr. Mahir UZUN**

**NİSAN-2013**

## ÖNSÖZ

Bu çalışmamda, bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali İnan' a desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmam boyunca, destek ve anlayışlarından dolayı sevgili eşim Tuğba Saraç'a ve oğullarım M.Talha Saraç'a ve Y.Selim Saraç'a sonsuz teşekkürler ederim.

Çalışmam süresince atölye imkanlarından faydalandığım, TPAO Batman Bölge Müdürlüğü Bakım Onarım Baş Mühendisliği personellerinden Adnan Yürük'e, Ebuzeyit Aslan'a, M.Tahir İlhan'a, Hasan Dursun'a, Zeki Ekinci'ye ve Sıraç Can'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmam süresince destek aldığım mesai arkadaşım Muhammed Balkaya'ya teşekkürlerimi sunarım.

**İsmail SARAÇ**  
**ELAZIĞ 2013**

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	XIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	XV
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Yapılan Deneysel Çalışma Hakkında Genel Bilgi.....	2
1.2. Literatür Araştırması.....	3
1.2.1. Fındığın Kırılma Karakteristiklerini Belirleme Çalışmaları.....	3
1.2.1.1. Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi.....	7
1.2.1.2. Fındığın Kırılmasını Etkileyen Faktörler .....	8
1.2.2. Fındık Kırma Makinesi Çalışmaları.....	8
1.2.2.1. Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi.....	10
<b>2. FINDIK HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>11</b>
2.1. Fındığın Tarihçesi.....	11
2.2. Dünyada Fındık Üretimi.....	11
2.3. Türkiye'de Fındık Üretimi.....	14
2.4. Türkiye'de Yetişen Fındık Çeşitleri.....	16
2.4.1. Yuvarlak Fındık Grubu.....	17
2.4.1.1. Tombul Fındık.....	17
2.4.1.2. Palaz Fındık.....	18
2.4.1.3. Foşa Fındığı.....	18
2.4.1.4. Çakıldak Fındığı.....	19
2.4.1.5. Kalıncara Fındığı.....	19
2.4.1.6. Kargalak Fındık.....	19
2.4.1.7. Uzunmusa Fındığı.....	19

2.4.1.8. Mincane Fındığı.....	20
2.4.1.9. Cavcava Fındığı.....	20
2.4.1.10. Kan Fındığı.....	20
2.4.2. Sivri Fındık Grubu.....	20
2.4.2.1. Sivri Fındık.....	21
2.4.2.2. İncekara Fındığı.....	21
2.4.2.3. Acı Fındık.....	21
2.4.2.4. Kuş Fındığı.....	22
2.4.3. Badem Fındık Grubu.....	22
2.4.3.1. Yuvarlak Badem Fındığı.....	22
2.4.3.2. Yassı Badem Fındığı.....	23
2.4.3.3. Değirmendere Fındığı.....	23
2.5. Fındığın Bileşimi ve Yararları.....	23
<b>3. FINDIK KIRMA MAKİNESİ TASARIM ÇALIŞMALARI.....</b>	<b>25</b>
3.1. Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi Başlangıç Tasarımı.....	25
3.2. Ön Deneyler.....	27
3.2.1. Ön Deney-1.....	27
3.2.2. Ön Deney-2.....	28
3.2.3. Ön Deney-3.....	29
3.2.4. Ön Deney-4.....	31
3.2.5. Ön Deney-5.....	32
3.2.6. Ön Deney-6.....	32
3.3. Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi Genel Tanıtımı ve Çalışma Prensibi.....	34
3.3.1. Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi Tanıtımı.....	35
3.3.1.1. Sabit Hava Kompresörü.....	36
3.3.1.2. Hava Tankı ve Bağlantı Hortumları.....	36
3.3.1.3. Hava Basınç Regülatörü.....	37
3.3.1.4. Hava Açma Vanası.....	37
3.3.1.5. Lüle Bağlantı Parçası ve Alt Şasesi.....	38
3.3.1.6. Lüle.....	38
3.3.1.7. Fındık Besleme Haznesi.....	39
3.3.1.8. Fındık Karıştırma Düzeneği.....	40
3.3.1.9. Fındık Kırma Haznesi.....	40

3.3.1.10. Çarpma Levhası ve Bağlantı Şasesi.....	40
3.3.1.11. Üst Kapak.....	41
3.3.1.12. Alt Şase.....	41
<b>4. FINDIKLARIN TANITIMI VE DENEY YÖNTEMİ.....</b>	<b>42</b>
4.1. Deneylerde Kullanılan Fındıkların Ölçüleri.....	42
4.1.1. Yöntem.....	42
4.1.2. Ölçüm Sonuçları.....	43
4.2. Deneylerde Kullanılan Değişkenler.....	47
4.2.1. Hava Basıncı İle Kırma Oranının Değişimi.....	47
4.2.2. Kırma Mesafesi İle Kırma Oranının Değişimi.....	47
4.2.3. Lüle Çapı İle Kırma Oranının Değişimi.....	48
4.2.4. Lüle Boyu İle Kırma Oranının Değişimi.....	49
4.2.5. Çarpma Levhası Şekli İle Kırma Oranının Değişimi.....	49
4.3. Fındıkların Kırma Oranları Hesaplama Yöntemi.....	51
<b>5. YAPILAN DENEYLER VE SONUÇLARI.....</b>	<b>53</b>
5.1. Deney Planı ve Deneyler.....	53
<b>6. DENEY SONUÇLARININ İRDELENMESİ VE MODELLENMESİ.....</b>	<b>81</b>
6.1. Fındıkların Kırılmasında Hava Basıncının ve Lüle Boyunun Etkisi.....	81
6.2. Fındıkların Kırılmasında Lüle Çapının Etkisi.....	86
6.3. Fındıkların Kırılmasında Çarpma Levhasının Etkisi.....	89
6.4. Fındıkların Kırılmasında Kırma Mesafesinin Etkisi.....	93
6.5. Fındıkların Kırılmasında Fındık Çeşitlerinin Etkisi.....	95
6.6. Deney Sonuçlarına Göre İdeal Kırma Şartlarının Araştırılması.....	98
6.7. Bulanık Mantık Yöntemi Kullanılarak Deney Sonuçlarının Modellenmesi.....	101
6.7.1. Bulanık Mantık (Fuzzy Logic).....	101
6.7.2. Matlab Bulanık Mantık GUI Araçları ve İşlevleri.....	102
6.7.3. SMRGT Yöntemi.....	103
6.7.4. Deney Sonuçlarının Modellenmesi.....	104
6.7.4.1. A Tipi Fındık Deney Sonuçlarının Modellenmesi.....	111
6.7.4.2. B Tipi Fındık Deney Sonuçlarının Modellenmesi.....	115
6.7.4.3. C Tipi Fındık Deney Sonuçlarının Modellenmesi.....	119

<b>7. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>123</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>125</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>127</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	

## ÖZET

Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi'nin imalatı ve performans karakteristiklerinin araştırılması amacıyla yapılan bu deneysel çalışmada, ilk olarak fındıkların hava ile kırılmasında etkili olan faktörler tespit edildi. Daha sonra tespit edilen bu faktörlere göre, Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi imalatı yapıldı. Temin edilen üç farklı cins fındık kullanılarak kırma deneyleri yapıldı ve her fındık cinsi için ideal kırma şartları araştırıldı.

Deneyler sonucunda elde edilen değerlere göre her fındık cinsi için maksimum kırma verimini gösteren grafikler hazırlandı.

**Anahtar Kelimeler:** Fındık, Fındık Kırma, Hava ile Kırma, Kırma Makinaları



## **SUMMARY**

### **Manufacturing of A Pneumatic Hazelnut Cracking Machine and Investigation of Its Performans Characteristics**

In this study; firstly, factors which affect cracking of hazelnut with air pressure was determined. Then, a experimental setup is designed according to these factors. Later, experiments are performed and cracking of hazelnuts with air pressure is examined.

As a result, graphes which demonstrate maximum cracking efficiency are presented.

**Key words:** Hazelnut, Hazelnut Cracking, Pneumatic Cracking, Cracking Machines

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Darbeli öğütme.....	2
Şekil 2.1. Tombul fındık cinsi.....	18
Şekil 2.2. Sivri fındık cinsi.....	21
Şekil 2.3. Yuvarlak badem fındığı cinsi.....	23
Şekil 3.1. Fındık kırma makinesi başlangıç tasarımı.....	26
Şekil 3.2. Konik ve silindir şeklindeki fındık besleme hazneleri.....	28
Şekil 3.3. Fındık besleme haznesi ile lüle bağlantı aparatı arasında yapılan mafsalı bağlantı	30
Şekil 3.4. Fındık besleme haznesine uygulanan karıştırıcı sistem.....	31
Şekil 3.5. Çarpma plakası konumu.....	33
Şekil 3.6. Çarpma plakası açılmal konumunun kuvvetlere etkisi.....	33
Şekil 3.7. Havalı tip fındık kırma makinesi şematik gösterimi.....	34
Şekil 3.8. Deney aparatı genel görünümü(a).....	35
Şekil 3.9. Deney aparatı genel görünümü(b).....	36
Şekil 3.10. Hava basınç regülatörü genel görünümü.....	37
Şekil 3.11. Hava açma vanası.....	37
Şekil 3.12. Lüle bağlantı parçası ve alt şasesi.....	38
Şekil 3.13. Lüle.....	39
Şekil 3.14. Fındık besleme haznesi.....	39
Şekil 3.15. Fındık karıştırma düzeneği üstten görünüşü.....	40
Şekil 3.16. Fındık kırma haznesi ve çarpma levhası.....	41
Şekil 4.1. Fındık boyutlarının gösterilmesi.....	42
Şekil 4.2. Fındık boyutlarının kumpasla ölçülmesi.....	43
Şekil 4.3. Kırma mesafesi ayarı.....	48
Şekil 4.4. Lüle çapı değişimi.....	48
Şekil 4.5. Lüle boyu değişimi.....	49
Şekil 4.6. Kare uçlu çarpma levhası.....	50
Şekil 4.7. Sivri uçlu çarpma levhası.....	50
Şekil 4.8. Düz çarpma levhası.....	50

Şekil 4.9. Elle kırılan fındıkların hassas terazide tartılması.....	52
Şekil 5.1. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm.....	54
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.2. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm.....	54
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.3. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm.....	55
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.4. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	55
ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.5. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	56
ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.6. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	56
ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.7. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	57
ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.8. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	57
ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.9. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	58
ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.10. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm.....	58
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.11. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm.....	59
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.12. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm.....	59
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.13. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	60
ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.14. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	60
ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.15. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	61
ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.16. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	61
ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.17. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	62
ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.18. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	62
ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.19. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm.....	63
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	

Şekil 5.20. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm.....	63
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.21. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm.....	64
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.22. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	64
ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.23. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	65
ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.24. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	65
ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.25. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	66
ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.26. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	66
ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.27. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	67
ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.28. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm.....	67
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.29. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm.....	68
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.30. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm.....	68
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.31. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	69
ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.32. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	69
ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.33. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....	70
ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.34. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	70
ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.35. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	71
ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.36. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....	71
ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.37. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm.....	72
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.38. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm.....	72
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	
Şekil 5.39. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm.....	73
kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	

Şekil 5.40. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....73 ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	73
Şekil 5.41. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....74 ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	74
Şekil 5.42. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....74 ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	74
Şekil 5.43. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....75 ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	75
Şekil 5.44. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....75 ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	75
Şekil 5.45. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....76 ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	76
Şekil 5.46. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm.....76 kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	76
Şekil 5.47. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm.....77 kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	77
Şekil 5.48. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm.....77 kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	77
Şekil 5.49. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....78 ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	78
Şekil 5.50. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....78 ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	78
Şekil 5.51. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında.....79 ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	79
Şekil 5.52. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....79 ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	79
Şekil 5.53. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....80 ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	80
Şekil 5.54. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında.....80 ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları	80
Şekil 6.1. A tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının TKO' na etkisi.....82	82
Şekil 6.2. A tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının BKO' na etkisi.....82	82
Şekil 6.3. B tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının TKO' na etkisi.....82	82
Şekil 6.4. B tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının BKO' na etkisi.....83	83
Şekil 6.5. C tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının TKO' na etkisi.....83	83
Şekil 6.6. C tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının BKO' na etkisi.....83	83
Şekil 6.7. Lüle boyunun hıza etkisi.....85	85

Şekil 6.8. A tipi fındık için farklı deney basınçlarında, lüle çapı değişiminin.....87	TKO'na etkisi
Şekil 6.9. A tipi fındık için farklı deney basınçlarında, lüle çapı değişiminin.....87	BKO'na etkisi
Şekil 6.10. B tipi fındık için farklı deney basınçlarında, lüle çapı değişiminin.....87	TKO'na etkisi
Şekil 6.11. B tipi fındık için farklı deney basınçlarında, lüle çapı değişiminin.....88	BKO'na etkisi
Şekil 6.12. C tipi fındık için farklı deney basınçlarında, lüle çapı değişiminin.....88	TKO'na etkisi
Şekil 6.13. C tipi fındık için farklı deney basınçlarında, lüle çapı değişiminin.....88	BKO'na etkisi
Şekil 6.14. A tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin.....90	TKO'na etkisi
Şekil 6.15. A tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin.....90	BKO'na etkisi
Şekil 6.16. B tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin.....91	TKO'na etkisi
Şekil 6.17. B tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin.....91	BKO'na etkisi
Şekil 6.18. C tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin.....91	TKO'na etkisi
Şekil 6.19. C tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin.....92	BKO'na etkisi
Şekil 6.20. Fındıkların kırılmasında kırma mesafesinin etkisi.....94	
Şekil 6.21. A tipi fındıkların kırma oranına kırma mesafesinin etkisi.....94	
Şekil 6.22. B tipi fındıkların kırma oranına kırma mesafesinin etkisi.....95	
Şekil 6.23. C tipi fındıkların kırma oranına kırma mesafesinin etkisi.....95	
Şekil 6.24. Fındık çeşitlerinin kırma oranına etkisi (P: 50 PSI).....96	
Şekil 6.25. Fındık çeşitlerinin kırma oranına etkisi (P: 70 PSI).....96	
Şekil 6.26. Fındık çeşitlerinin kırma oranına etkisi (P: 90 PSI).....97	
Şekil 6.27. Üçgen üyelik fonksiyonunun oluşturulması ve anahtar değerler.....103	
Şekil 6.28. Matlab programında input ve output değerlerinin gösterilmesi.....106	
Şekil 6.29. Lüle çapı (D) değişkenine ait üyelik fonksiyonları.....107	
Şekil 6.30. Hava basıncı (P) değişkenine ait üyelik fonksiyonları.....107	
Şekil 6.31. Lüle boyu (L) değişkenine ait üyelik fonksiyonları.....107	
Şekil 6.32. Bütün kırma oranı (BKO) değişkenine ait üyelik fonksiyonları.....107	

Şekil 6.33. Toplam kırma oranı (TKO) değişkenine ait üyelik fonksiyonları.....	108
Şekil 6.34. Kuralların bulanık mantık sistemine girilmesi.....	110
Şekil 6.35. A tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun BKO' na etkisi.....	111
Şekil 6.36. A tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının BKO' na etkisi.....	112
Şekil 6.37. A tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun TKO' na etkisi.....	113
Şekil 6.38. A tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının TKO' na etkisi.....	114
Şekil 6.39. B tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun BKO' na etkisi.....	115
Şekil 6.40. B tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının BKO' na etkisi.....	116
Şekil 6.41. B tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun TKO' na etkisi.....	117
Şekil 6.42. B tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının TKO' na etkisi.....	118
Şekil 6.43. C tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun BKO' na etkisi.....	119
Şekil 6.44. C tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının BKO' na etkisi.....	120
Şekil 6.45. C tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun TKO' na etkisi.....	121
Şekil 6.46. C tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının TKO' na etkisi.....	122

## TABLolar LİSTESİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 2.1. Ülkelere göre Dünya kabuklu fındık üretim alanları.....	12
Tablo 2.2. Ülkelere göre Dünya kabuklu fındık üretimi.....	13
Tablo 2.3. Türkiye'de bölgelere göre fındık dikim alanları.....	15
Tablo 2.4. Türkiye'de yetişen fındık çeşitleri.....	16
Tablo 4.1. DeneYlerde kullanılan fındık cinsleri.....	42
Tablo 4.2. A tipi fındık boyut değerleri.....	44
Tablo 4.3. B tipi fındık boyut değerleri.....	45
Tablo 4.4. C tipi fındık boyut değerleri.....	46
Tablo 4.5. Ortalama fındık boyutları.....	47
Tablo 4.6. Elle kırma sonucu elde edilen fındık içi miktarları.....	51
Tablo 6.1. Fındıkların en yüksek TKO değerleri.....	99
Tablo 6.2. Fındıkların en yüksek BKO değerleri.....	100
Tablo 6.3. A tipi fındık input ve output değerleri.....	104
Tablo 6.4. B tipi fındık input ve output değerleri.....	105
Tablo 6.5. C tipi fındık input ve output değerleri.....	105
Tablo 6.6. Değişkenlere ait maksimum ve minimum değerler.....	106
Tablo 6.7. Değişkenlerin üyelik fonksiyonlarına ait anahtar sınır değerler.....	108
Tablo 6.8. A tipi fındık deney sonuçları kural tablosu.....	109
Tablo 6.9. B tipi fındık deney sonuçları kural tablosu.....	109
Tablo 6.10. C tipi fındık deney sonuçları kural tablosu.....	110



## SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

- $D_g$  : Ortalama geometrik çap (mm)  
 $L_B$  : Fındığın boy uzunluğu (mm)  
 $L_E$  : Fındığın en uzunluğu (mm)  
 $L_Y$  : Fındığın ykseklık uzunluğu (mm)  
 $L$  : Lüle boyu (mm)  
 $P$  : Hava basıncı (PSI)  
 $F$  : Hava kuvveti (N)  
 $A$  : Yüzey alanı (mm<sup>2</sup>)  
 $D$  : Lüle apı (mm)  
**BKO** : Bütün Kırma Oranı (%)  
**TKO** : Toplam Kırma Oranı (%)  
 $F_e$  : Etki kuvveti (N)  
 $F_t$  : Tepki kuvveti (N)  
 $F_{tx}$  : Tepki kuvveti  $X$  eksenı bileşeni (N)  
 $F_{ty}$  : Tepki kuvveti  $Y$  eksenı bileşeni (N)  
 $K$  : Kırma mesafesi (mm)  
 $\mathcal{C}$  : Çarpma levhası Şekli  
 $G$  : 50 gr kabuklu fındığın elle kırılması sonucu elde edilen fındık içi miktarı (gr)  
 $G_t$  : Yapılan her bir kırma deneyi sonucu elde edilen toplam fındık içi miktarı (gr)  
 $G_b$  : Yapılan her bir kırma deneyi sonucu elde edilen bütün fındık içi miktarı (gr)  
 $E_k$  : Kinetik enerji (J)  
 $m$  : 1 adet fındığın kütlesi (gr)  
 $\vartheta$  : Fındığın hızı (mm/s)  
 $\vartheta_0$  : Fındığın lüle giriş hızı (mm/s)  
 $\vartheta_$  : Fındığın lüle çıkış hızı (mm/s)  
 $\vartheta_y$  : Fındığın düşey hızı (mm/s)  
 $a$  : İvme (mm/s<sup>2</sup>)  
 $t$  : Zaman (s)  
 $Q$  : Hava debisi (mm<sup>3</sup>/s)

## 1.GİRİŞ

Dünya'da ve Türkiye'de üretimi yoğun bir şekilde yapılan fındık ve badem gibi sert kabuklu meyvelerin kabuklarının, meyve içine zarar vermeden verimli bir şekilde kırılması bu meyvelerin ekonomik olarak değerini koruması açısından çok önemlidir. Yapılan kabuk kırma işlemi sonucunda zarar gören meyve içleri değerini yitirmektedir. Bu durum özellikle fındık gibi Türkiye ekonomisinde önemli bir yere sahip olan bir meyve için daha da önemli olmaktadır.

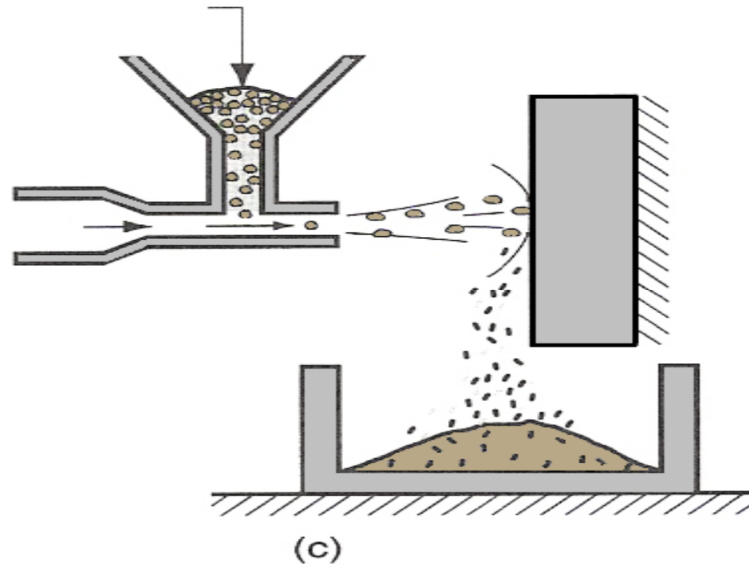
Havalı tip fındık kırma makinesinin imalatı ve performans karakteristiklerinin araştırılması amacıyla yapılan bu deneysel çalışmada öncelikle kaynak incelemesi yapıldı. Yapılan kaynak incelemesi sonucunda fındık ve sert kabuklu meyve kırma çalışmaları yapan iki tip araştırmacı grubuyla karşılaşıldı.

Birinci grup araştırmacılar; fındık başta olmak üzere, sert kabuklu meyvelerin kabuk kırılma özelliklerini belirlemek amacıyla çok sayıda deneysel çalışma yapmışlardır. Yapılan bu çalışmalarda, çeşitli fındık cinslerinin kabuk kırılma özellikleri, birçok yönden incelenmiş ve kabukların kırılmasını etkileyen faktörler, araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. İkinci grup araştırmacılar ise değişik özelliklerde çok sayıda fındık veya sert kabuklu meyve kırma makinesi tasarım ve imalatı yapmışlar ve bu makinelerin performans değerlerini tablo ve grafiklerle ortaya koymuşlardır.

Yapılan ön inceleme sonucunda havalı tip fındık kırma makinesiyle ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Araştırmacılar genel olarak konik kırıcı, konik tamburlu, titreşimli ve eğik çeneli makineler tasarlamış ve çeşitli parametreleri değiştirerek en uygun kırma koşullarını deneysel yöntemlerle elde etmeye çalışmışlardır.

## 1.1. Yapılan Deneysel Çalışma Hakkında Genel Bilgi

Yapılan bu deneysel çalışmada ilk olarak literatür araştırması yapıldı ve fındık mevyesi hakkında genel bilgiler verildi. Bundan sonraki aşamada, aşağıda şekil 1.1'de gösterilen sistem örnek alınarak basit bir fındık kırma makinesi tasarımı ve imalatı yapıldı. Daha sonra, imalatı yapılan fındık kırma makinesi üzerinde bir takım ön deneyler yapıldı. Yapılan ön deneyler sırasında karşılaşılan problemler dikkate alınarak fındık kırma makinesi tasarımında bazı değişiklikler yapıldı ve fındığın hava ile kırılmasını etkileyen faktörler tespit edildi. Tespit edilen fındığın hava ile kırılmasını etkileyen faktörler ve ön deneyler sırasında karşılaşılan problemler dikkate alınarak yeni bir fındık kırma makinesi tasarım ve imalatı yapıldı. Daha sonra; temin edilen üç farklı cins fındık için kırma deneyleri yapıldı ve deney sonuçları grafiklerle gösterildi. Bundan sonra ise deney sonuçlarının irdelemesi yapılarak deneylerde kullanılan fındık çeşitleri için ideal kırma parametreleri araştırıldı ve deney sonuçları kullanılarak Bulanık Mantık yöntemiyle grafiksel modeller oluşturuldu. Yapılan çalışmanın son bölümünde ise genel sonuçlar ve öneriler verildi.



Şekil 1.1. Darbeli öğütme[1].

## 1.2. Literatür Araştırması

Giriş bölümünde de belirtildiği gibi yapılan kaynak araştırmaları iki grupta toplandı. Birinci grup araştırmacılar, fındık ve bazı sert kabuklu meyvelerin kabuk kırılma karakteristiklerini deneysel yöntemlerle belirlemeye çalışmışlardır. İkinci grup araştırmacılar ise değişik özelliklerde çok sayıda fındık veya sert kabuklu meyve kırma makinesi tasarım ve imalatını yapmışlar ve bu makinelerin performans değerlerini tablo ve grafiklerle ortaya koymuşlardır.

Aşağıda bu iki grup araştırmacıların yaptığı çalışmalar ayrı ayrı başlıklar altında gösterildi ve yapılan bu çalışmaların genel değerlendirmeleri yapıldı.

### 1.2.1. Fındığın Kırılma Karakteristiklerini Belirleme Çalışmaları

Özdemir (1999), yaptığı çalışmada belirttiğine göre fındık gibi sert kabuklu meyve türlerinde, için bir bütün olarak meyve içerisinden çıkarılması amacıyla yapılan kabuk kırma işlemi, oldukça hassasiyet gerektiren bir işlemdir. Kabuk kırma işlemi, kırma sırasında uygulanan mekanik kuvvetlerden dolayı fındık içinin zarar görmesine sebep olmaktadır. Kabuk kırma sırasında fındık içinde oluşan zararlar, fındıkların pazar değerlerinin büyük oranda düşmesine neden olmaktadır. Zararın büyüklüğü ve tipi, fındık çeşitlerinin ve kırma makinesinin özelliklerine bağlıdır. Kabuk kırma işleminde en önemli etken, fındığa uygulanan mekanik kuvvettir [2]. Bu nedenle fındığın derimi, taşınması, depolanması ve kabuğunun kırılması işlemleri için fındığın mekanik özelliklerinin tespit edilmesi önemlidir [3].

Xavier (1992), Liang vd. (1984), Aydın ve Özcan (2002) yaptıkları çalışmalarda, fındıklarda, derim sonrası kalite kayıplarının nedenleri içerisinde kırma aşamasında meydana gelen zararların önemli bir paya sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu zarar oranı fındığa uygulanan güce, kırıcının eksen hızına, şekil ve kalınlığa bağlı olarak değişmektedir. Bununla birlikte, fındığın kırılma özellikleri; fındığın boyutlarına, küreselliğine, nem içeriğine, kabuk kalınlığına, kırma kuvvetinin yönüne ve şiddetine bağlı olarak değişebilmektedir. Aynı zamanda, fındık kabuğunu kırmak için kullanılacak kuvvetin büyüklüğü, kuvvetin yönüne bağlı olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [2].

Özdemir ve Özilgen (1997), Dursun (1997) yaptıkları çalışmalarda, iç çıkma kalitesinin fındık kabuğunun nem içeriği, kabuk kalınlığı, büyüklük ve meyvenin yük pozisyonuna bağlı olduğunu bildirmektedirler [2].

Özdemir ve Akıncı (2004) ve Sitkei'nin (1986) yaptıkları çalışmalara göre; Tombul, Palaz, Çakıldak, Kara, Foşa, Mincane, Uzunmusa, Kan, Kargalak, Cavcava, Sivri, Acı, Kuş, Yuvarlak Badem ve Yassı Badem fındık çeşitleri ülkemizde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan önemli fındık çeşitleridir. Bu çeşitler bazı özellikler yönünden birbirlerinden büyük farklılıklar göstermektedirler. Fındığın boyutları, şekli, porozitesi, hacmi, yoğunluğu, limit hızı ve kırılma kuvveti gibi fiziksel özellikleri ile fındık çeşitlerinin arasındaki farklılıkların tespiti, fındık işleme makinelerinin geliştirilmesi için gereklidir. Çoğu makinenin işlevselliği meyve boyutları ve şekline bağlıdır. Örneğin, küresellik; fındıkların yiyecek endüstrisi tarafından kolay işlenebilirliğini etkilemesi açısından önemli bir özelliktir. Bu sebepten dolayı, diğerlerine göre meyve şekli daha küresel olan fındıklar yetiştirilmelidir. Yapılan çalışmalar, meyve hacmi ve yoğunluğunun, birçok teknolojik işlemde ve meyve kalitesinin belirlenmesinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Meyvelerin mekanik işlemlerinde, en çok zarar mekanik taşıma ve diğer teçhizatlarda olduğu kadar hasatta ve harmanlamada da meydana gelmektedir. Kuvvetin yüksek olması, meyvenin zarar görmesine ve dolayısıyla kalitesinin düşmesine yol açmaktadır [2].

Ayfer (1973), Özdemir ve Özilgen (1997) ve Özdemir (1997) yaptıkları çalışmalarda meyve içlerinde ortaya çıkan gizli vurgunun; kırma, kurutma, depolama ve taşıma sırasında meydana gelen mekaniksel zararlar sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir. İç vurguna uğramış meyvenin dış görüntüsü iyi olmasına rağmen iç kısmının rengi daha koyu ve yağlıdır. Özellikle kırma sırasında oluşan vurgunlar ve fındıkların içindeki patlayan yağ torbaları (gizli vurgun) fındıklarda acılaşmayı hızlandırabilmektedir [2].

Aydın (2002), fındıkların ortalama uzunluk, genişlik, kalınlık, küresellik, kütle ve hacim gibi bazı fiziksel özelliklerini belirlemiş ve nem oranının bu özelliklere ve kırılma karakteristikleri üzerine etkisini değerlendirmiştir. Tombul fındık çeşidi kullanılan çalışmada, nem oranı arttıkça, fındık kabuk ve içinin kırılma dayanımının azaldığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak yüksek nem oranlarında, fındığın yumuşaması gösterilmiştir. Nem oranının artması ile kabuğun esnekliği artmaktadır. Esnekliğin artması ile kırma süreside uzamaktadır. Bunun yanında daha az kuvvet uygulanmaktadır. En yüksek kırılma kuvveti, % 2.87 nem oranında 350 N olarak tespit edilmiştir. En yüksek

kırılma kuvveti yükseklik yönünde gerçekleşirken, en düşük kırılma kuvveti boy yönünde gerçekleşmiştir [2].

Özdemir ve Özilgen (1997), Mincane, Karafındık, Foşa ve Çakıldak çeşitlerinde, farklı sınıflandırma ve kırma makinelerinin kalite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, değirmen tipi kırıcıda 16 mm'den büyük çaplı fındıkların, daha küçük çaplı olanlara göre farklı kırılma davranışları gösterdiklerini tespit etmişlerdir. 16 mm'den büyük çaplı fındıklarda % 3.3, 16 mm'den küçük çaplı fındıklarda % 15.9 oranında hasarlı fındık görülmüştür. Konik kırıcı ile kırma işleminde ise ortalama % 16 hasarlı fındık meydana gelmiştir [2].

Özdemir ve Akıncı (2004), Palaz, Tombul, Çakıldak ve Kara Fındık çeşitlerinin boyut, kütle, hacim, küresellik, yüzey alanı, yoğunluk, porozite, kabuk oranı, limit hız ve statik sürtünme katsayısı gibi fiziksel özellikleri ile yağ, protein, karbonhidrat ve çeşitli mineral madde miktarlarını saptamışlardır. Küreselliğin fındığın işlenmesi açısından önemli olduğunu belirlemişlerdir. Kırılma kuvveti, fındık çeşidine göre önemli değişiklikler göstermiştir. En yüksek kırılma kuvveti, Kara (232,7 N), en düşük kırılma kuvveti de Tombul (93.85 N) çeşidinde ortaya çıkmıştır [2].

Güner vd. (2003), Acı Fındık, Çakıldak, Tombul ve Güney Karası çeşitlerinde, fındık kabuğunu ve içini kırmak için gerekli kuvvetleri saptamak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Kırma işlemi, 0.52 ve 0.91 mm/s hızlarında, üç eksen yönünde (boy, sutur ve genişlik) yapılmıştır. Çalışmada; % 6, 11, 15 ve 18 oranında nem içeren fındıklar kullanılmıştır. Boy ve sutur eksenleri yönünde, nem oranı arttıkça fındık kabuğunun kırılma enerjisinin arttığı, kırılma kuvvetinin ise düştüğü gözlenmiştir. Yükseklik yönünde, fındığın kırılma özellikleri ile nem arasında, herhangi bir ilişkinin bulunmadığı belirlenmiştir. Fındık içini kırmak için, en yüksek kırılma kuvveti, Tombul çeşidinde ve en yüksek kırılma enerjisi, Güney Karası çeşidinde bulunmuştur. Fındık kabuğunu kırmak için, en yüksek kırılma kuvveti ve enerjisi, genişlik eksenini yönünde ve 0.52 mm/s hızında, Acı Fındık çeşidinde belirlenmiştir. En düşük kabuk kırılma kuvveti ve kırılma enerjisi, Çakıldak çeşidinde görülmüştür. Araştırmacılar tarafından kabuk kırılırken, deformasyon, kırılma kuvveti ve kırılma enerjisi değerlerinin en yüksek olduğu fındıklarda, içler için en düşük deformasyon, kırılma kuvveti ve kırılma enerjisinin gerekli olduğu rapor edilmiştir [3].

Bostan (1999a), tarafından Ordu merkez ilçe ve köylerinde, 100 m rakımda yetiştirilen Tombul, Palaz, Sivri ve Kalınkara fındık çeşitlerinde, kabuk kırılma direnci ile diğer bazı

meyve özellikleri arasındaki karşılıklı ilişkiler incelenmiştir. Çalışma sonucunda, kabuk kırılma direnci ile diğer meyve özellikleri arasındaki ilişkilerin çeşitlere göre değişebileceği, Tombul ve Kalıncara çeşitlerinde, meyve iriliği ve kabuk kalınlığı arttıkça kabuk kırılma direncinin de artabileceği, Palaz çeşidinde, kabuk kırılma direncini sadece meyve şeklinin ve Sivri çeşidinde de sadece kabuk kalınlığının etkileyebileceği bulunmuştur. Ayrıca, kabuk kırılma direncinin en fazla, Kalıncara çeşidinde olduğu, bunu sırasıyla, Tombul, Sivri ve Palaz çeşitlerinin izlediği ve bu sıralamanın çeşitlerde, meyve ağırlığı, iç ağırlığı ve kabuk kalınlığı bakımından da aynı olduğu belirlenmiştir [2].

Bostan (1999b), yaptığı çalışmada Ordu Merkez İlçe ve köylerinde 50 m, 100 m, 200 m, 350 m ve 500 m rakımda yetiştirilen Tombul, Palaz ve Kalıncara fındık çeşitlerinde kabuk kırılma direncinin değişimini araştırmak amacıyla, rakımlar ve çeşitler arasında, kabuk kırılma direnci bakımından, önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kabuk kırılma direncinin, 50 m rakımdaki Kalıncara çeşidinde, en düşük kabuk kırılma direncinin, 500 m rakımdaki Palaz çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Ordu, Giresun ve Trabzon illerinde, 100 m rakımda yetiştirilen Tombul fındığında, meyve nem içeriği ile kabuk kırılma direnci arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu belirlenmiştir [2].

Soylu' nun (1997), yaptığı çalışmada, Tombul çeşidinde, için kabuğu çok doldurması nedeniyle, iç ile kabuk arasında çok az bir boşluğun kaldığı ve kabukların elastik olması gibi nedenlerle, kırma sırasında fazla “vurgun iç” ortaya çıktığı belirtilmektedir [2].

Kaçal (2005), yaptığı çalışmada, Tombul, Foşa ve Sivri fındık çeşitlerinin, bazı fiziksel özelliklerinin, kırılma özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Çeşitlerin, kırma yönlerinin, kırma hızının, kabuk kalınlığının, ortalama geometrik çapın ve iç boşluğun, kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, deformasyon ve iç çıkma kalitesi üzerine olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Fındıkların ortalama geometrik çaplarının ve kabuk kalınlıklarının, kabuk kırılma özelliklerini önemli şekilde etkilediği bulunmuştur. Kabuk kalınlığı, kabuklu fındığın hacmi ve ortalama geometrik çap arttıkça kabuk kırılma kuvveti ve kırılma enerjisi artmıştır, deformasyon ise düşmüştür. Kırma hızı arttıkça, iç çıkma kalitesi azalmıştır. Kırma yönü, özellikle Foşa çeşidi fındıkların kırılma özellikleri üzerine etkili olmuştur [2].

Pliestic vd. (2006), yaptıkları çalışmada fındık kabuğu ve içinin çeşitli fiziksel karakteristiklerinin, nem oranının bir fonksiyonu olduğunu belirtmişlerdir. Pliestic vd. (2006), yaptıkları deneylerde genel olarak nem oranının artmasıyla, kırılma kuvvetinin azaldığını tespit etmişlerdir [4].

Bernik ve Stajniko (2008), yaptıkları çalışmada, üç ayrı fındık cinsinin, morfolojik ve karakteristik özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, seçtikleri fındıkların, morfolojik (yükseklik, çap ve kütle) özelliklerini ve fiziksel özelliklerini ( kabuk kırılma kuvveti, kırılma enerjisi ve deformasyon miktarı) laboratuvar ortamında belirlemişlerdir. Buna göre maximum kırılma kuvveti yükseklik yönünde 526,15 N olarak *Fertile de Coutard* fındık cinsinde ölçülmüştür. Maximum deformasyon ise *Istrska Dolgoplodna Leska* fındık cinsinde, çap yönünde 1,11 mm olarak ölçülmüştür. Maximum kabuk kırma enerjisi de *Fertile de Coutard* fındık cinsinde, 0.24 J olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak *Istrska Dolgoplodna Leska* fındık çeşidi, mekanik kırma açısından, en uygun çeşit olarak önerilmiştir. Yapılan çalışmada, *Istrska Dolgoplodna Leska* fındık çeşidinin, mekanik özellikler açısından en uygun fındık çeşidi olarak önerilmesinin önemli bir sebebi, bütün kırılma yönlerinde yaklaşık olarak eşit kuvvet gerektirmesi olarak araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. [5].

#### **1.2.1.1. Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi**

Ülkemizde fındık kırma fabrikalarında, değirmen sistemi kullanılmaktadır. Değirmen sisteminde, dönmekte olan alt taş ve sabit duran üst taş olmak üzere iki taş bulunur. Fındık, bu taşlar arasında kırılmaktadır. Değirmen tipi kırma sistemleri, fındıkların fiziksel özellikleri dikkate alınmadan yapıldıkları için çalışma verimleri düşüktür. Bir kırma makinesi, verimli çalışabilmesi için, fındığın boyutları, nem oranı, şekli gibi fiziksel özellikleri göz önüne alınarak tasarlanmalıdır. Fındık kırma makinelerinde çeşitler de dikkate alınmalıdır. Her fındık çeşidinin, kabuk kalınlığı, şekli ve kabuk sertliği gibi kendine has özellikleri vardır. Bu özellikler de fındığın kırılma karakteristiklerini etkileyecektir [2].

Kaçal (2005), yaptığı çalışmada, fındıkların ortalama geometrik çaplarının ve kabuk kalınlıklarının, kabuk kırılma özelliklerini önemli şekilde etkilediğini tespit etmiştir. Fındıkların kırılma hızlarının da iç çıkma kalitesini etkilediği saptanmıştır. Fındık kırma makinelerinde, içlerin daha kaliteli çıkması için düşük kırma hızları seçilmelidir. Ayrıca fındık kırma makinelerinden, daha verimli sonuçlar alınabilmesi için, fındığın boyutları ve kabuk kalınlık değerleri de göz önüne alınmalıdır. Ortalama geometrik çap, kırılma özelliklerini etkilediği için fındıklarda boylama işlemine önem verilmelidir. Kırma



makinelerinde, aynı anda kırılacak fındıkların büyüklükleri ne kadar birbirine yakın olursa, kırma makinesinin verimi de o kadar yüksek olacaktır [2].

### **1.2.1.2. Fındığın Kırılmasını Etkileyen Faktörler**

Yapılan literatür taramasından çıkarılan sonuçlara göre genel olarak fındığın kırılmasını etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır:

1. Fındık çeşitleri,
2. Fındıkların kırma yönleri,
3. Fındıkların kırma hızı,
4. Fındıkların kabuk kalınlığı,
5. Fındıkların ortalama geometrik çapı,
6. Fındıkların iç boşluk değerleri,
7. Nem.

Kaçal (2005), yaptığı deneysel çalışmada, fındığın kırılmasını etkileyen faktörler üzerinde araştırma yapmış ve bu faktörlerden fındıkların kabuk kalınlıklarının ve ortalama geometrik çaplarının kabuk kırılma özelliklerini önemli derecede etkilediğini saptamıştır. Ayrıca kırma hızının da iç çıkma kalitesi üzerinde çok önemli sonuçlar verdiğini saptamıştır [2].

### **1.2.2. Fındık Kırma Makinesi Çalışmaları**

Kuralay (1991), yapmış olduğu çalışmada, fındık genel olarak tanımlanmış ve yeni fındık kırma metotları ileri sürülerek, bu metotlardan en fazla tercih edilen, konik tamburla fındık kırma metodu üzerinde durulmuştur. Bu metot, bir deney cihazına uyarlanmıştır. Yapılan deneyler neticesinde, iç fındık için bazı kriterler göz önüne alınarak, dikkate değer sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar Türkiye'de halen kullanılan, değirmen sisteminden elde edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır. Kabuklu ve iç fındığın birçok yönden boyutları ölçülerek diyagramlar çizilmiş ve ayrıca kırılmak üzere tasnif edilen fındıkların en uygun kırılma boşlukları da elde edilmiştir [6].

Baş (1993), yapmış olduğu çalışmada, Türkiye'de fındık sanayiinde kullanılan değirmen sistemiyle fındık kırma metodu detaylıca incelenmiş; ayrıca fındığın bu yöntemle

kırılmasına kadar olan safhaları da ele alınmıştır. Fındığın, iç ve dış pazarlarda satılmasında önemli rol oynayan fındık standartları hakkında bilgi verilerek, fındık kırma teknolojisinde dezavantaj oluşturan, iç fındıktaki vurgun ve çatlak sebepleri üzerinde durulmuştur. Türkiye'deki mevcut değirmen sistemine, gelişmelere bağlı olarak alternatif bir kırma modeli olabilecek, konik tambur sistemi ile fındık kırma makinesi tasarlanıp, laboratuvarında imal edilmiştir. Bu makine, tüm boyutlardaki fındık türlerini kırabilecek şekilde tasarlanmıştır. Sivri, uzun fındık türlerinin kırılması esnasında iç fındıklarda, özellikle iç fındığın uç kısımlarında vurgun olayı görülmektedir. Bunu önlemek amacıyla kabuklu fındıkların kırılma bölgesine belli bir istikamette kontrollü olarak ulaştırılmasına çalışılmıştır. Kırma işlemi, değişik devir sayılarında ve değişik boyutlardaki fındıklarla denenmiş ve fındık için boyut istatistikleri yapılarak, en uygun kırılma aralıkları belirlenmeye çalışılmıştır [7].

Özdemir (1996), yapmış olduğu çalışmada, taşlı ve konik kırıcılarda fındık kırma işlemi kalite parametrelerini, istatistiksel olarak araştırmıştır. Yapılan çalışmada, taşlı ve konik kırıcıların verimlilikleri, çeşitli boylardaki Akçakoca fındıklarıyla, fabrika koşullarında gerçekleştirilen denemelerle karşılaştırılmıştır. Vurgun, parça, gagal, çatlamış, kırılmamış, geri dönecek, hasarsız ve gizli vurgun oranları yüzde cinsinden hesaplanmıştır. Geleneksel taşlı kırıcı/silindir boylayıcı dizgesi; 16 mm'den büyük boylarda % 3,3 (2.7) (standart sapma parantez içinde belirtilmiştir), 16 mm'den küçük boylarda % 15,9 (7.5) vurguna sebep olurken, konik kırıcı ve sallantılı ve silindir boylayıcıyla yaklaşık % 16 vurguna sebep olmuştur. Konik kırıcı/silindir boylayıcı dizgeleri, fındıkların yaklaşık %21'ini, konik kırıcı/sallantılı boylayıcı, % 25,5 (15)' ini hasarsız olarak kırarken, taşlı kırıcı/silindir boylayıcı, % 52,8 (13)'ünü hasarsız olarak kırmıştır. Gizli vurgun, taşlı kırıcı/silindir dizgesi için, %38 (4,0), konik kırıcı/silindir boylayıcı için, % 41,7 (5,8) olmuştur. Taşlı kırıcıda kırılmış iki boyun vurgun ve geri dönecek fındıkları için kalite güvence çizelgeleri hazırlanmıştır [8].

Salı (1999), yapmış olduğu çalışmada, fındık genel olarak tanımlanmış ve Türkiye'de fındık sanayiinde kullanılan değirmen sistemi ile fındık kırma metodu incelenmiştir. Bu metotta, iç fındıklarda bazı problemler meydana geldiği vurgulanmıştır. Kabuklu ve iç fındığın birçok yönden boyutlarını ölçerek diyagramlar çizilmiş ve ayrıca kırılmak üzere tasnif edilen fındıkların en uygun kırılma aralıkları da elde edilmiştir. Yeni bir fındık kırma makinesi tasarlanıp, laboratuvarında imal edilmiştir. Bu makine, tüm boyutlardaki fındık türlerini kırabilecek şekilde dizayn edilmiştir [9].

### **1.2.2.1. Yapılan alışmaların Değerlendirilmesi**

Fındık kırma makineleriyle ilgili yapılan çalışmaların temel hedefi, meyve ilerine zarar verilmeden, fındıkların verimli bir şekilde kırılmasını sağlayacak makinenin tasarlanmasıdır. Bu amaca yönelik olarak araştırmacılar genel olarak konik kırıcı, konik tamburlu, titreşimli ve eğik çeneli makineler tasarlamışlar ve çeşitli parametreleri değiştirerek en uygun kırma koşullarını deneysel yöntemlerle elde etmeye çalışmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda, havalı tip fındık kırma makinesi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu tez çalışmasının amacı; fındıkların hava ile kırılmasına etki eden faktörleri tespit etmek, temin edilen fındık cinsleri için ideal kırma koşullarını bir dizi deneyler yaparak araştırmaktır.

## 2. FINDIK HAKKINDA GENEL BİLGİLER

### 2.1. Fındığın Tarihçesi

Salı (1999), tarafından yapılan araştırmaya göre, sert kabuklu meyve türleri arasında yer alan fındık (*Corylusavellena L.*) botanikte, *Fagales* takımının, *Betulaceae* familyasının, *Corylus* cinsi içerisine girmektedir. Kültürü çok eski yıllara dayanan fındık, Kuzey Yarım Kürenin ılıman iklim kuşağını, Japonya'dan Kuzey Amerika'ya kadar yabani formlar biçiminde kaplamaktadır. Kültür formlarını oluşturan en önemli türler ise Kuzey Anadolu Dağları ve Kuzey geçit bölgelerinde yoğun olarak bulunmaktadır. Mitra vd. (2003), fındığın anavatanının Karadeniz Bölgesi olduğunu ve kültür fındığının dünyaya buradan yayıldığını bildirmektedir [2].

Yapılan çalışmalar, fındığın yaklaşık 2300 yıl önce Karadeniz kıyılarında kültüre alındığını ve son 600 yıldan beri Türkiye'den diğer ülkelere ihraç edildiğini ortaya koymaktadır [2].

### 2.2. Dünyada Fındık Üretimi

Türkoğlu'nun (1961) yılında yaptığı yayında belirtildiği üzere, fındık, dünyada, 36°-41° enlemleri arasında yetişebilen ve kendine özgü iklime ihtiyaç duyan bir bitki çeşididir. Kıyılardan en çok 30 km içerlerde ve yüksekliği 750-800 m'yi geçmeyen yerlerde yetiştirilmektedir. Fındığın yabani çeşitleri, Kuzey Yarım Kürenin ılıman iklim kuşağında hemen her bölgede yetiştirilirken, kültür çeşitleri ise başlıca Türkiye, İtalya, İspanya, ABD, Ermenistan, Ukrayna, Portekiz, Romanya, Fransa ve Çin gibi ülkelerde yetiştirilmektedir [10].

Aşağıda tablo 2.1' de ülkelere göre Dünya kabuklu fındık üretim alanları verilmiştir.

**Tablo 2.1.** Ülkelere göre Dünya kabuklu fındık üretim alanları [11].

Üretim Alanı (Ha)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Türkiye	548.000	550.000	563.000	572.000	584.000	620.000	632.000	640.000	640.800
İtalya	68.185	68.225	68.200	67.500	67.750	68.250	68.500	69.403	70.526
İspanya	21.000	21.780	21.250	20.600	20.400	20.000	20.000	20.000	20.000
A.B.D.	11.300	11.300	11.330	11.500	11.460	11.460	11.460	11.500	11.600
İran	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.250	9.500
Çin	8.500	8.600	8.600	8.500	8.500	8.600	8.600	8.700	8.800
Fransa	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	3.000
Azerbaycan	16.000	17.000	17.800	17.970	17.970	18.250	17.500	17.500	17.500
Yunanistan	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Kırgızistan	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.400	1.500
Gürcistan	7.250	7.500	8.000	8.430	8.700	9.000	9.250	9.500	9.600
Diğerleri	24.000	25.000	23.000	26.000	27.000	28.000	27.000	2.700	27.500
Toplam	718.835	724.005	735.780	747.100	760.380	798.160	808.910	818.553	829.326

Aşağıda verilen tablo 2.2' de, dünya üzerinde fındık üretimi gerçekleştiren ülkelerin yıllara göre gerçekleştirmiş oldukları kabuklu fındık üretim miktarları gösterilmektedir. Tokgöz'ün (2005), yaptığı yayında belirttiği gibi, fındık ithal eden işletmeler de üretimin artırılması yönünde faaliyetlerde bulunmaktadırlar. Örneğin; tek başına 130 bin ton kabuklu fındık kullanan, çikolata işletmesi Ferrero, Türk Fındığının yıllar içinde ihrac fiyatlarında oluşan aşırı değişimlerden olumsuz yönde etkilenmekten kurtulmak için Arjantin ve Şili'de fındık tarlaları kurdurmakta, Azerbaycan ve Gürcistan'da üreticilere destek olmaktadır [2].

**Tablo 2.2.** Ülkelere göre Dünya kabuklu fındık üretimi [11].

YILLAR	TÜRKİYE	İTALYA	İSPANYA	A.B.D.	DİĞERL.	TOPLAM (TON)
1981	402.500	100.000	23.000	13.000	29.000	567.500
1982	214.000	110.000	19.500	17.000	26.000	386.500
1983	420.000	137.000	31.000	7.500	24.000	619.500
1984	280.000	80.000	13.000	12.000	27.000	412.000
1985	184.000	117.000	30.000	22.000	26.000	379.000
1986	301.000	108.000	20.000	13.000	33.000	475.000
1987	280.000	112.000	28.000	19.000	32.000	471.000
1988	420.000	130.000	20.000	15.000	41.000	626.000
1989	550.000	117.000	24.000	12.000	20.000	723.000
1990	375.000	90.000	22.000	18.750	20.000	525.750
1991	380.000	126.000	17.500	22.750	25.000	571.250
1992	530.000	94.000	25.000	24.000	25.000	698.000
1993	300.000	82.000	12.000	34.545	20.000	448.545
1994	600.000	118.000	24.000	21.000	25.000	788.000
1995	435.000	125.000	14.800	35.000	25.000	634.800
1996	464.000	115.000	10.000	25.000	30.000	644.000
1997	470.000	90.000	20.000	40.000	30.000	650.000
1998	600.000	120.000	15.000	15.000	30.000	780.000
1999	585.000	100.000	30.000	35.000	30.000	780.000
2000	495.000	90.000	15.000	18.000	20.000	618.000
2001	725.000	115.000	25.000	40.000	30.000	935.000
2002	610.000	100.000	20.000	15.000	30.000	775.000
2003	515.000	60.000	20.000	34.000	25.000	654.000
2004	360.000	100.000	25.000	30.000	25.000	540.000
2005	580.000	70.000	20.000	25.000	30.000	725.000
2006	780.000	110.000	25.000	30.000	40.000	985.000
2007	570.000	100.000	15.000	22.000	50.000	757.000
2008	860.000	112.000	23.300	30.000	60.000	1.085.300
2009	440.000	105.000	26.000	32.000	60.000	663.000

### 2.3. Türkiye’de Fındık Üretimi

Ayfer ve ark, (1986) ve Köksal'ın (2002), yaptıkları çalışmalarda belirtildiğine göre, Anadolu, fındığın anavatanı, en değerli yabancı türlerinin doğal yayılma alanı ve kültür çeşitlerinin kaynağıdır. Fındık üretimine elverişli geniş ekolojik alanlara ve dünyanın en kaliteli fındık çeşitlerine sahiptir. Diğer taraftan Anadolu, ekonomik anlamda fındık yetiştiriciliği ve fındık ticaretinin yapıldığı ilk yerdir [12].

Özbek (2008) ve Köksal'ın (2002) çalışmalarında belirttiğine göre, Türkiye’de fındık yetiştirilen alanlar, 40°-41° enlem ve 37°-42° boylamları arasında bulunmaktadır. Bu sınırlar içinde, ekolojik koşullar bakımından en uygun alanlar Karadeniz kıyılarıdır. Fındık yetiştiriciliği Karadeniz kıyılarından 60 km içeriye ve 750 m yüksekliğe kadar çıkmaktadır [12].

Akdağ'ın (1996) belirttiğine göre, fındık, başta Giresun, Ordu ve Trabzon illeri olmak üzere Karadeniz’e kıyısı olan bölgelerde yetiştirilmektedir. Önceleri yalnızca Giresun’da yetiştirilen fındık, daha sonra, getirisinin çok olması sebebiyle diğer illerde de yaygınlaşmıştır [10].

Dikmen'in (1999) belirttiğine göre, Türkiye’de fındık üretim alanları, doğuda Gürcistan sınırından başlayan ve batıda Kocaeli iline uzanan Karadeniz’in kıyı bölgelerinden oluşmaktadır. Bugün Türkiye’de fındık üretim alanları, esas olarak iki bölgeye ayrılarak incelenmektedir [10].

I. Standart Bölge: Artvin, Rize, Trabzon, Giresun ve Ordu illerini kapsamakta olup, fındık üretimi için en önemli bölge olmaktadır

II. Standart Bölge: Samsun, Sinop, Kastamonu, Zonguldak, Bolu, Sakarya ve Kocaeli illerini kapsamaktadır.

Aşağıda tablo 2.3' te Türkiye'de bölgelere göre fındık dikim alanları gösterilmiştir.

**Tablo 2.3.** Türkiye’de bölgelere göre fındık dikim alanları [12].

YIL	ÜRETİM ALANI (HA)	AKÇAKOCA BÖLGESİ	ORDU BÖLGESİ	GİRESUN BÖLGESİ	TRABZON BÖLGESİ	TÜRKİYE TOPLAMI
2001	Alan (Ha)	162.000	226.000	100.000	57.000	545.000
2002	Alan (Ha)	164.600	228.400	100.000	57.000	550.000
2003	Alan (Ha)	167.200	234.000	101.000	60.800	563.000
2004	Alan (Ha)	169.600	237.700	102.600	62.100	572.000
2005	Alan (Ha)	172.000	245.000	103.000	64.000	584.000
2006	Alan (Ha)	181.300	266.000	105.800	66.900	620.000
2007	Alan (Ha)	185.100	274.100	105.800	67.000	632.000
2008	Alan (Ha)	188.200	277.800	106.000	68.000	640.000
2009	Alan (Ha)	190.000	282.400	107.000	68.600	648.000
2010	Alan (Ha)	190.000	292.000	110.000	68.000	660.000

Türkiye’de fındık tarımı, ürettiği katma değer ve sağladığı istihdam bakımından büyük bir öneme sahiptir. Türkiye’nin dünya fındık üretiminin büyük bir kısmını karşılaması, fındığın ülkemiz açısından ekonomik değerini daha da artırmaktadır [13].

Türkiye’deki üretimi çok eskilere dayanan fındık, geleneksel ihraç ürünü olma niteliğini devam ettirmekte ve ülkemiz ekonomisine oldukça önemli katkıda bulunmaktadır. Fındık üreten ülkeler arasında; alan, üretim ve ihracat bakımından ilk sırada yer almamıza karşılık, birim alandan alınan ürün bakımından, diğer üretici ülkelerin gerisinde bulunmaktayız. Yıldan yıla dalgalanma göstermekle birlikte ülkemizdeki fındık üretim artışı, denetimsiz ve kontrolsüz olarak genişleyen üretim sahasından kaynaklanmaktadır [14].

Yoğun olarak Karadeniz Bölgesinde yetiştirilen fındık, ürün planlaması yapılmadığından, bugün ülkemizin 33 ilinde üretilmektedir. Fındığın dünyada en kaliteli çeşitlerinin elde edildiği ve standartlarının belirlenmesinde etkili olan uygun ekolojik koşullar, Artvin, Rize, Trabzon, Giresun ve Ordu illeri olmakla birlikte, yetiştiricilik, denetimsiz olarak Artvin’den Sakarya’ya kadar uzamıştır. Bu durum, fındıkta kalite ve verim sorununu da beraberinde getirmiştir. Önceleri Karadeniz’e has bir ürün olan fındık, üretim alanlarının genişlemesiyle 33 ili içerisine almaktadır. Ekonomik olarak 395.000 aile yaklaşık 540.000 hektar alanda fındık üretimiyle uğraşmakta olup, bu da tahminen 2



milyon nüfusa tekabül etmekteyse de dolaylı olarak ülke nüfusunun 8 milyonunu ilgilendirmektedir [15].

#### 2.4. Türkiye’de Yetişen Fındık Çeşitleri

Türkiye’de yetiştirilen fındık çeşitleri meyve şekil ve özelliklerine göre gruplandırılmışlardır. Türkiye’deki fındık çeşitleri üç ana grupta incelenmekle beraber, bu ana fındık gruplar kendi içerisinde de farklı cinslere ayrılırlar. Aşağıda tablo 2.4'te bu farklı fındık çeşitleri gösterilmiştir.

**Tablo 2.4.** Türkiye'de yetişen fındık çeşitleri [16].

<b>TÜRKİYE'DE FINDIK ÇEŞİTLERİ</b>		
<b>YUVARLAK FINDIK</b>	<b>SİVRİ FINDIK</b>	<b>BADEM FINDIK</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tombul Fındık</li><li>• Palaz Fındık</li><li>• Foşa Fındığı</li><li>• Çakıldak Fındık</li><li>• Kalınkara Fındığı</li><li>• Kargalak Fındık</li><li>• Uzunmusa Fındığı</li><li>• Mincane Fındığı</li><li>• Cavcava Fındığı</li><li>• Kan Fındığı</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sivri Fındık</li><li>• İncekara Fındığı</li><li>• Acı Fındık</li><li>• Kuş Fındığı</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yuvarlak Fındık</li><li>• Yassı Fındık</li><li>• Değirmendere Fındığı</li></ul>

### **2.4.1. Yuvarlak Fındık Grubu**

Uzunluk, genişlik ve kalınlıkları hemen hemen aynı olan fındık çeşididir. Sanayide kullanılan Giresun kalitesi dışındaki yuvarlak fındıklara “Lavantin Fındıklar” denilmektedir. Genellikle orta irilikte, yüksek kaliteli çeşitlerdir ve çoğunlukla iç olarak pazarlanmaktadır. Bu fındık çeşidi randıman, yağ ve protein oranları bakımından zengindir. Kolay beyazlatılabilen çeşitlerin hemen hemen tümü bu grupta yer alır. Yuvarlak şekilleri kırmaya uygundur. Ancak tombul çeşidinde, meyve içinin kabuğu çok fazla doldurması, meyvelerin loblu ve kabuklarının elastiki olmaları gibi nedenlerle, kırma sırasında fazla vurgun iç oluşmaktadır. Bu gruba giren Tombul Fındık, tartışmasız dünyanın en üstün nitelikli çeşididir [10]. Aşağıda Yuvarlak fındık grubuna giren çeşitler sırayla tanımlanmıştır.

#### **2.4.1.1. Tombul Fındık**

Ülkemizde yetişen en önemli fındık çeşididir. Tombul Fındık çeşidi, daha ziyade Giresun ilinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Meyve kalitesinin çok iyi olması, uluslararası pazarlarda kolayca tutunmasını sağlamış ve Türk Fındığı, dünya ülkelerince aranır duruma gelmiştir. Periyodisite özelliği gösteren Tombul Fındık çeşidi, iyi ve bakımlı bahçe koşullarında, her yıl düzenli ve oldukça yüksek verim vermektedir. Tombul Fındığın meyvesi, dolgun ve muntazam şekillidir, tabla kısmına doğru genişlemekte, uç kısma doğru muntazaman daralarak sivri bir uç ile nihayetlenmektedir. Tombul Fındıkta, meyvenin üzeri bariz olukludur [16]. Aşağıda şekil 2.1'de Tombul Fındık çeşidi gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tombul fındık cinsi [17].

#### 2.4.1.2. Palaz Fındık

Lezzet ve kalitesi orta seviyede olan bu fındık çeşidi, daha ziyade Ordu ilinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Tombul Fındık' tan oldukça iri olan meyvesi; dolgun, yuvarlak ve basık, tabla kısmı geniş, uç kısmı ise havlıdır. Ortalama 16.01 mm uzunlukta ve 19.26 mm genişlikte olan meyvelerinin kabuğu donuk kahverengidir. Kabuk kalınlığı ortalama 1.66 mm ve kolay kırılmaktadır. İç meyvenin üzerinde kahverengi, ince ve ete yapışık zar bulunmaktadır. Meyvesi beyaz ve göbek boşluğu nispeten büyüktür. 600 – 650 adet kabuklu fındık 1kg gelmekte ve randımanı %49-51, yağ oranı % 64-68'dir [16].

#### 2.4.1.3. Foşa Fındığı

Daha çok, Trabzon yöresinde yetiştirilen iri ve gösterişli bir fındık çeşididir. Kabuğu kırmızımtırak-kahverengi, ortalama 1.20 mm kalınlıkta ve orta derecede serttir. Ortalama 17.87 mm genişlikte kabuklu meyveye sahiptir. İç meyve zarları, koyu kiremit, kahverengi, üzeri kaba damarlı, kalınca, meyve etine yapışık durumdadır; fildişi renkte, sertçe ve göbek boşluğu büyük olan iç, meyve kabuğunu iyice doldurmuştur. İç randımanı %50-53 ve yağ oranı % 66-69'dur [16].

#### **2.4.1.4. akıldak Fındığı**

Ordu ilinde yaygın olarak yetiştirilen bu fındık çeşidi, Batı Karadeniz Bölgesi'nde Delisava adı ile tanınmakta ve geniş ölçüde üretimi yapılmaktadır. Diğer fındık çeşitlerimizden çok daha geç uyandığından, ilkbaharın geç donlarından az zarar görmekte, her türlü iklim ve toprak koşullarına kolay uyabilmekte olan bu çeşidin verimi çok yüksektir [16].

#### **2.4.1.5. Kalınkara Fındığı**

Diğer fındık çeşitlerinin zor yetiştiği zayıf topraklarda dahi kolayca yetiştirilen bu fındık çeşidine, fındık bahçeleri içerisinde sık rastlanmakta ve ömrü azdır. Kabuğu mat, kirli kahverengi olup, uç kısmı boz renkli ve hav tabakası ile kaplıdır. Meyvesi yuvarlak, tabla kısmının ortası kabarık ve bu kısım üzerinde meyve meyilli bir şekilde durabilmektedir [16].

#### **2.4.1.6. Kargalak Fındık**

Trabzon ve Hopa dolaylarında kısmen yetiştirilen çok iri bir fındık çeşididir. Kabuğu kalın ve iç doldurması zayıf olduğundan yetiştiriciliği yapılmamakta, fındık bahçeleri içerisinde az da olsa rastlanılmaktadır [16].

#### **2.4.1.7. Uzunmusa Fındığı**

Daha çok Ordu yöresinde yetiştirilme alanı bulunan bu fındık çeşidi; iri, dolgun, ince kabuklu, oldukça verimli ve kalitelidir. Meyve kabuğu, kırmızımtırak kahverengi, ortalama 0.99 mm kalınlıkta ve tabla dışı çıkıntı yapmıştır. Kabuklu meyve, ortalama 18.85 mm uzunluk ve 17.52 mm genişliktedir. İç meyve kabuğunu iyice doldurmaktadır. İç meyvenin üzerinde ete yapışık, ince, parlak ve pürüzsüz zar bulunmaktadır. Beyazlatılmaya elverişli olan, iç meyvenin eti beyaz, gevrek, lezzetli ve göbek boşluğu küçüktür. Randımanı, %54-56 ve yağ oranı, %64-68'dir. 620-670 adet kabuklu fındık, 1kg gelmektedir [16].

#### **2.4.1.8. Mincane Fındığı**

Tombul Fındık çeşidine çok benzeyen Mincane'nin üzerinde, koyu kırmızı çizgiler bulunmaktadır. Daha ziyade Trabzon yöresinde yetiştirilmektedir. Verimi düşük ve periyodisite özelliği göstermektedir. Kabuğu açık kahverengi ve tablası nispeten dışa çıkıntı yapmıştır [16].

#### **2.4.1.9. Cavcava Fındığı**

Yetiştirilme alanı çok az bulunan bu fındık çeşidinin kabuğu, kahverengi, ortalama 0.9-1 mm kalınlıktadır. Tablası dışa çıkıntılı olan bu fındık çeşidinin kabuklu meyvesi, ortalama 18.46 mm uzunluk ve 17.33 mm genişliktedir [16].

#### **2.4.1.10. Kan Fındığı**

Çok lezzetli olan bu fındık çeşidinin kabuğu, koyu kırmızı-kahverengidir. Nispeten Trabzon yöresindeki fındık bahçelerinde yer yer rastlanılmaktadır. Tabla, düz uca doğru muntazam olarak daralmakta ve sivri bir uç ile nihayetlenmektedir. Kabuk kalınlığı ortalama 0.9 mm'dir [16].

#### **2.4.2. Sivri Fındık Grubu**

Köksal'ın (2002) yayınında belirtildiğine göre, uzunlukları genişlik ve kalınlıklarından biraz daha fazla olan çeşitlerdir. Meyvelerin uçları bazı çeşitlerde sivri, bazı çeşitlerde (İncekara) yuvarlak biçiminde sona ermektedir. Kırma sırasında çoğu zaman sivri uçlar koptuğu için kırmaya uygun görülmezler ve daha çok kabuklu olarak pazarlanırlar. Genellikle verim ve kaliteleri yüksek çeşitlerdir [10]. Aşağıda Sivri fındık grubuna giren çeşitler sırayla tanımlanmıştır.

### 2.4.2.1. Sivri Fındık

Hemen hemen fındık üretilen bütün yörelerde bu fındık çeşidine rastlanılmaktadır. Olgun meyve, iki yandan basıkça, uzun ve sivridir. Meyve kabuğu, parlak, açık kahverengi, uç kısmı nispeten kirli beyaz renkte, havlı, ortalama 1.05 mm kalınlıkta ve kolay kırılır [16]. Aşağıda şekil 2.2' de Sivri Fındık çeşidi gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Sivri fındık cinsi [17].

### 2.4.2.2. İncekara Fındığı

Diğer fındık çeşitlerinin üretildiği fındık bahçelerinde yer yer rastlanılmakta olan bu fındık çeşiti, zayıf topraklarda dahi kolaylıkla yetiştirilebilmektedir. Tabla kısmı küçük ve dışa kabarıktır. Meyvenin uç kısmında, hav tabakası geniş bir yer işgal etmektedir. Kabuğu, mat ve koyu kahverengidir. Meyvesi, iri ve sivridir [16].

### 2.4.2.3. Acı Fındık

Verim ve kalitesi düşük olan bu fındık çeşidinin meyvesi yaş iken acıdır. Kabuğu girintili çıkıntılı olan bu fındık çeşidi, sivri fındıktan iri, yassı ve daha enlidir. Kabuk açık kahverengidir ve ortalama kalınlığı 1 mm'dir. Kabuklu meyve ortalama 18.68 mm uzunluk ve 16.63 mm genişliktedir [16].

#### **2.4.2.4. Kuş Fındığı**

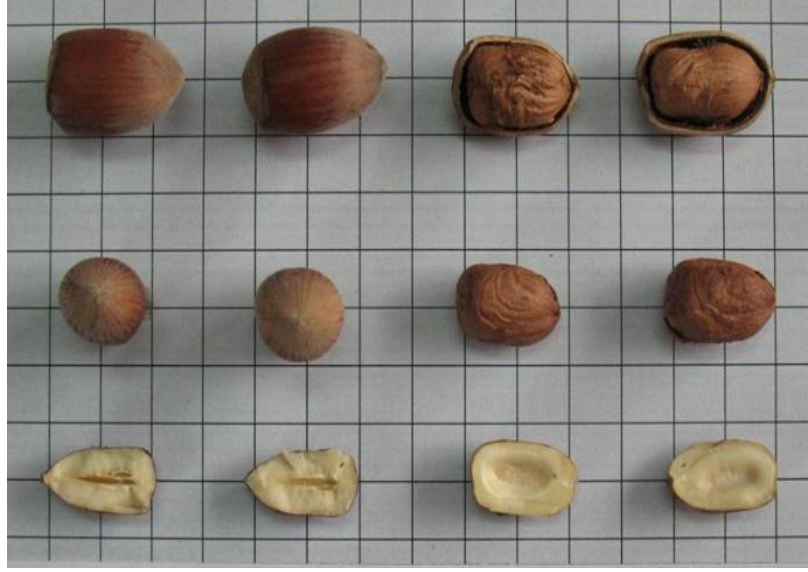
Sivri fındığa çok benzeyen bu fındık çeşidinin tablası, düz ve kabuğu ince olup, kuşlar tarafından kolay kırıldığı için bu adı almış ve verimi oldukça düşüktür. Kabuğu, parlak kahverengi, ortalama 1.1 mm kalınlıkta, meyve ise 19.08 mm uzunluk ve 16.28 mm genişlikte [16].

#### **2.4.3. Badem Fındık Grubu**

Köksal'ın (2002) yayınında belirtildiğine göre, uzunlukları, kalınlık ve genişliklerinden oldukça fazla olan çeşitlerdir. Genellikle iri, gösterişli ama düşük kaliteli çeşitlerdir. Kırmaya ve işlemeye uygun olmadıklarından uluslararası pazarlarda önemi yoktur. Kabuklu olarak tüketilirler ve erkenci tipleri, ılıman iklimlerde, taze fındık olarak yetiştirilip pazarlanır [10]. Aşağıda Badem Fındık grubuna giren çeşitler sırayla tanımlanmıştır.

##### **2.4.3.1. Yuvarlak Badem Fındığı**

Meyveleri oldukça uzun ve sivri olan bu fındık çeşidinin kabukları incedir. Kabuklu meyve, ortalama 24.35 mm uzunluk ve 15.14 mm genişlikte olup kabuk kalınlığı, 1mm civarında bulunmaktadır. Meyvesi, silindirik ve uzun olup sivri bir uç ile son bulmaktadır. Aşağıda şekil 2.3' te yuvarlak badem fıstığı gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Yuvarlak badem fıncığı cinsi [17].

#### 2.4.3.2. Yassı Badem Fıncığı

Verimi oldukça düşük olan bu fıncık çeşidinin meyvesi, her iki yandan basıkça ve oldukça uzundur. Kabuklu meyve, tabladan itibaren genişlemekte ve daha sonra daralarak küt bir uç ile son bulmaktadır [16].

#### 2.4.3.3. Değirmendere Fıncığı

Taze olarak tüketilen, iri, kalın kabuklu, turfanda ve çok lezzetli bir fıncık çeşidi olup daha ziyade İzmit civarında yetiştirilmektedir[16].

### 2.5. Fıncığın Bileşimi ve Yararları

Enerji değeri, 639 kcal/100g olan fıncığın protein içeriği, %8,2 olarak bulunmuştur. Bu değeri, bitkisel kaynaklı proteinler için önemli sayılmaktadır. İncelenen fıncık çeşitlerinde ortalama yağ oranı, % 62,7 olarak saptanmıştır. Bu yağın, yağ asitleri bileşiminin %82'sini oleik asit oluşturmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, fıncıkta çok yüksek düzeylerde bulunan tek çift bağılı doymamış yağ asidi oleik asidin kanda kolesterolün



yükselmesini önlediği ve böylece kalp-damar hastalıklarına karşı koruyucu etki gösterdiği belirtilmektedir [16].

Fındığın ve fındık yağının bu açıdan önemi, Amerika Birleşik Devletleri Kaliforniya Eyaletinde yapılan 6 yıl süreli bir araştırma ile de belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre, günde en az bir kere fındık yiyen veya fındık yağı kullanan bir insanın, hiç fındık yağı kullanmayan insana göre enfarktüsten ölme riski yarı yarıya azalmaktadır [26].

TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Merkezi Gıda ve Soğutma Teknolojileri Araştırma Bölümünde bu konuda yürütölen kapsamlı çalışmalar sonuçlanmıştır. İncelenen fındık ve fındık yağı örneklerinde ortalama vitamin içerikleri aşağıda verilmiştir [16].

Fındığın genel kimyasal bileşimi (g/100g):

Nem : 4,6

Yağ : 62,7

Karbonhidrat : 11,6

Protein : 16,2

Selöloz : 2,7

Köl : 2,2

Fındığın içindeki vitaminler (mg/100g):

B1 Vitamini : 0,33

B6 Vitamini : 0,24

B2 Vitamini : 0,12

E Vitamini : 31,4

Fındığın içindeki mineraller (mg/100g):

Demir : 5,8

Potasyum : 655,3

Bakır : 1,3

Kalsiyum : 160,0

Sodyum : 2,1

Manganez : 5,1

Çinko : 2,2

Magnezyum : 16,2

### **3. FINDIK KIRMA MAKİNESİ TASARIM ÇALIŞMALARI**

Bu bölümde, deneylerin yapılmasına olanak sağlayan, Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi tasarım ve imalat çalışmaları süreci, sistematik olarak açıklandı. Yapılan bu çalışmanın giriş bölümünde belirtildiği gibi ilk olarak şekil 1.1' de gösterilen darbeli öğütme sistemi örnek alınarak basit bir fındık kırma makinesi tasarım ve imalatı yapıldı. Daha sonra, bu fındık kırma makinesi kullanılarak, bir takım ön deneyler yapıldı. Yapılan ön deneyler sırasında karşılaşılan problemler dikkate alındı ve fındık kırma makinesi üzerinde tasarım değişiklikleri yapılarak, deneyleri yapmak amacıyla, yeni bir Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi imalatı yapıldı.

#### **3.1. Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi Başlangıç Tasarımı**

Havalı Tip Fındık Kırma Makinesinin ilk imalatı aşağıda şekil 3.1' de şematik olarak gösterildiği gibi yapıldı. Yapılan Fındık Kırma Makinesinin imalat aşamaları aşağıda anlatıldı:

Kompresörde üretilen basınçlı hava, lüleye (d) bir hava hattıyla (a) ulaştırıldı. Hava hattı üzerine küresel vana (b) bağlantısı yapıldı. Lüle üzerine fındık besleme haznesi (c) bağlandı. Lüleden çıkan fındıkların çarpması için lülenin karşısına çarpma plakası (e) yerleştirildi. Lüle ve çarpma plakasının altına destek parçaları (f) montajı yapıldı.

Yapılan Fındık Kırma Makinesi tasarımında, lüle çapı, lüle boyu, besleme haznesi hacmi ve çarpma levhası boyutlarının seçim yöntemi aşağıda sırasıyla özetlendi:

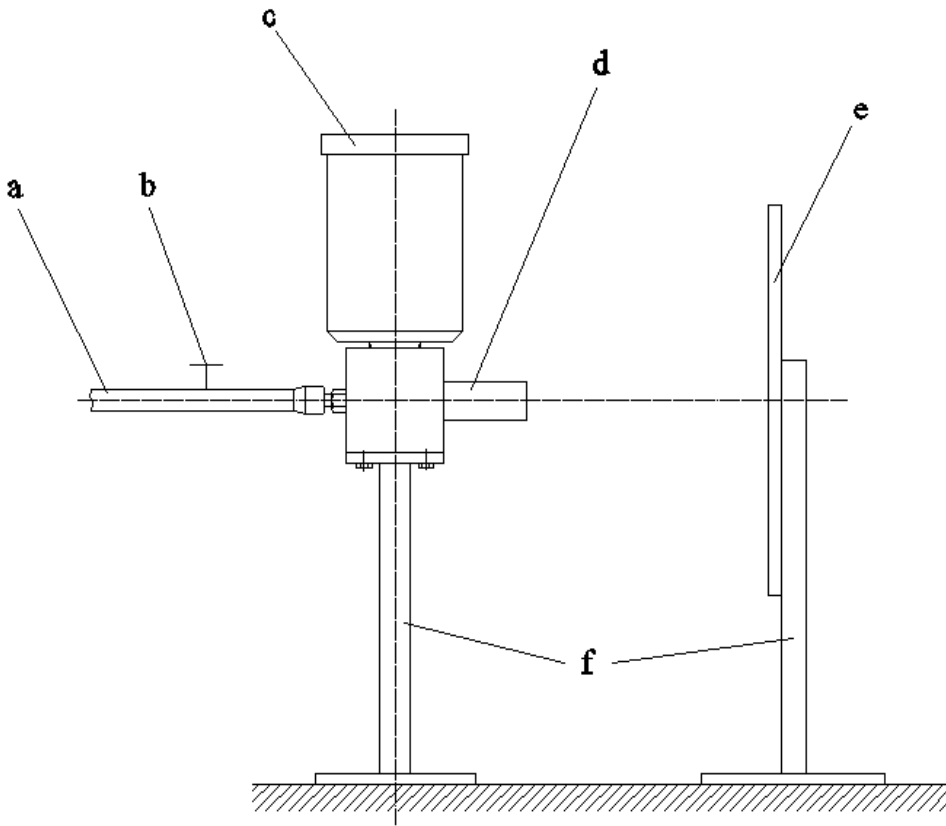
**Lüle çapı seçimi:** Yapılan fındık ölçümlerinde en büyük fındık boyutları 21,5 mm (fındığın uzunluğu) olarak hesaplandı. Buna göre lüle çapı, fındıkların lüleden sıkışmadan geçmesini sağlayacak şekilde 22,5 mm olarak alındı.

**Lüle boyu seçimi:** Lüle boyu başlangıç değeri 75 mm olarak alındı. Lüle boyunun daha küçük değerlerinde etkisinin gözlemlenmesinin zor olacağı düşünüldü. Yapılan ön deneylerde lüle boyu artırılarak etkisi gözlemlendi.

**Besleme haznesi boyut seçimi:** Deneyler sırasında kullanılan fındık miktarları göz önünde bulundurularak besleme haznesi, kabaca 100 mm çapında ve 100 mm boyunda ve hazne içi konik işlenmiş olarak imal edildi. Besleme haznesinin lüleye bağlantısı, haznenin

sökülüp takılmasına imkan sağlayacak şekilde vidalı olarak yapıldı. Ayrıca, hazneden lüleyle fırdıkların düşmesi için açılan delik çapı da fırdıkların sıkışmasını engelleyecek şekilde 22,5 mm olarak alındı.

Çarpma levhası boyut seçimi: Lüleden fırlayan fırdıkların levhaya, ayarlanan belirli mesafelerde çarpmasına olanak sağlayacak şekilde çarpma levhası boyutları, 250x250 mm olarak alındı. Daha küçük levha boyutlarında; uzak kırma mesafelerinde lüleden fırlayan fırdıkların, belirli eğim açısı yaparak, levhaya çarpmadan levhanın yan taraflarına gidebileceği düşünöldü.



Şekil 3.1. Fındık kırma makinesi başlangıç tasarımı

## 3.2. Ön Deneyler

Başlangıç tasarımı şekil 3.1’ de gösterildiği gibi yapıp imalatı yapılan Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi kullanılarak aşağıda anlatılan ön deneyler yapılmaya başlandı. Her ön deney sonucunda tespit edilen problemler dikkate alınarak Fındık Kırma Makinesi, üzerinde tasarım değişiklikleri yapıp yeniden imal edildi. Ön deneyler sonucunda fındık kırma deneylerinin yapılacağı Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi imal edildi ve deneyler sırasında kullanılacak değişkenler tespit edildi.

### 3.2.1. Ön Deney-1

Çalışmanın başlangıcında, hava ile fırlatılan fındığın sert bir cisme çarptığı anda nasıl bir davranış sergileyeceğini tespit etmek amacıyla bir deney yapıldı.

Şekil 3.1’ de gösterilen Fındık Kırma Makinesi, atölye ortamında mevcut bulunan hava sistemine bağlandı ve sisteme fındık beslemesi yapılarak deney yapıldı. Deney sonucunda karşılaşılan sorunlar ve bu sorunlara düşünülen çözümler aşağıda sırasıyla anlatılmıştır.

#### a) Karşılaşılan problem-1

Atölyede bulunan hava sistemi merkezi bir kompresörden beslenmektedir. Dolayısıyla kompresörde üretilen hava, yaklaşık 30 metrelik bir hava hattıyla atölyeye taşınmaktadır. Lüleye bağladığımız bu hava hattı açıldığı anda, fındıkların kısa bir süre için çarpma levhasına çarparak kırıldığı gözlemlendi. Ancak daha sonra fındıkların, ilk fırlatma anındaki hızını kaybettiği ve çok yavaş bir şekilde lüleden çıktığı gözlemlendi. Bu durumun bu haliyle fındık kırmaya uygun olmadığı görüldü. Bu problemin giderilmesi için; hava hattı çıkışına küçük bir hava tankı ilave edilerek havanın depolanması ve lülenin bu hava tankının çıkışına bağlanarak hava debisinin ayarının sağlanması düşünüldü.

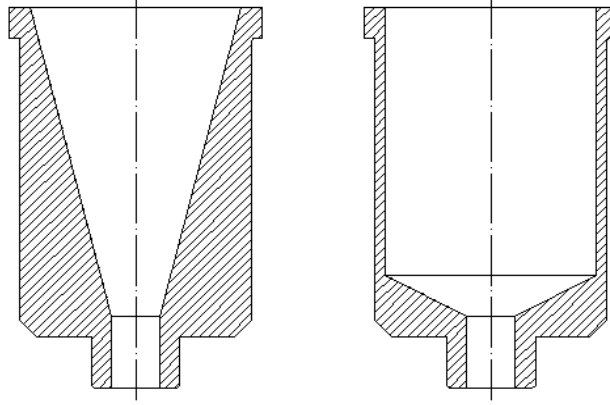
#### b) Karşılaşılan problem-2

Hava ilk açıldığı anda fırlayan fındıkların, çarpma levhasına çarptıktan sonra çok düzensiz bir şekilde etrafa saçıldığı gözlemlendi. Bu durum, kırma işleminin kapalı bir alan içerisinde yapılmasını zorunlu hale getirdi. Bunu için; çarpma levhasını kapalı bir alan içerisine yerleştirerek kırılan fındıkların bir yerde toplanması çözüm için düşünüldü.

### c) Karşılaşılan problem-3

Koni şeklindeki fındık besleme haznesinin içerisine bırakılan fındıkların, haznenin çıkışına doğru lüleyle girmekte zorlandıkları ve sıkıştıkları görüldü.

Bunun için; fındık besleme haznesinin geometrisi değiştirilerek denenmesi düşünüldü. Aşağıdaki şekil 3.2' de kullanılan koni şeklindeki fındık haznesi ve çözüm için yapılan diğer fındık haznesi şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Koni ve silindirik şeklindeki fındık besleme hazneleri

### Karşılaşılan problem-4

Ön deney-1' de kullanılan lülenin boyu 75 mm olarak imal edildi. Bu durumda lüleyle giren fındıkların yeteri kadar hızlanmadan fırladıkları gözlemlendi. Bunun için lüle boyunun uzatılması düşünüldü.

### 3.2.2. Ön Deney-2

Ön deney-1' de karşılaşılan problemlere düşünülen çözümler uygulanarak yeniden imal edilen Fındık Kırma Makinesi ile yapılan deneylerde, aşağıda sıralanan hususlar tespit edilmiştir.

a) 5 litre hacminde üretilen hava tankı atölye içerisinde mevcut hava sistemine monte edildi ve bu hava tankının çıkışına lüle bağlanarak denendi. Sonuç olarak yapılan ilk deneye göre fındık fırlatma sürekliliğinin arttığı gözlemlendi.

Yapılan deney sonucunda, daha büyük bir hava tankıyla fındık fırlatma sürekliliğinin daha da artırılacağı ve fındık fırlatma sürekliliğinin hava debisiyle doğru orantılı olduğu tespit edildi.

Yapılan deney sonucunda, hava tankıyla fındık kırma aparatı arasına hava yolunu açmak amacıyla yerleştirilen küresel vananın açılma esnasında ilk fındıkların basınçsız bir şekilde düştüğü gözlemlendi. Bunun için, ani açılan bir vana sistemi kullanılarak havanın fındıklara aynı anda etki etmesinin sağlanması çözüm olarak düşünüldü.

b) St-37 sac malzemeden üretilen kapalı bir kutu içerisine yerleştirilen çarpma levhasına çarptırılan fındıkların kırma işlemi sonucunda kutunun dip tarafında toplandığı gözlemlendi. Böylece fındıkların etrafa saçılması önlenerek daha sağlıklı bir deney yapıldı.

c) Şekil 3.2' de gösterilen silindirik fındık besleme haznesi deney-1 de kullanılan konik hazneye göre özellikle küçük boyutlu fındıklarda daha iyi sonuç vermesine rağmen fındıkların besleme sırasında sıkışma probleminin devam ettiği tespit edildi. Bunun için; fındıkların sıkışmasını önlemek amacıyla, fındık besleme haznesinin lüleye mafsalı bir şekilde bağlanarak elle fındık besleme haznesine titreşim verilmesine karar verildi.

d) Lüle boyunun 75 mm' den 175 mm' ye çıkartılması sonucu fındıkların fırlatma hızının arttığı gözlemlendi.

### **3.2.3. Ön Deney-3**

Ön deney-1 ve ön deney-2' de tespit edilen hususlar düşünülerek yeniden imal edilen Fındık Kırma Makinesi kullanılarak yapılan deneyler ve sonuçları aşağıda sıralanmıştır.

a) 200 litre kapasiteli bir hava tankı kullanıldı. Hava tankına maksimum 150 PSI değerini gösteren basınç saati bağlandı ve tankın hava basıncı 120 PSI olarak okundu. Ayrıca hava tankıyla lüle arasına, ani açılma özelliği olan bir hava vanası takıldı.

Yapılan deney sonucunda fındıkların fırlatma sürekliliğinin çok belirgin bir şekilde arttığı gözlemlendi. Aynı zamanda kullanılan ani açılan vana sayesinde fırlatma havasının fındıklara etkisinin daha düzgün olduğu gözlemlendi. Bu sayede daha önce kullanılan küresel vananın sebep olduğu, açma sırasında fındıkların bir kısmının düşük basınçla fırlaması problemi giderilmiş oldu.

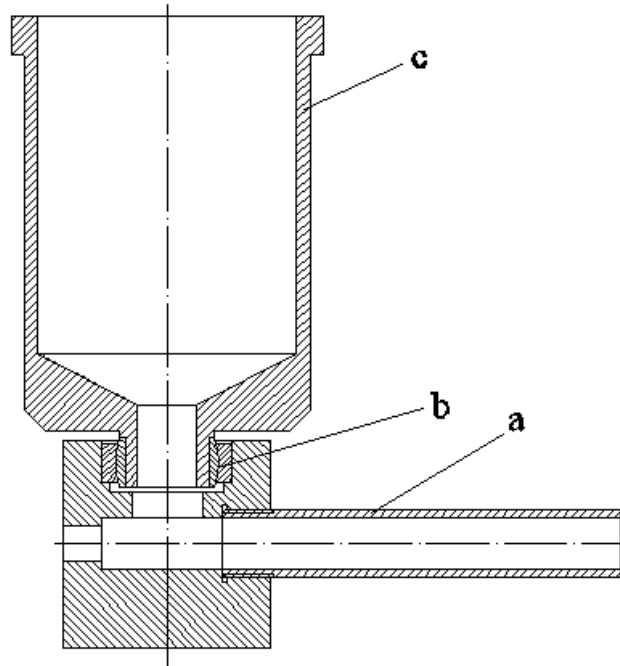
Fındıkların fırlatılması sırasında hava tankındaki basıncı sabit tutmak için tank çıkışına basınç ayar valfi bağlanmasına karar verildi.

b) Fındıkların sıkışmasını önlemek için, fındık besleme haznesi ile lüle arasında mafsalı bir bağlantı yapıldı ve sistem denendi. Aşağıda şekil 3.3' te görüldüğü gibi lülenin (a) üst kısmına yerleştirilen mafsalı yatak (b) ile fındık besleme haznesi (c) bağlandı. Bu sayede fındık besleme haznesinin elle belirli bir açıda her yöne hareket etmesi temin edildi.

Gerekli bağlantılar yapıldıktan sonra fındık besleme haznesine ilk olarak on adet fındık, daha sonra yirmi adet fındık ve otuz adet fındık konularak denendi.

Yapılan deney sonucunda fındık besleme haznesine on adet fındık konulduğu durumda olumlu sonuç alındı. Ancak yirmi ve otuz adet fındık konulduğu durumlarda sıkışma probleminin devam ettiği gözlemlendi. Bunun sebebi fındık besleme haznesine konulan fındıkların az olduğu durumda daha rahat çalkalandığı ve böylece sıkışmanın engellendiği, fındıkların çok olduğu durumda ise rahat bir çalkalama işleminin yapılamadığı şeklinde yorumlandı.

Çözüm olarak, fındık besleme haznesinin içerisine karıştırıcı bir sistem yapıp denenmesi düşünüldü.



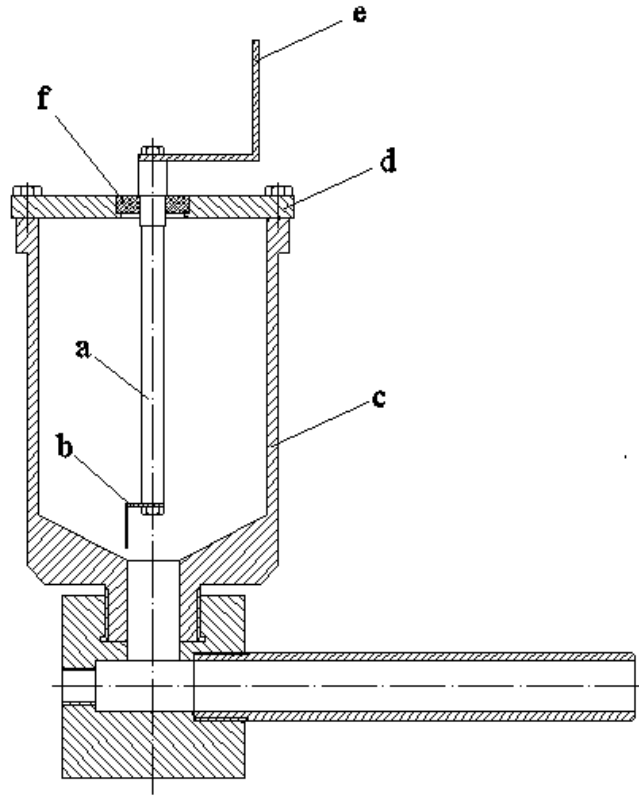
Şekil 3.3. Fındık besleme haznesi ile lüle arasında yapılan mafsalı bağlantı

### 3.2.4. Ön Deney-4

Bu deney, fındıkların besleme sırasında oluşan sıkışma problemine çözüm bulmak amacıyla yapıldı.

Öncelikle şekil 3.4' te görüldüğü gibi, 10x30 mm lama malzeme kullanılarak fındık besleme haznesine (c) bağlanacak şekilde, karıştırıcı mili bağlantı şasesi (d) yapıldı. Bu şasenin üst kısmına bir teflon yatak (f) yerleştirildi ve karıştırıcı mil (a) monte edildi. Milin üst kısmına çevirme aparatı (e) monte edildi. Milin alt kısmına ise ince bir sac kullanılarak imal edilen karıştırıcı (b) monte edildi. Yapılan bu işlemlerden sonra sistem denendi.

Sonuç olarak fındıkların lüleye girişi sırasında karşılaşılan sıkışma problemi giderildi. Yapılacak olan yeni deney aparatında karıştırıcı sistemin kullanılmasına karar verildi.



Şekil 3.4. Fındık besleme haznesine uygulanan karıştırıcı sistem



### 3.2.5. Ön Deney-5

Daha önce yapılan deneylerde, lüle çapı 22,5 mm olarak alınarak deneyler yapıldı. Yapılan bu deneyde ise lüle çapı 25 mm alındı ve findığın kırılmasına lüle çapının etkisi gözlemlendi.

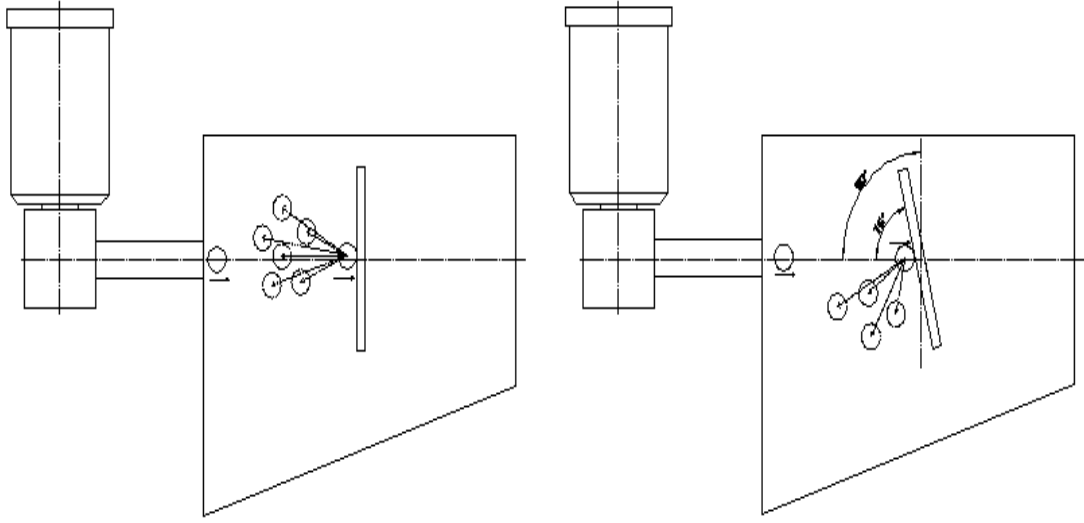
Yapılan deney sonucunda; findıkların 25 mm lüle çapında, 22,5 mm lüle çapına göre toplam kırma oranının azaldığı tespit edildi. Böylece lüle çapının findık kırma işleminde çok etkili bir parametre olduğu anlaşıldı.

### 3.2.6. Ön Deney-6

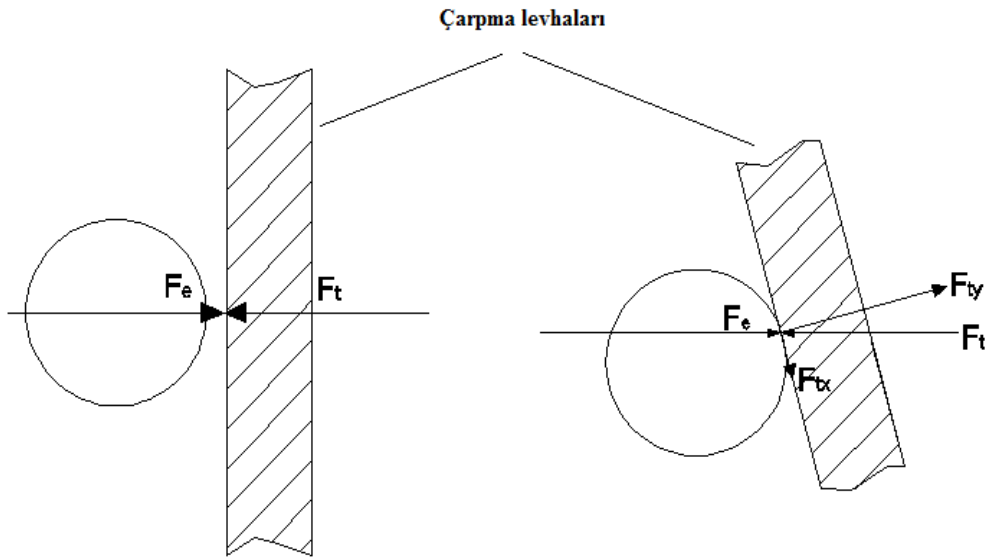
Bu ön deneyde çarpma plakasının açisal olarak konumunun kırmaya etkisi araştırıldı. Buna göre aşağıda şekil 3.5' te görüldüğü gibi çarpma plakası findıkların çarpma doğrultusuna dik ve 75° açı yapacak şekilde iki ayrı konumda denendi.

Deneyler sonucunda; dik konumdaki çarpma plakasına çarpan findıkların geri sıçramaları sırasında, arkadan gelen findıkların plakaya düzgün çarpmasını engelleyerek bir düzensizlik oluşturduğu gözlemlendi, 75° açı yaparak yerleştirilen çarpma plakasıyla yapılan deney sonucunda ise plakaya çarpan findıkların geri sıçrama yönü, kırma haznesinin alt tarafına doğru olduğu gözlemlendi. Bu durumda arkadan gelen findıkların plakaya çarpıp geri sıçrayan findıklarla çarpışması engellenerek daha sağlıklı bir deney yapılmış oldu. Sonuç olarak, ileride yapılacak deneylerde çarpma plakasının findıkların çarpma doğrultusuna 75° açı yapacak şekilde yerleştirilmesi uygun görüldü.

Açının 75°' den, 90°' ye yaklaşması durumunda levhaya çarpan findıkların geri sıçrama doğrultuları lüleden çıkan findıkların çarpma levhasına hareket doğrultularına yaklaştığı görüldü. Açının 0°' ye yaklaşması durumunda ise çarpma levhasına çarpan findıklara, levha tarafından uygulanan tepki kuvveti aşağıda şekil 3.6' da gösterildiği gibi bileşenlerine ayrıldığında  $F_{tx}$  kuvveti artarken,  $F_{ty}$  kuvveti azalacaktır. Bu durumda, findıkların  $F_{tx}$  kuvvetinin etkisiyle levha üzerinde kayma hareketi yaptığı ve  $F_{ty}$  kuvveti azaldığı için ise kırma oranının düştüğü gözlemlendi.



Şekil 3.5. Çarpma plakası konumu



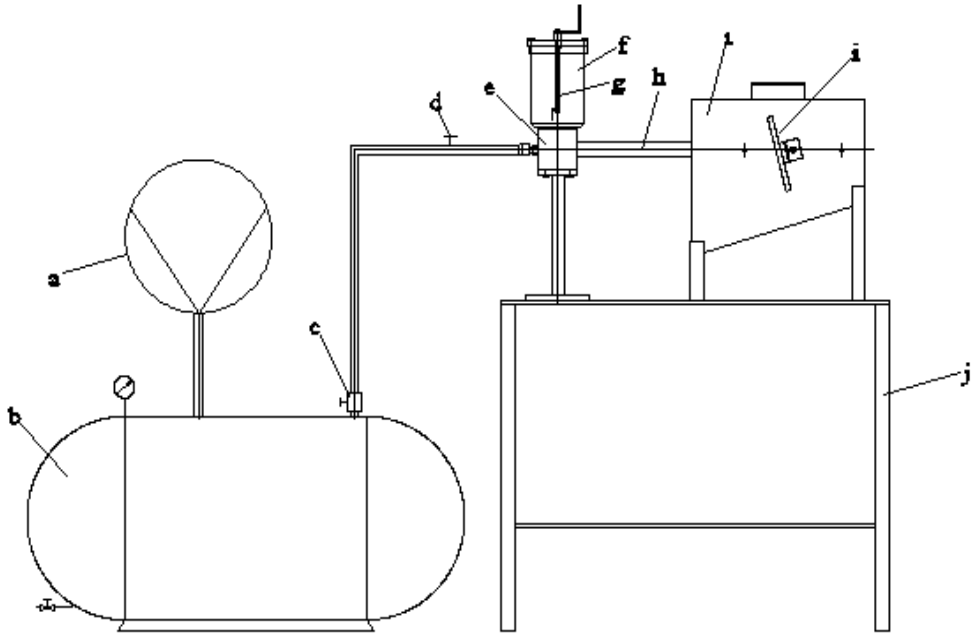
Şekil 3.6. Çarpma plakası açılal konumunun kuvvetlere etkisi

### 3.3. Havalı Tip Fındık Kıрма Makinası Genel Tanıtımı ve Çalışma Prensibi

Yapılan ön deneyler sonucunda, bir takım tasarım değişiklikleri yapılarak imalatı yapılan Havalı Tip Fındık Kıрма Makinesi' nin şematik şekli, aşağıda şekil 3.7' de gösterilmiştir. Ayrıca şekil 3.8 ve 3.9' da ise imalatı yapılan Havalı Tip Fındık Kıрма Makinesi gösterilmiştir.

Havalı Tip Fındık Kıрма Makinesi, şekil 3.6' da gösterilen şematik resimde görüldüğü gibi hava kompresörü (a), hava tankı (b), basınç ayar valfi (c), açma vanası ve hava hortumu (d), lüle bağlantı parçası (e), fındık besleme haznesi (f), karıştırıcı sistem (g), lüle (h), fındık kırma haznesi (i), çarpma plakası (i) ve alt şase (j) olmak üzere imal edildi.

Çalışma prensibi: Kompresörde üretilen hava, hava tankına depolandı. Hava tankı çıkışına, basıncı ayarlamak için basınç ayar valfi bağlandı. Bu durumda hava tankından çıkan havanın istenilen basınçta lüleye ulaşması sağlandı. Lüle ile basınç ayar valfi arasına ani açılabilen bir hava vanası yerleştirildi. Bu sayede basıncı ayarlanan havanın lüleye ulaşması sağlandı. Fındık besleme haznesine bırakılan fındıklar, karıştırıcı sisteminin etkisiyle lüleye düştükleri anda basınçlı havanın etkisiyle çarpma levhasına hızlı bir şekilde çarptırıldı ve levhaya çarpan fındıklar kırılarak eğimli alt yüzeyden aşağıya düşürüldü.



Şekil 3.7. Havalı tip fındık kırma makinesi şematik gösterimi

### 3.3.1. Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi Tanıtımı

Havalı Tip Fındık Kırma Makinesini meydana getiren parçalar aşağıda sıralanmış ve açıklamaları yapılmıştır.

- 1- Sabit hava kompresörü,
- 2- Hava tankı ve bağlantı hortumları,
- 3- Hava basınç regülatörü,
- 4- Hava açma vanası,
- 5- Lüle bağlantı parçası ve alt şasesi
- 6- Lüle,
- 7- Fındık besleme haznesi,
- 8- Fındık karıştırma düzeneği,
- 9- Fındık kırma haznesi,
- 10- Çarpma levhası ve bağlantı şasesi.
- 11- Üst kapak,
- 12- Alt şase.



Şekil 3.8. Deney aparatı genel görünümü (a)



Şekil 3.9. Deney aparatı genel görünümü (b)

### 3.3.1.1. Sabit Hava Kompresörü

Deney için gerekli olan basınçlı hava, atölye ortamında mevcut olan hava kompresörüyle temin edildi. Kompresör hava basıncı 50-120 PSI arasında ayarlanabilmektedir.

### 3.3.1.2. Hava Tankı ve Bağlantı Hortumları

Hava kompresöründen Fındık Kırma Makinesinin bulunduğu yere gelen basınçlı hava, tanka depolandı. Daha sonra aşağıda sıralanan işlemler yapıldı:

- Hava tankı üzerine maksimum 150 PSI gösterme kapasiteli basınç saati bağlandı,
- Hava tankına hava tahliye bağlantısı yapıldı,
- Hava tankından lüleye 1,5 metre boyunda bir hava hattı çekildi,
- Hava tankı çıkışına hava basıncı ayarlamalarında kullanılmak için basınç regülatörü monte edildi.

### 3.3.1.3. Hava Basınç Regülatörü

Hava basınç regülatörü, deney basıncını ayarlamak amacıyla hava tankı çıkışına monte edildi. Regülatör, 0-150 PSI arasında ayarlanabilmektedir. Bu durumda istenilen hava basıncında deneylerin yapılmasına olanak sağlandı. Aşağıda şekil 3.10' da hava basınç regülatörü gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Hava basınç regülatörü genel görünümü

### 3.3.1.4. Hava Açma Vanası

Deney aparatında kullanılan hava açma vanası, aşağıda şekil 3.11' de gösterilmiştir.

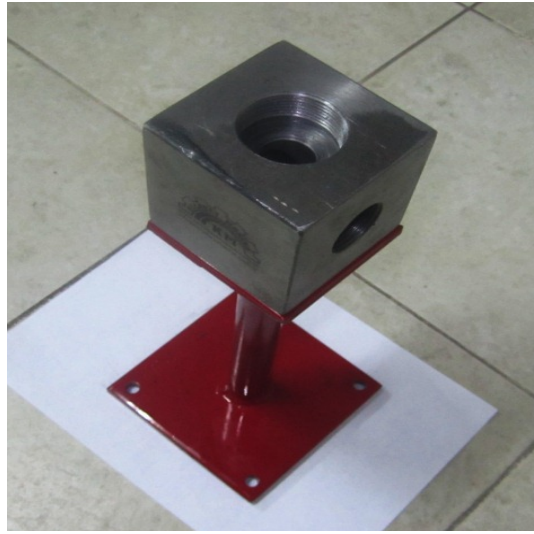


Şekil 3.11. Hava açma vanası

### 3.3.1.5. Lüle Bağlantı Parçası ve Alt Şasesi

Aşağıda şekil 3.11’ de gösterilen lüle bağlantı parçası, yapılacak olan deneyler sırasında kullanılacak farklı uzunluk ve çaptaki lülelerin vidalı bağlantılarının yapılması amacıyla, her lüle çapı için ayrı ayrı olmak üzere iki adet olarak imal edildi. Lüle bağlantı parçasının imalatında 80x80 mm kesitinde C 1040 malzeme kullanıldı.

Lüle bağlantı parçasının alt kısmına ise şekil 3.12’ de görülen destek şasesi monte edildi.



Şekil 3.12. Lüle bağlantı parçası ve alt şasesi

### 3.3.1.6. Lüle

Aşağıda şekil 3.13’ te lüle bağlantı parçasına monte edilmiş şekilde gösterilen lüle, ileride yapılacak deneylere olanak sağlamak amacıyla iki farklı çap grubunda ve her çap için üç farklı uzunlukta olmak üzere 6 adet olarak imal edildi. Lüle imalatında, iç çapları 22,5 mm ve 25 mm olan çelik çekme borular kullanıldı. Lülelerin bağlantılarını yapmak amacıyla üzerlerine diş açıldı.



Şekil 3.13. Lüle

### 3.3.1.7. Fındık Besleme Haznesi

Aşağıda şekil 3.14' te, lüle bağlantı parçasına üstten vidalı bağlantı yapılarak monte edilen fındık besleme haznesi gösterilmiştir. Fındık besleme haznesi yapılacak olan deneylerde kullanılacak fındıkların lüle bağlantı parçasına girmeden önce toplu halde buldukları bir parça olarak tasarlandı. Bu sayede istenilen ağırlıkta fındık hazneye konularak deneyler yapılacaktır.

Fındık besleme haznesi 110 mm dış çapında, C1040 dolu malzemeden imal edildi ve alt tarafına diş açılarak lüle bağlantı parçasına dişli bağlantıyla monte edildi. Ayrıca fındık besleme haznesinin üst tarafına, fındık karıştırma düzeneğinin bağlantısını yapmak amacıyla iki adet M6 diş açıldı.



Şekil 3.14. Fındık besleme haznesi



### 3.3.1.8. Fındık Karıştırma Düzenegi

Fındıkların sıkışmasını önlemek amacıyla imal edilen düzenek aşağıda şekil 3.15' te üst taraftan gösterilmiştir.



Şekil 3.15. Fındık karıştırma düzenegi üstten görünüşü

### 3.3.1.9. Fındık Kırma Haznesi

Fındık kırma haznesi, 1,5 mm kalınlığındaki St-37 sac malzemenen, 350 mm boyunda, 200 mm eninde olmak üzere imal edildi. Haznenin alt tarafı eğimli yapılmak suretiyle kırılan fındıkların aşağıya doğru akmaları düşünöldü. Ayrıca fındık kırma haznesi yan sacları üzerine, farklı kırma mesafelerinde deney yapmayı temin etmek için belirli aralıklarla çarpma levhası bağlantı delikleri açıldı. Aşağıda şekil 3,16' da fındık kırma haznesi gösterilmiştir.

### 3.3.1.10. Çarpma Levhası ve Bağlantı Şasesi

Aşağıda şekil 3.15' te, çarpma levhası ve bağlantı şasesi, fındık kırma haznesine monteli şekilde gösterilmiştir. Çarpma levhaları; düz, sivri uçlu ve kare uçlu yüzey özelliklerinde 10 mm kalınlığında St-37 malzemenen imal edilmiştir.



**Şekil 3.16.** Fındık kırma haznesi ve çarpma levhası

### **3.3.1.11. Üst Kapak**

Fındık kırma haznesinin üst kısmını kapatmak amacıyla, 1 mm kalınlığında St-37 sac kullanılarak imal edildi.

### **3.3.1.12. Alt Şase**

Fındık Kırma Makinesinin belirli bir yüksekliğe getirilmesi ve deney parçalarının bir arada tutulması amacıyla iki katlı olarak 500x1000x1500 mm boyutlarında imal edildi

#### 4. FINDIKLARIN TANITIMI VE DENEY YÖNTEMİ

Yapılacak olan deneylerde, aşağıda tablo 4.1' de isimleri verilen üç ayrı tip fındık kullanıldı. İlk olarak her bir fındık tipi için boyut ölçümü yapıldı.

**Tablo 4.1.** Deneylerde kullanılan fındık cinsleri

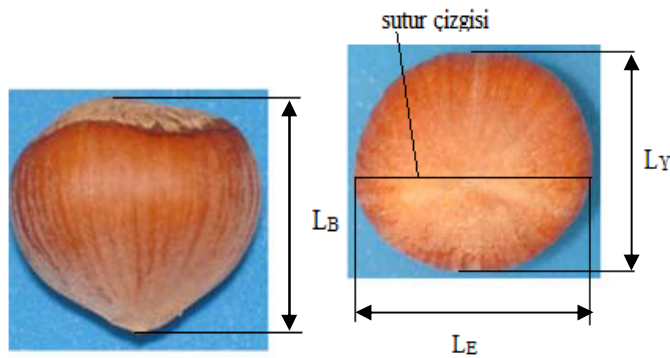
Kısaltma	Açıklama
A Tipi	Yuvarlak fındık-1
B Tipi	Yuvarlak fındık-2
C Tipi	Yuvarlak fındık-3

##### 4.1. Deneylerde Kullanılan Fındıkların Ölçüleri

Fındıkların ölçümleri aşağıda açıklanan yöntemle göre elde mevcut olan 1/20'lik kumpas kullanılarak yapıldı.

##### 4.1.1. Yöntem

Deneylerde kullanılan A, B ve C tipi fındıklardan her birinin içerisinde rastgele 50' şer adet seçildi ve ölçümleri yapıldı. Fındıkların ölçülen boyutları, aşağıda şekil 4.1' de gösterildi.



**Şekil 4.1.** Fındık boyutlarının gösterilmesi

Fındığın boyu ( $L_B$ ); meyve tablası ile uç kısım arasındaki mesafenin ölçülmesiyle bulundu.

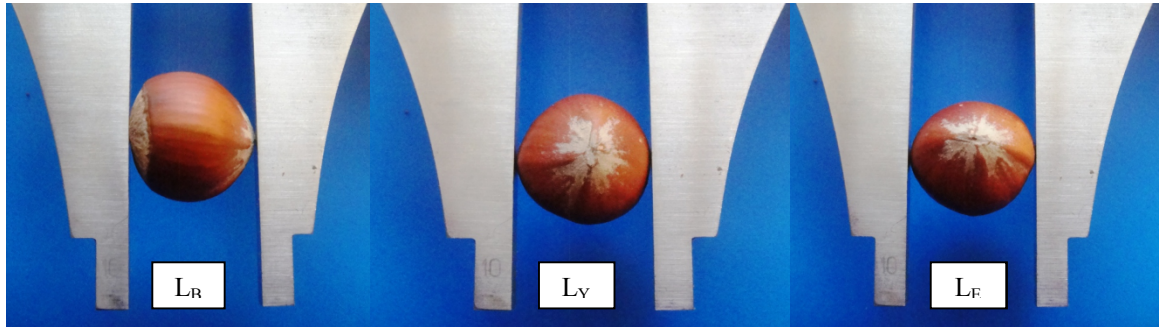
Fındığın eni ( $L_E$ ); iki kotiledon birleşme çizgisi (sutur) arasındaki en geniş mesafenin ölçülmesiyle bulundu.

Fındığın yüksekliği ( $L_Y$ ); her iki kabuk yanakları arasındaki en geniş mesafenin ölçülmesiyle bulundu.

Fındığın ortalama geometrik çapı ( $D_g$ ) ise aşağıda verilen formülle hesaplandı [2].

$$D_g = (L_E L_B L_Y)^{1/3}$$

Aşağıda şekil 4.2' de fındıkların kumpasla ölçülme yöntemleri gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Fındık boyutlarının kumpasla ölçülmesi

#### 4.1.2. Ölçüm Sonuçları

Yapılan fındık ölçümlerinin sonucu bulunan değerler aşağıda tablo 4.2, tablo 4.3 ve tablo 4.4' te verilmiştir. Tablo 4.5' te ise ortalama fındık boyutları gösterilmiştir. Deneylerde kullanılacak lüle çapları yapılan bu ölçümler göz önünde bulundurularak seçildi.

**Tablo 4.2.** A tipi fındık boyut değerleri

A	Boy (mm) (L <sub>B</sub> )	En (mm) (L <sub>E</sub> )	Yükseklik (mm) (L <sub>Y</sub> )	Ortalama geometrik çap (mm) (D <sub>g</sub> )	A	Boy (mm) (L <sub>B</sub> )	En (mm) (L <sub>E</sub> )	Yükseklik (mm) (L <sub>Y</sub> )	Ortalama geometrik çap (mm) (D <sub>g</sub> )
1	18,5	20	18	18,8	26	18,1	18,1	18,1	18,1
2	18,8	19,4	17	18,4	27	18,5	18,5	18,5	18,5
3	19	20	18,9	19,3	28	18,6	18,6	18,6	18,6
4	21	19	16	18,6	29	18,8	18,8	18,8	18,8
5	19,5	18	16,5	18,0	30	17,8	17,8	17,8	17,8
6	20,5	20	18	19,5	31	18,6	18,6	18,6	18,6
7	19	18	17	18,0	32	19,1	19,1	19,1	19,1
8	19	20	18	19,0	33	18,4	18,4	18,4	18,4
9	18,2	20	18	18,7	34	18,8	18,8	18,8	18,8
10	20,1	19,1	16,5	18,5	35	18,8	18,8	18,8	18,8
11	19,5	18,2	16,5	18,0	36	19,1	19,1	19,1	19,1
12	18,2	18,2	17	17,8	37	18,2	18,2	18,2	18,2
13	19,5	19	16,5	18,3	38	18,8	18,8	18,8	18,8
14	19,5	19,5	17,7	18,9	39	17,5	17,5	17,5	17,5
15	19,5	19,5	17,8	18,9	40	19,0	19,0	19,0	19,0
16	21	19	18	19,3	41	19,1	19,1	19,1	19,1
17	20	19	17	18,6	42	17,7	17,7	17,7	17,7
18	20,5	19	17	18,8	43	19,5	19,5	19,5	19,5
19	20	20	18	19,3	44	18,4	18,4	18,4	18,4
20	18,5	19	17,5	18,3	45	18,6	18,6	18,6	18,6
21	20,5	20	17,8	19,4	46	18,4	18,4	18,4	18,4
22	19,8	18	17	18,2	47	17,8	17,8	17,8	17,8
23	19	19	17	18,3	48	18,6	18,6	18,6	18,6
24	19,8	19,2	17,5	18,8	49	19,0	19,0	19,0	19,0
25	17,5	19,9	17,5	18,3	50	18,4	18,4	18,4	18,4
Tümünün ortalaması						19,5	19	17,3	18,6

**Tablo 4.3.** B tipi fındık boyut değerleri

B	Boy (mm) (L <sub>B</sub> )	En (mm) (L <sub>E</sub> )	Yükseklik (mm) (L <sub>Y</sub> )	Ortalama geometrik çap (mm) (D <sub>g</sub> )	B	Boy (mm) (L <sub>B</sub> )	En (mm) (L <sub>E</sub> )	Yükseklik (mm) (L <sub>Y</sub> )	Ortalama geometrik çap (mm) (D <sub>g</sub> )
1	19	20	18,5	18,5	26	18,5	18,5	18,5	18,5
2	18,5	19,5	18,6	18,6	27	18,6	18,6	18,6	18,6
3	17,5	21,5	18,3	18,3	28	18,3	18,3	18,3	18,3
4	17	20,5	19,0	19,0	29	19,0	19,0	19,0	19,0
5	17,5	20,5	18,5	18,5	30	18,5	18,5	18,5	18,5
6	17,5	20	18,2	18,2	31	18,2	18,2	18,2	18,2
7	18	21	17,3	17,3	32	17,3	17,3	17,3	17,3
8	19	20,5	18,8	18,8	33	18,8	18,8	18,8	18,8
9	18,5	21	17,6	17,6	34	17,6	17,6	17,6	17,6
10	18	20,5	18,5	18,5	35	18,5	18,5	18,5	18,5
11	18	20,5	19,1	19,1	36	19,1	19,1	19,1	19,1
12	18	21	19,2	19,2	37	19,2	19,2	19,2	19,2
13	18,5	20,5	18,8	18,8	38	18,8	18,8	18,8	18,8
14	18	21	19,3	19,3	39	19,3	19,3	19,3	19,3
15	18	20,5	19,8	19,8	40	19,8	19,8	19,8	19,8
16	17	20,5	19,0	19,0	41	19,0	19,0	19,0	19,0
17	18	21,5	18,9	18,9	42	18,9	18,9	18,9	18,9
18	19	19	18,6	18,6	43	18,6	18,6	18,6	18,6
19	19,5	21	18,3	18,3	44	18,3	18,3	18,3	18,3
20	19	20	18,3	18,3	45	18,3	18,3	18,3	18,3
21	18	21	18,5	18,5	46	18,5	18,5	18,5	18,5
22	20,5	19	19,9	19,9	47	19,9	19,9	19,9	19,9
23	19	19	19,0	19,0	48	19,0	19,0	19,0	19,0
24	18	20	18,8	18,8	49	18,8	18,8	18,8	18,8
25	19	19,2	18,8	18,8	50	18,8	18,8	18,8	18,8
Tümünün ortalaması						18,2	20,2	17,9	18,8

**Tablo 4.4.** C tipi fındık boyut değerler

C	Boy (mm) (L <sub>B</sub> )	En (mm) (L <sub>E</sub> )	Yükseklik (mm) (L <sub>Y</sub> )	Ortalama geometrik çap (mm) (D <sub>g</sub> )	C	Boy (mm) (L <sub>B</sub> )	En (mm) (L <sub>E</sub> )	Yükseklik (mm) (L <sub>Y</sub> )	Ortalama geometrik çap (mm) (D <sub>g</sub> )
1	20	19	16	18,3	26	18,5	18,5	18,5	18,5
2	18	19,2	17,8	18,3	27	18,1	18,1	18,1	18,1
3	19,5	20	18,5	19,3	28	18,0	18,0	18,0	18,0
4	19	19	18	18,7	29	17,6	17,6	17,6	17,6
5	20,5	18,9	16,6	18,6	30	18,7	18,7	18,7	18,7
6	18	20	18	18,6	31	17,6	17,6	17,6	17,6
7	17	21,5	19	19,1	32	18,6	18,6	18,6	18,6
8	20,5	18,5	16	18,2	33	18,7	18,7	18,7	18,7
9	18,2	18	17	17,7	34	18,3	18,3	18,3	18,3
10	21,2	18,5	16	18,4	35	18,0	18,0	18,0	18,0
11	19,9	18	16	17,9	36	18,1	18,1	18,1	18,1
12	21	19	17	18,9	37	19,0	19,0	19,0	19,0
13	17	19	17	17,6	38	18,4	18,4	18,4	18,4
14	21	18,3	16	18,3	39	17,9	17,9	17,9	17,9
15	17,5	19	17,5	18,0	40	18,5	18,5	18,5	18,5
16	21,2	19,5	17,2	19,2	41	19,1	19,1	19,1	19,1
17	19	21,5	18	19,4	42	19,0	19,0	19,0	19,0
18	18,5	18,1	17,2	17,9	43	19,2	19,2	19,2	19,2
19	18	18,8	17	17,9	44	17,9	17,9	17,9	17,9
20	17,9	18,8	16,8	17,8	45	18,2	18,2	18,2	18,2
21	18,8	19,1	17	18,3	46	18,1	18,1	18,1	18,1
22	18	18,2	17	17,7	47	18,4	18,4	18,4	18,4
23	21	18	17	18,6	48	18,1	18,1	18,1	18,1
24	18,2	20	18,5	18,9	49	18,5	18,5	18,5	18,5
25	21	18,2	17	18,3	50	19,6	19,6	19,6	19,6
Tümünün ortalaması						19,5	18,8	17	18,4

**Tablo 4.5.** Ortalama fındık boyutları

Fındık cinsi	Ortalama fındık boyutları (mm)			
	L <sub>B</sub>	L <sub>E</sub>	L <sub>Y</sub>	D <sub>g</sub>
A	19,5	19	17,3	18,6
B	18,2	20,2	17,9	18,8
C	19,5	18,8	17	18,4

## 4.2. Deneyleerde Kullanılan Değişkenler

Deneyleerde, aşağıda sıralanan beş farklı değişken sistematik bir deney planı içerisinde kullanılmıştır.

1. Hava basıncı (P),
2. Kırma mesafesi (K),
3. Lüle çapı (D),
4. Lüle boyu (L),
5. Çarpma levhası (Ç).

Aşağıda yukarıda sıralanan değişkenlerin deney değerleri sırasıyla açıklanmıştır.

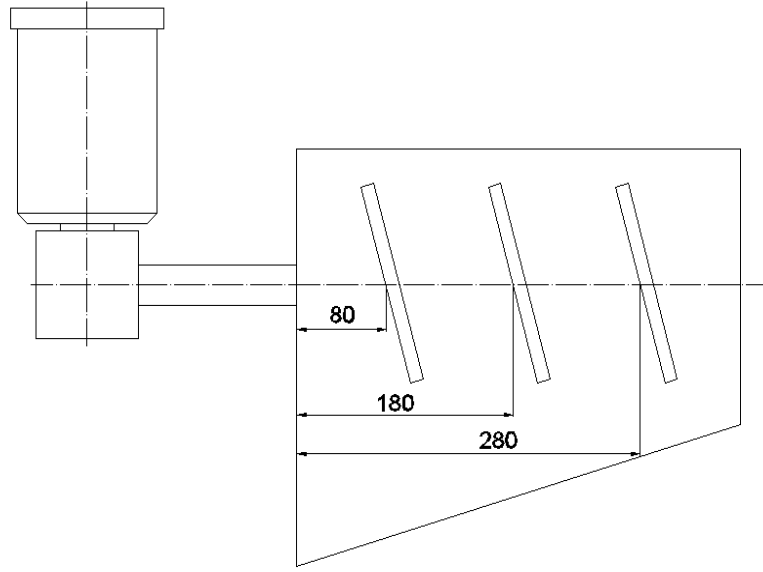
### 4.2.1. Hava Basıncı İle Kırma Oranının Değişimi

Deneyleer her fındık tipi için 50, 70 ve 90 PSI basınçlarda ayrı ayrı yapıldı.

### 4.2.2. Kırma Mesafesi İle Kırma Oranının Değişimi

Deneyleer her bir fındık cinsi için 80, 180 ve 280 mm kırma mesafelerinde yapıldı. Kırma mesafesi olarak aşağıda şekil 4.3' te şematik olarak gösterildiği gibi fındığın lüleden çıktığı mesafeden çarpma levhasına olan uzaklık olarak düşünöldü.

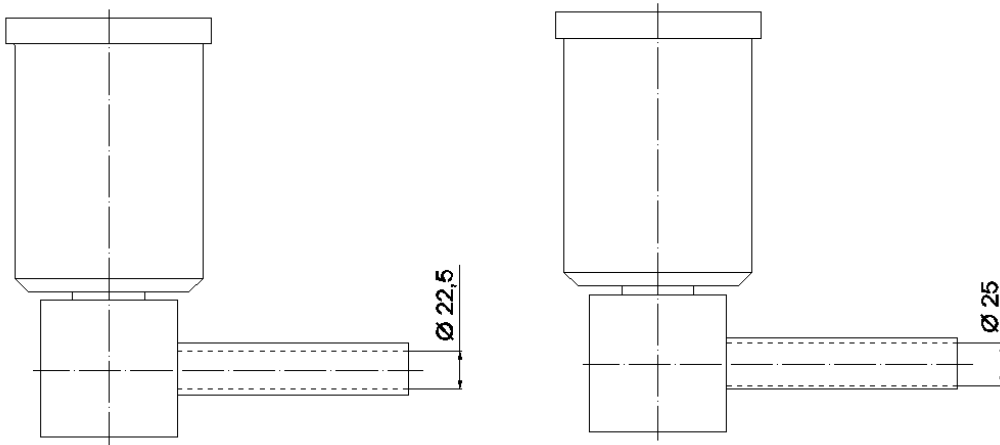




Şekil 4.3. Kırma mesafesi ayarı

#### 4.2.3. Lüle Çapı İle Kırma Oranının Değişimi

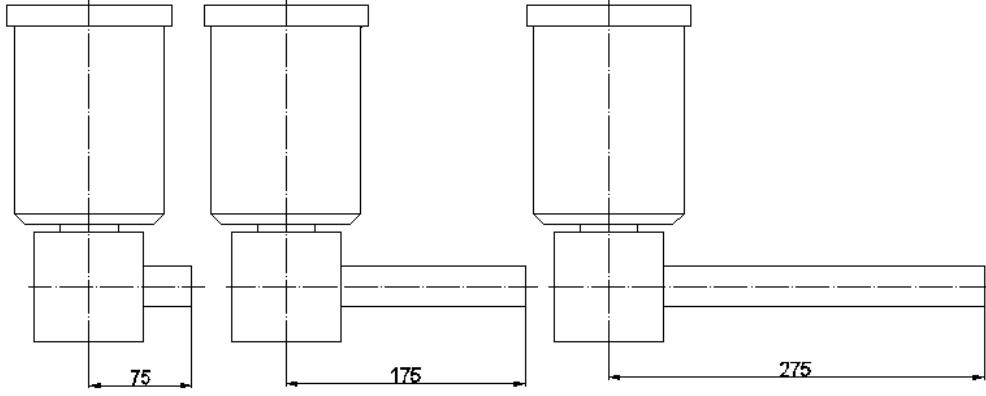
A,B ve C tipi fındıklar yapılan fındık ölçümlerine göre başlangıç lüle çapı 22,5 mm olarak alındı. 22,5 mm' den daha küçük lüle çaplarında zaman zaman fındıkların lüleye sıkıştıkları yapılan ön deneylerle tespit edildiğinden, 22,5 mm başlangıç lüle çapı olarak seçildi. Daha sonra lüle çapı 25 mm değerine çıkarılarak deneyler tekrarlandı. Aşağıda şekil 4.4' te deneylerde kullanılacak lüle çapları şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Lüle çapı değişimi

#### 4.2.4. Lüle Boyu İle Kırma Oranının Değişimi

Lüle boyu 75, 175, 275 mm değerlerinde alınarak sırayla deneyler tekrarlandı. Aşağıda Şekil 4.5' te lüle boyu değişimi Şematik olarak gösterilmiştir.



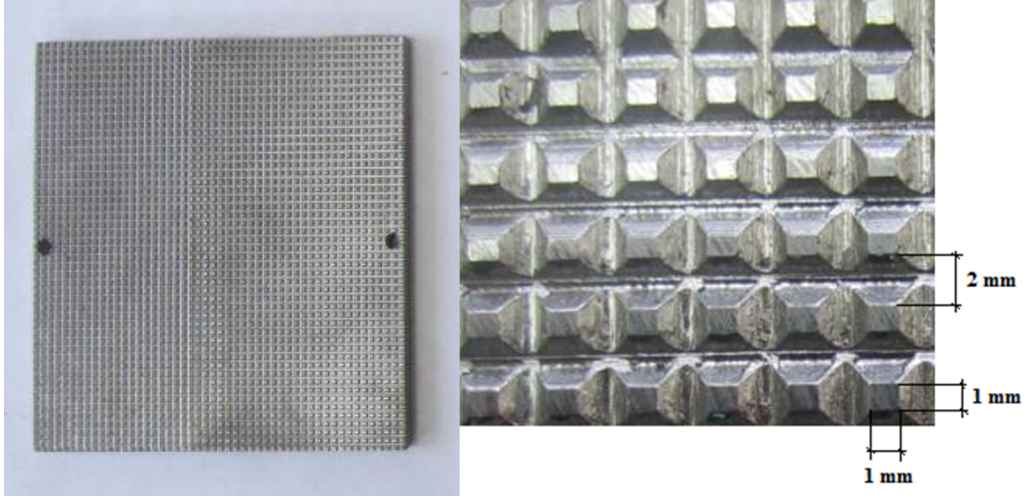
Şekil 4.5. Lüle boyu değişimi

#### 4.2.5. Çarpma Levhası Şekli İle Kırma Oranının Değişimi

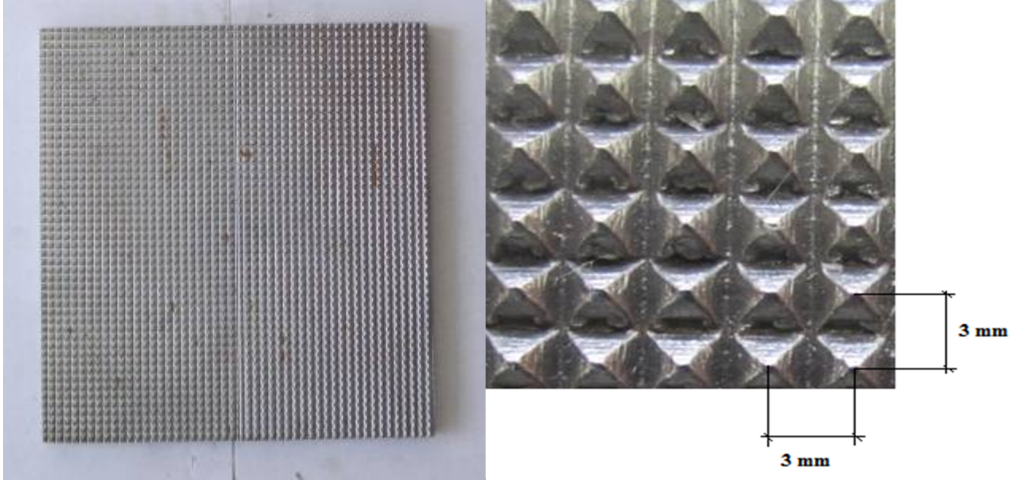
Çarpma levhası Şekil özellikleri değiştirilerek deneyler yapıldı. A,B ve C tipi findıklar aşağıda sıralan çarpma levhası Őekillerinde belirli bir deney planı içerisinde denendi.

1. Kare uçlu çarpma levhası,
2. Sivri uçlu çarpma levhası,
3. Düz arpma levhası.

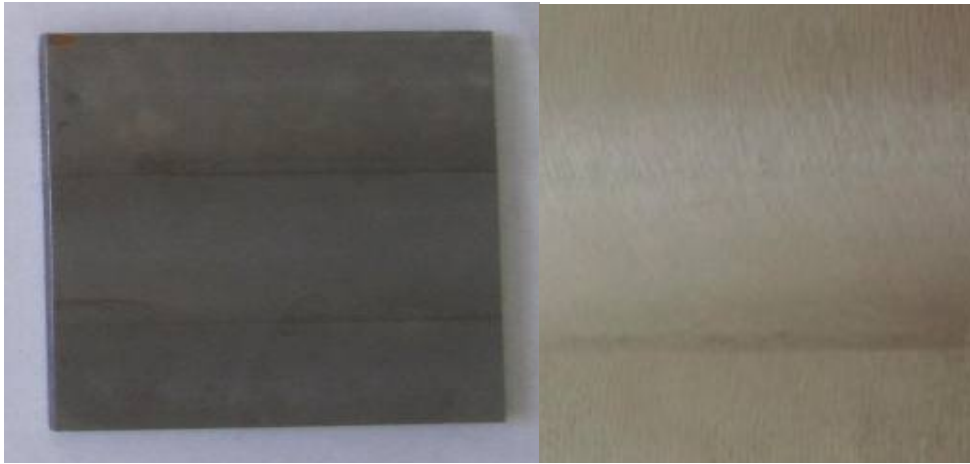
Aşağıda Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8' de, deneylerde kullanılan çarpma levhaları genel ve ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Kare uçlu çarpma levhası



Şekil 4.7. Sivri uçlu çarpma levhası



Şekil 4.8. Düz çarpma levhası

### 4.3. Fındıkların Kırma Oranları Hesaplanma Yöntemi

Deneylere geçilmeden önce, her bir fındık cinsinden 50 gr alındı. Alınan fındıklar, içine zarar verilmeden elle kırıldı ve çıkan fındık içleri şekil 4.9' da gösterildiği gibi hassas terazide tartıldı. Bu çıkan değerler yapılacak olan deneylerde kırma oranının tespitinde kullanıldı. Kırma oranı; deneyler sonrası çıkan fındık içi miktarlarının elle kırılan fındık içi miktarına bölündükten sonra çıkan değer 100 ile çarpılmasıyla bulundu. Yapılan deneylerde iki tip kırma oranı hesaplandı. Birinci kırma oranı; kırma işlemi sonucu açığa çıkan toplam fındık içi değeri kullanılarak, ikinci kırma oranı ise kırma sonucu açığa çıkan sağlam fındık içi değeri kullanılarak hesaplandı. Hesaplanan birinci kırma oranı Toplam Kırma Oranı (TKO), ikinci kırma oranı ise Bütün Kırma oranı (BKO) olarak adlandırıldı.

Aşağıdaki tablo 4.6' da, her bir fındık cinsinin elle kırılması sonucu çıkan fındık içlerinin miktarları verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Elle kırma sonucu elde edilen fındık içi miktarları

Fındık Cinsi	Elle kırılan kabuklu fındık miktarı (G <sub>k</sub> )	Çıkan sağlam fındık içi miktarı (G)
A	50	26
B	50	28
C	50	27

Aşağıda verilen (4.1) ve (4.2) denklemlerinde Toplam Kırma Oranının ve Bütün Kırma Oranının hesaplanma denklemleri verilmiştir.

$$TKO = \frac{G_t}{G} 100 \quad (4.1)$$

$$BKO = \frac{G_b}{G} 100 \quad (4.2)$$

Yukarıda (4.1) ve (4.2) denklemlerinde verilen ifadelerin açıklamaları aşağıda yapılmıştır:

TKO : Toplam Kırma Oranı, (%)

BKO : Bütün Kırma Oranı, (%)

G: Her fındık cinsi 50 gr kabuklu fındığın elle kırılması sonucu elde edilen fındık içi miktarı, (gr) ( Tablo 4.6' da verilen değerler)

G<sub>t</sub>: Yapılan deneyler sonucunda çıkan toplam fındık içi miktarı, (gr)

G<sub>b</sub>: Yapılan deneyler sonucunda çıkan bütün fındık içi miktarı, (gr)

100: Yüzde hesaplama çarpanı (sabit)



Şekil 4.9. Elle kırılan fındıkların hassas terazide tartılması

## **5. YAPILAN DENEYLER VE SONUÇLARI**

### **5.1. Deney Planı ve Deneyler**

Fındıkların hava ile kırılmasına etki eden çok sayıda değişkenin olduğu daha önce belirtilmişti. Tüm değişkenlerin etkilerini bir arada izlemek ve sistematik bir inceleme yapmak için bir deney planı yapıldı.

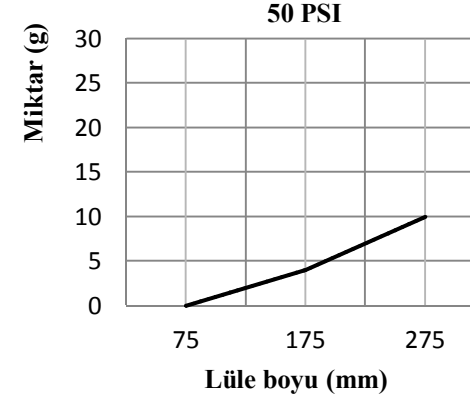
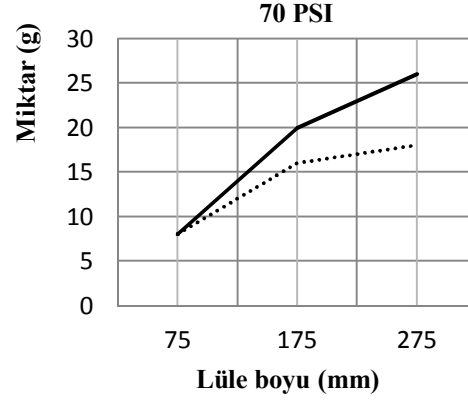
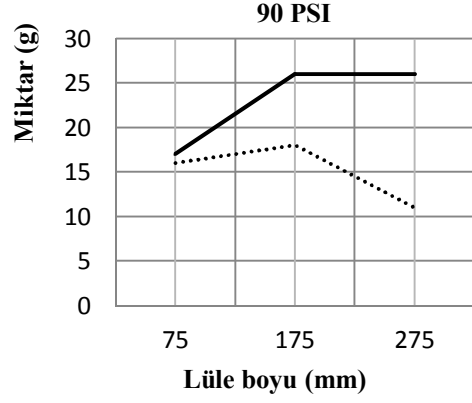
Bu plana göre, ilk olarak 22,5 mm ve 25 mm lüle çaplarında olmak üzere iki ayrı deney grubu oluşturuldu. Her bir deney grubunda üç çeşit çarpma levhası kullanıldı ve her bir çarpma levhası 80, 180 ve 280 mm kırma mesafelerinde ayrı ayrı denendi.

Yapılacak deneylerde çarpma levhası ve kırma mesafesi ayarı yapıldıktan sonra 50, 70 ve 90 PSI basınçlarında ve her basınç değeri için 75, 175 ve 275 mm lüle boylarında deneyler yapıldı.

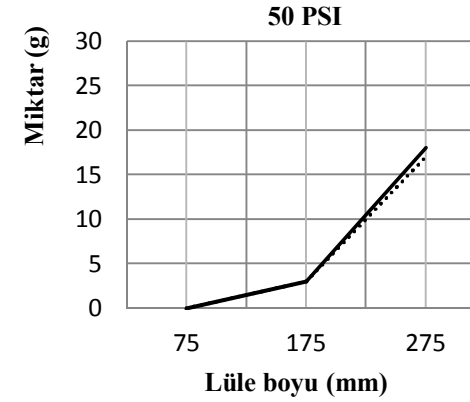
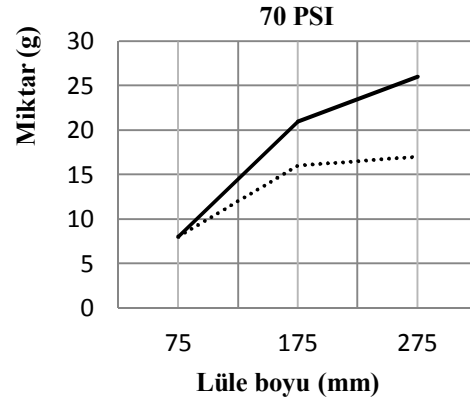
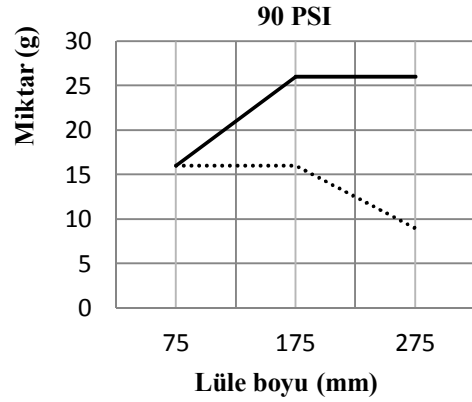
Bu sistematığe göre her bir fındık cinsi için 162 deney olmak üzere toplamda 486 adet deney yapılması planlandı. Her bir deney 50 gr kabuklu fındık kullanılarak yapıldı. Deneyler sonucunda kırılan toplam fındık içi miktarları ve sağlam fındık içi miktarları hassas terazide tartıldı ve elde edilen değerler kullanılarak TKO ve BKO hesaplamaları yapıldı.

Deney sonuçlarını gösteren grafiklerde yer alan sürekli çizgi deney sonucunda hesaplanan toplam fındık içi miktarının değişimini, kesik çizgi ise sağlam fındık içi miktarının değişimini göstermektedir. Kesik çizginin görülmediği grafiklerde toplam fındık içi miktarları ve sağlam fındık içi miktarları aynıdır, yani kırılan fındıkların tamamı sağlam olarak çıkmıştır.

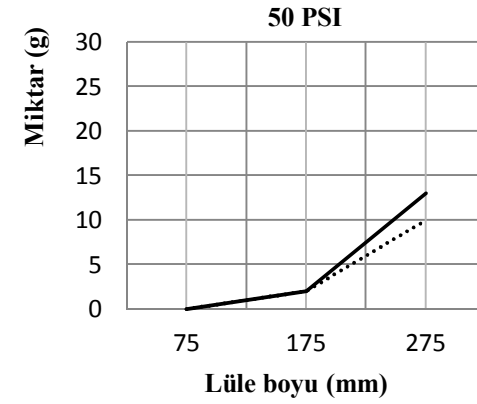
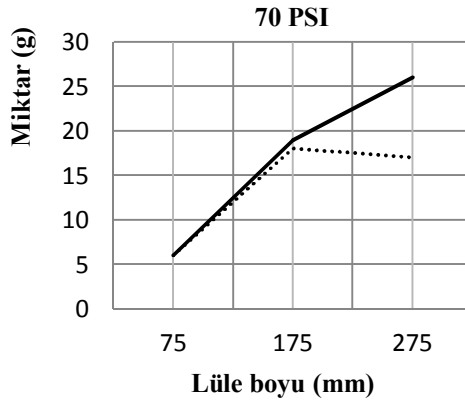
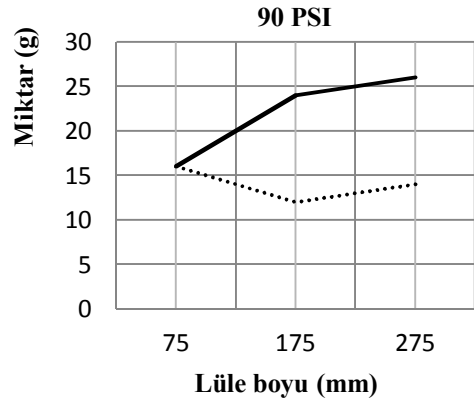
Aşağıda şekil 5.1. ile 5.54 arasında, yapılan deney sonuçlarını gösteren grafikler verilmiştir.



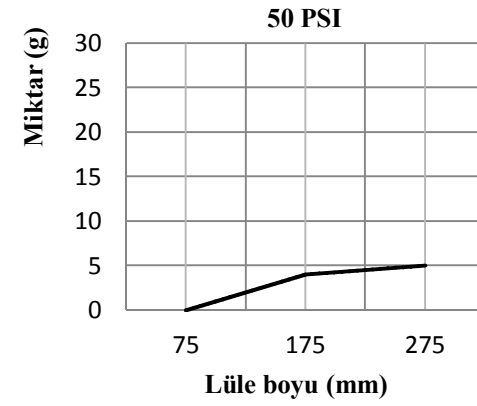
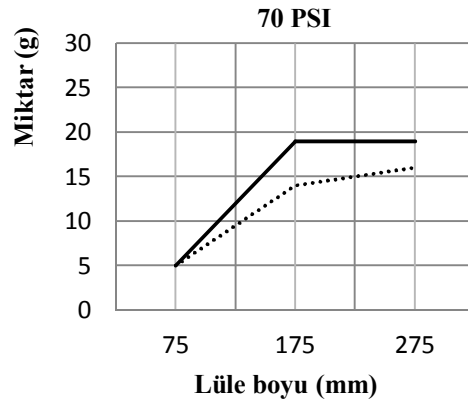
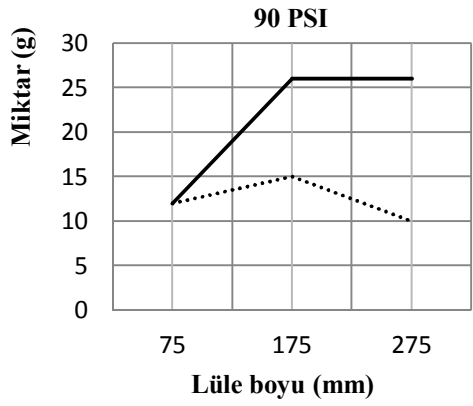
Şekil 5.1. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



Şekil 5.2. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

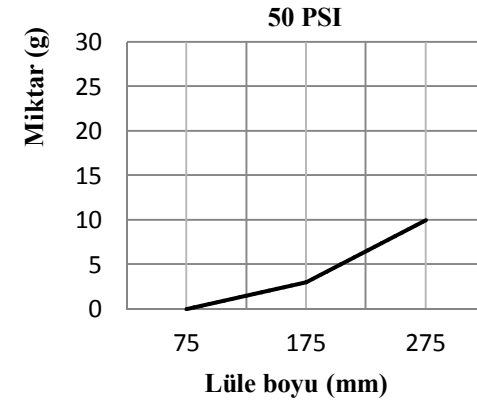
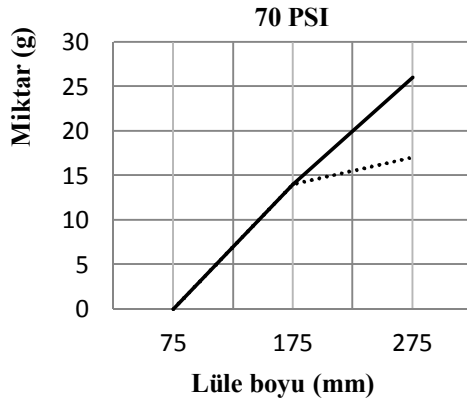
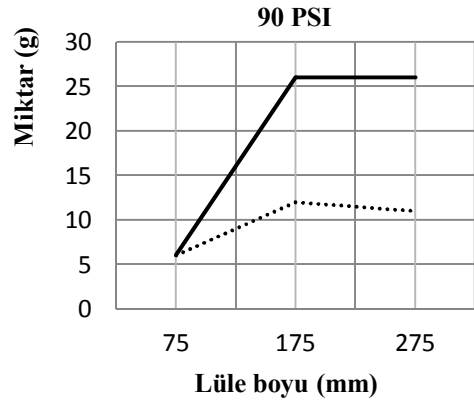


Şekil 5.3. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

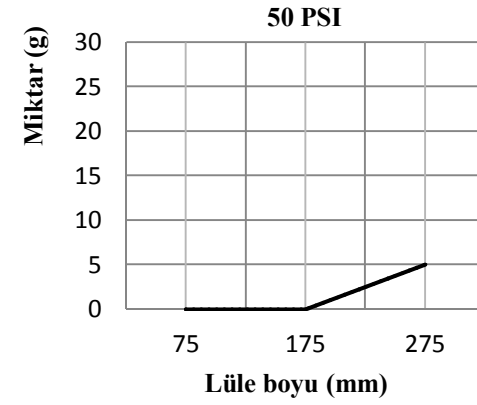
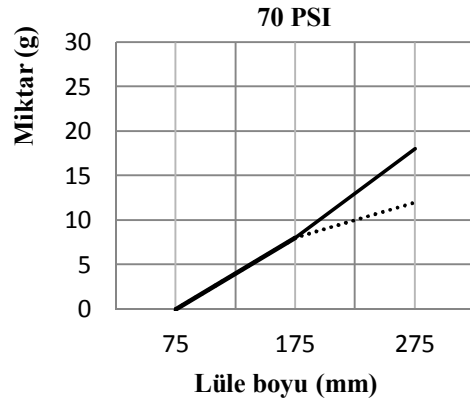
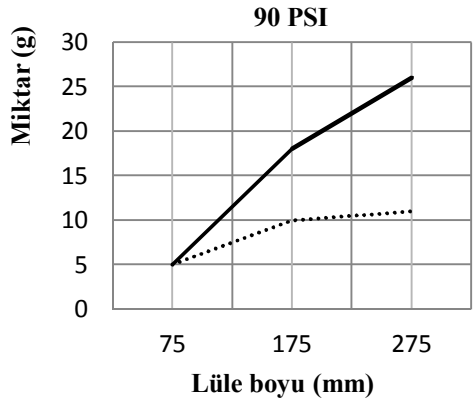


Şekil 5.4. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

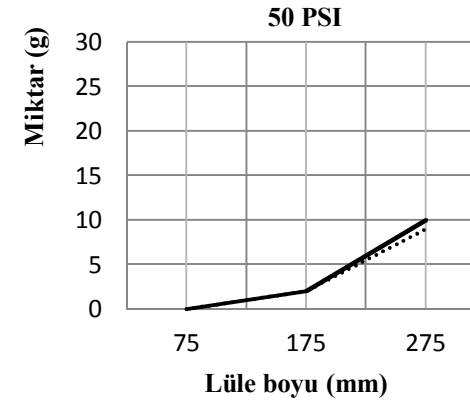
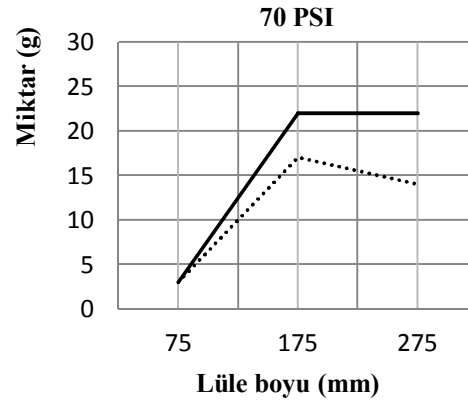
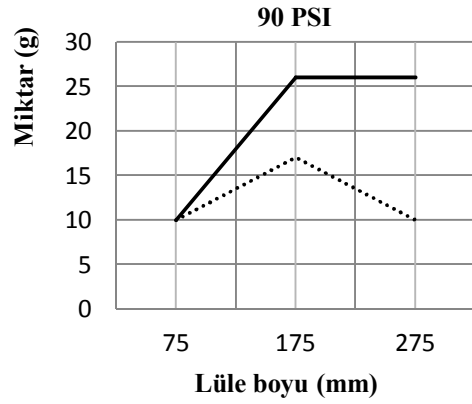




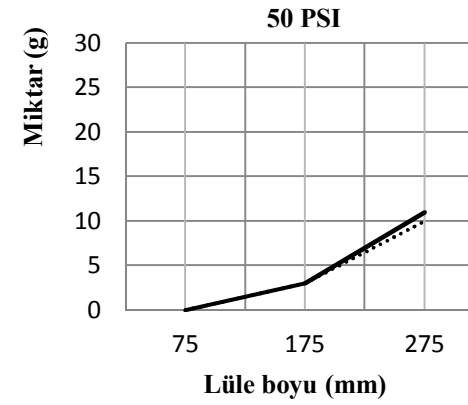
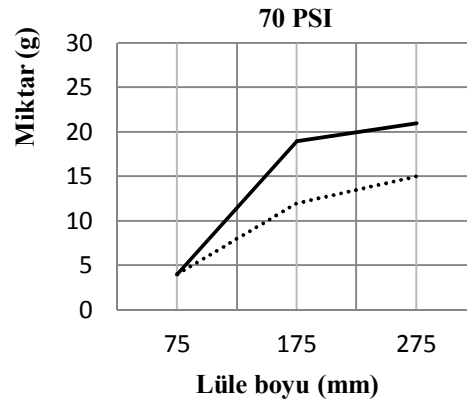
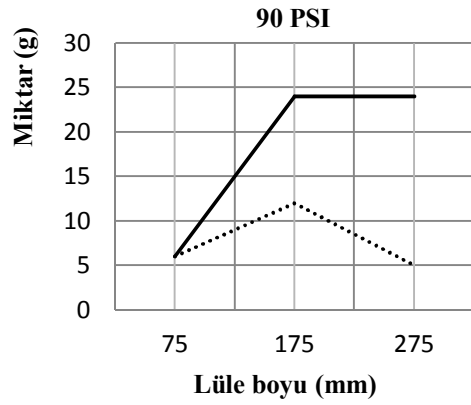
Şekil 5.5. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



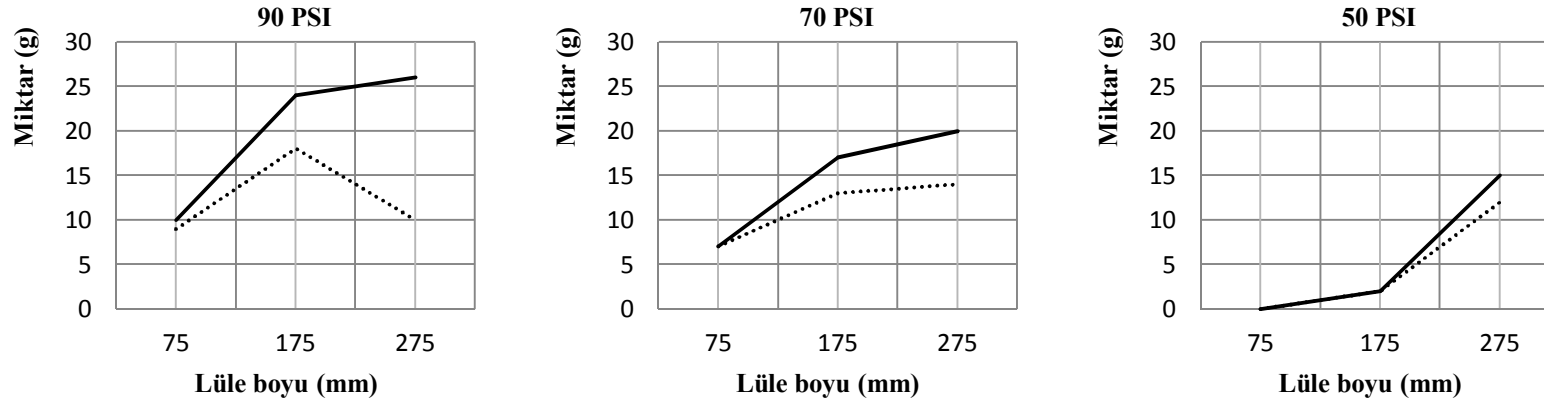
Şekil 5.6. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



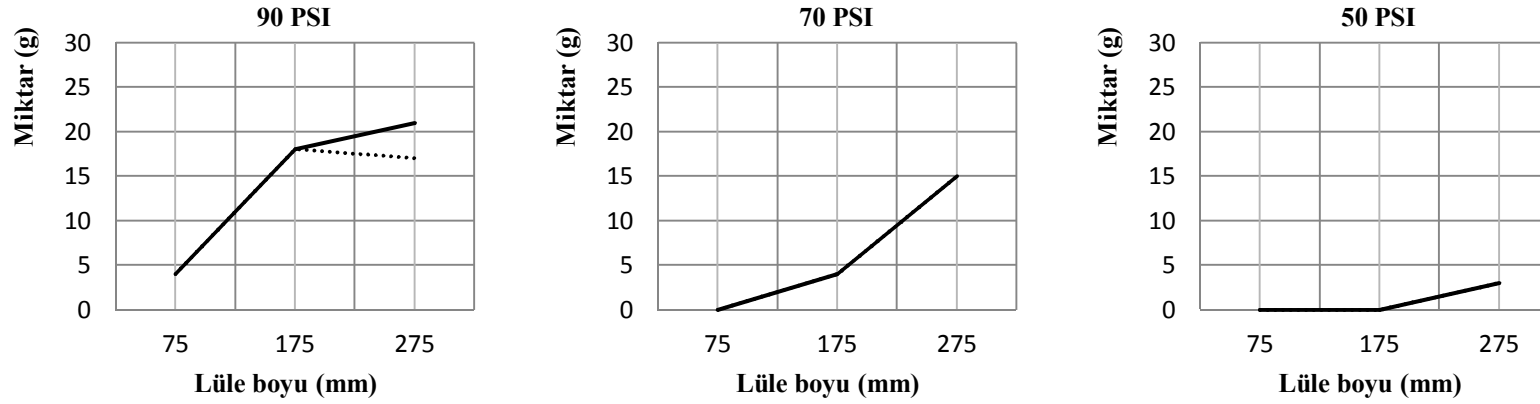
Şekil 5.7. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



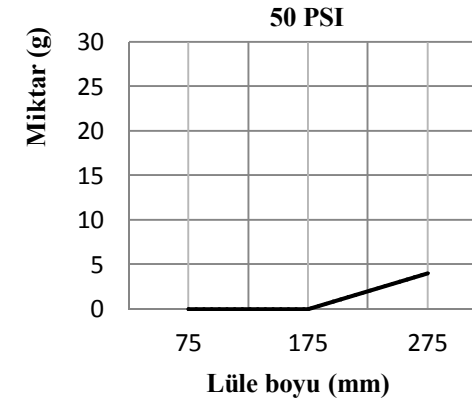
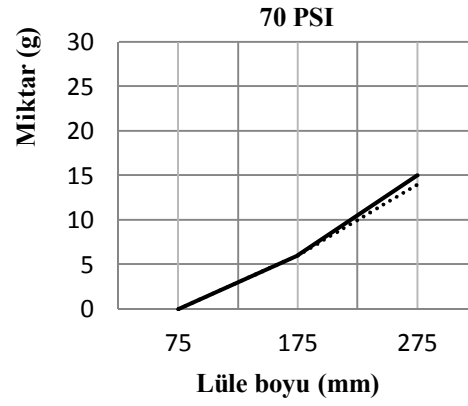
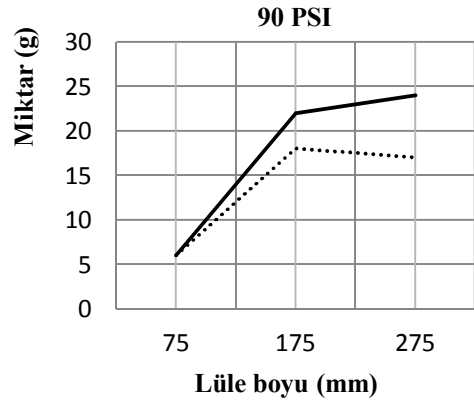
Şekil 5.8. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



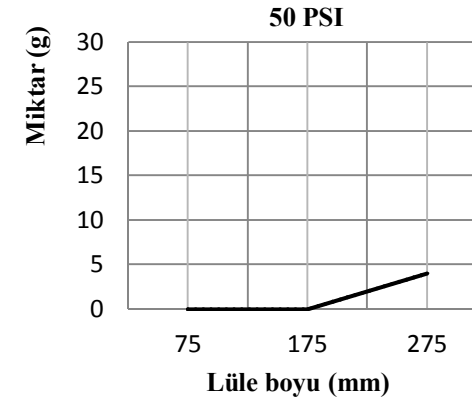
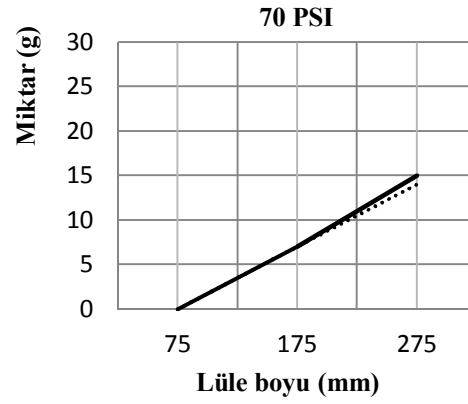
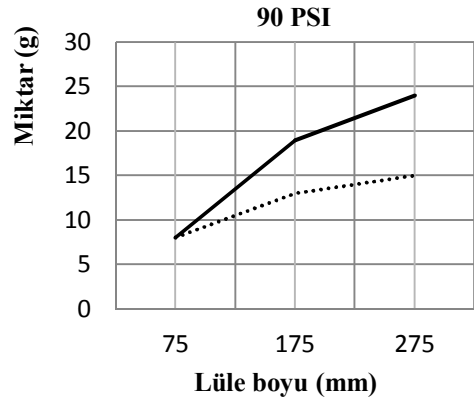
Şekil 5.9. A tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



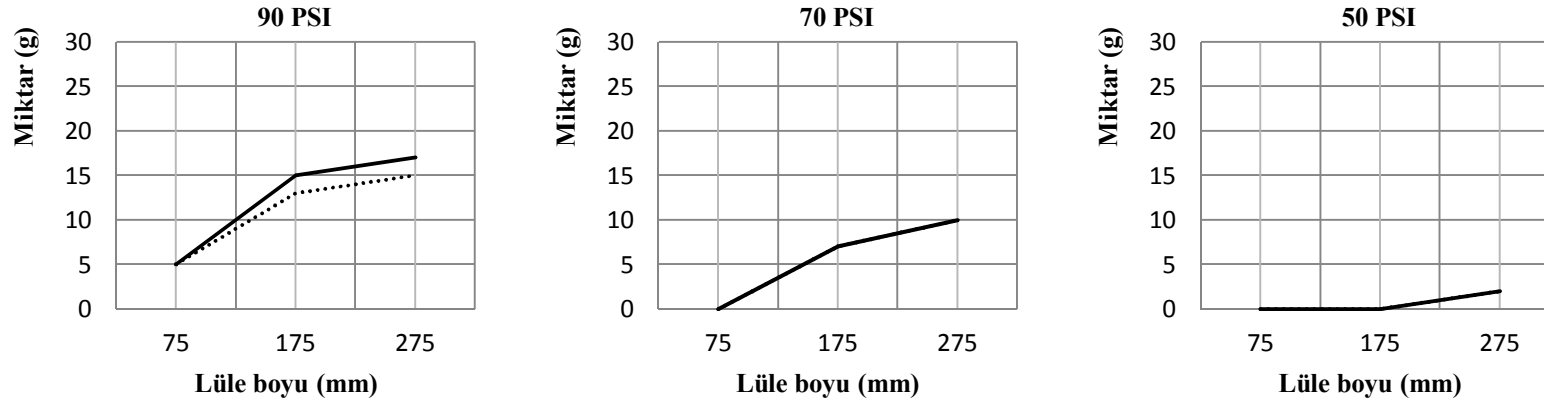
Şekil 5.10. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



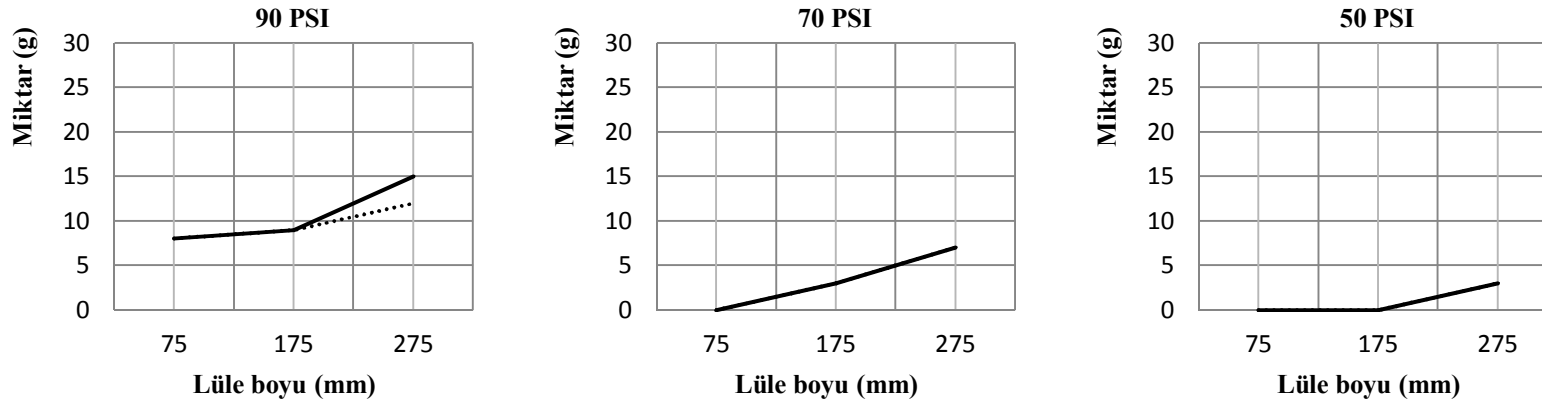
Şekil 5.11. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



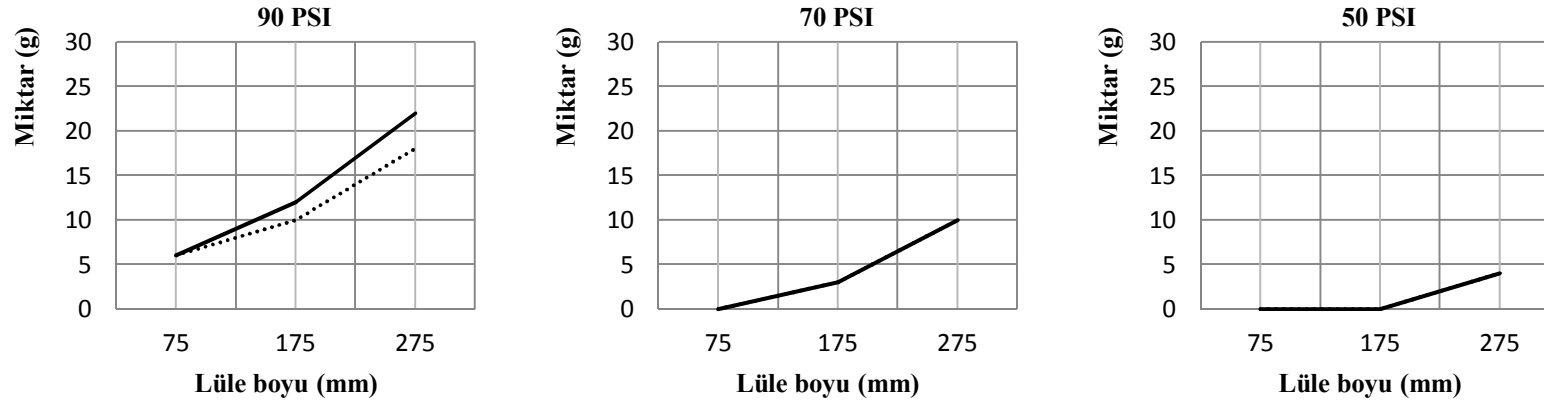
Şekil 5.12. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



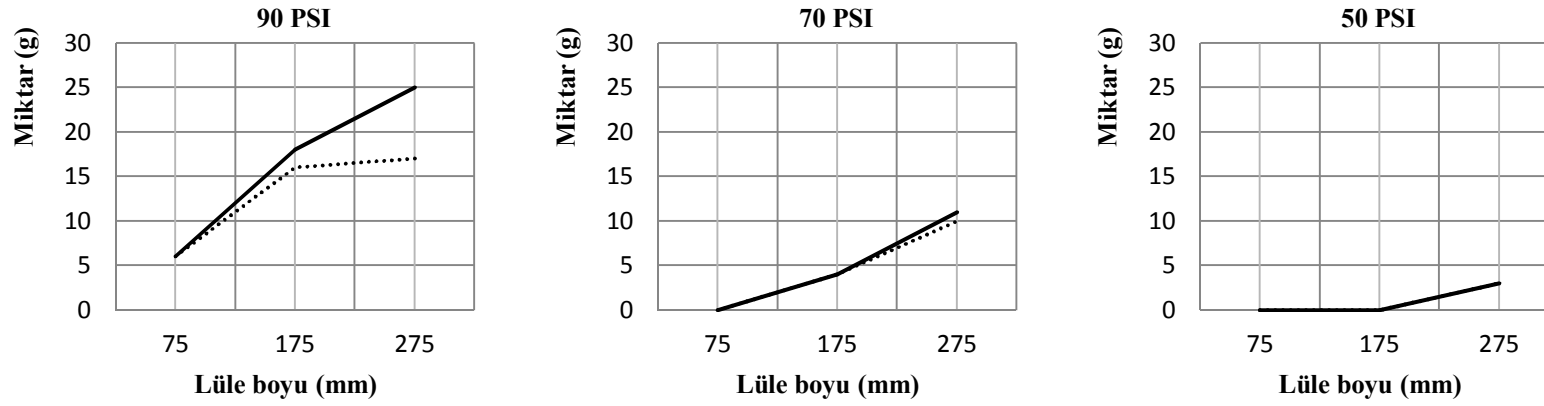
Şekil 5.13. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



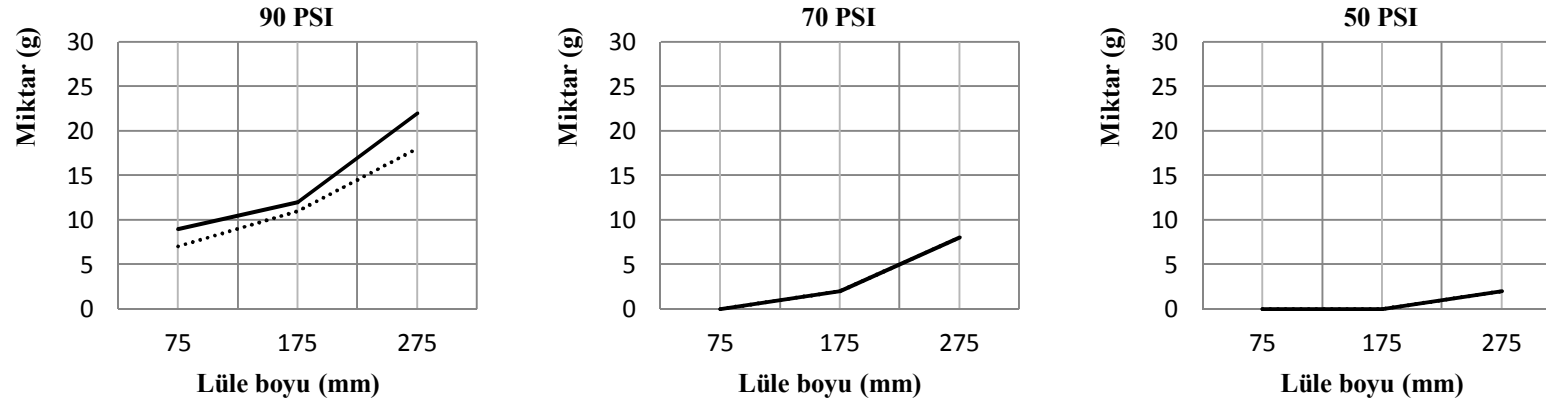
Şekil 5.14. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



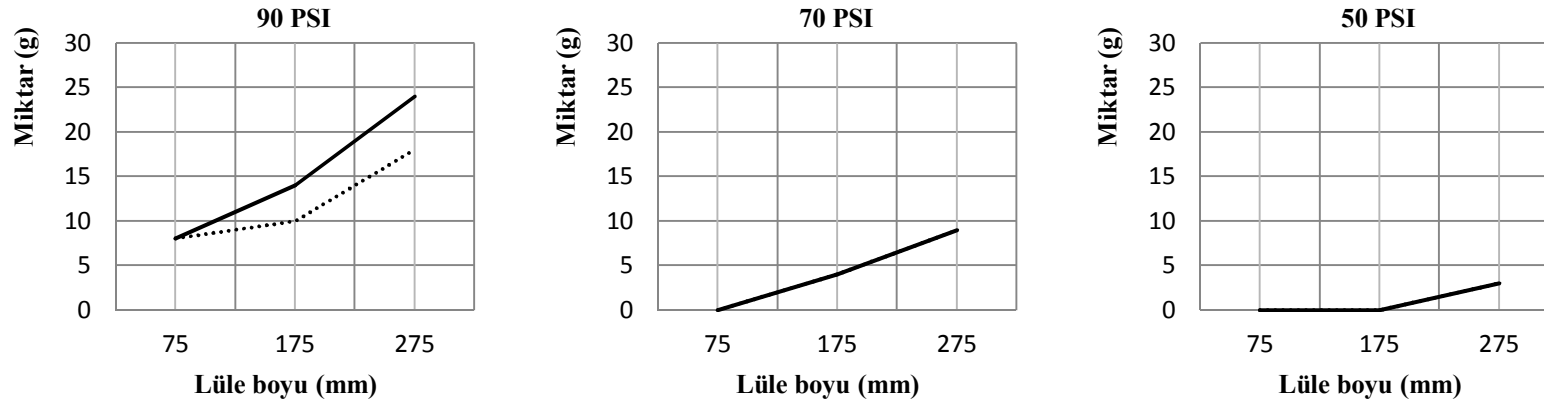
Şekil 5.15. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



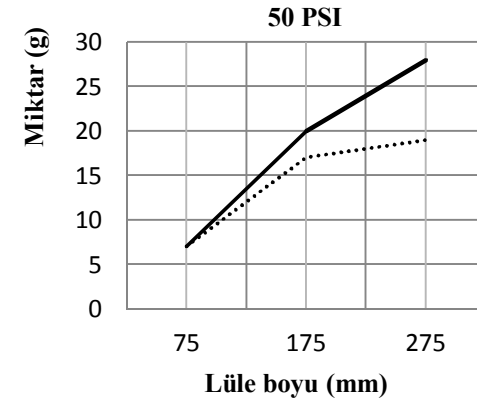
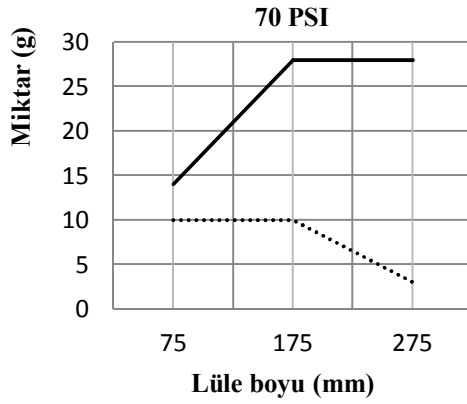
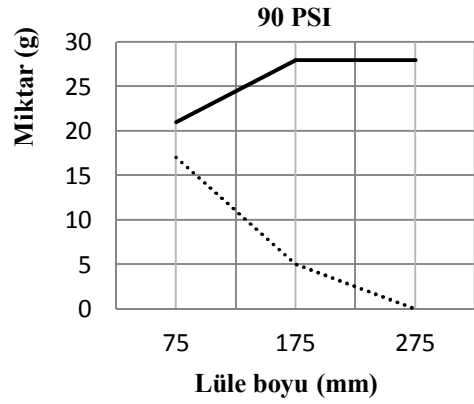
Şekil 5.16. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



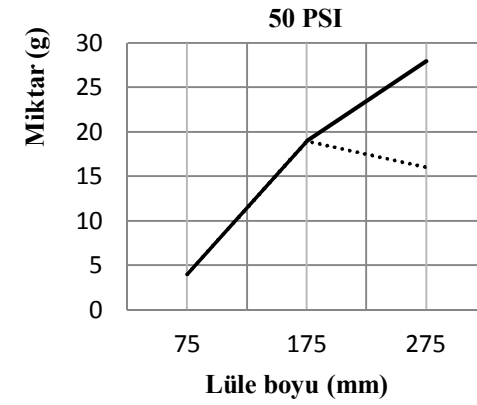
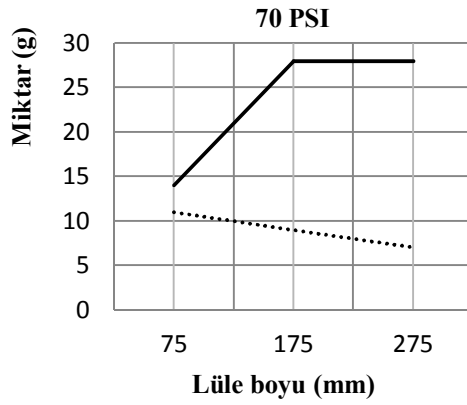
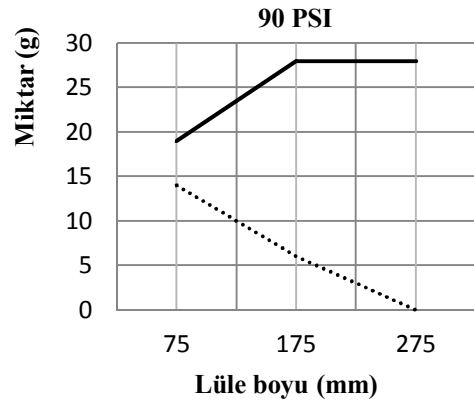
Şekil 5.17. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



Şekil 5.18. A tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

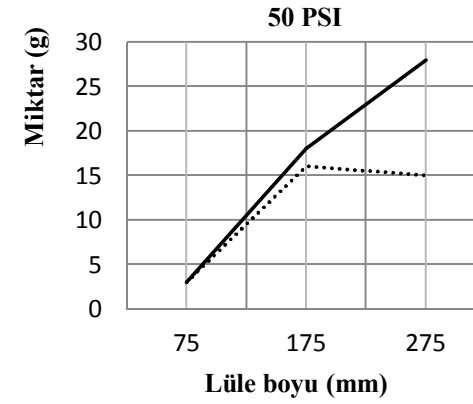
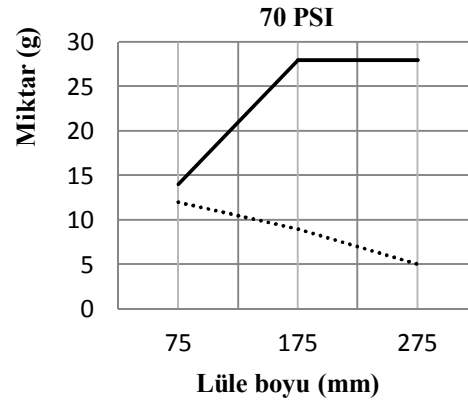
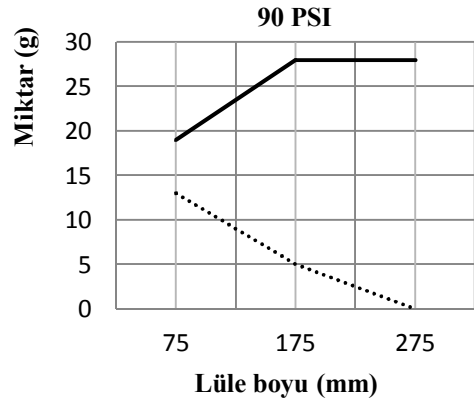


Şekil 5.19. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

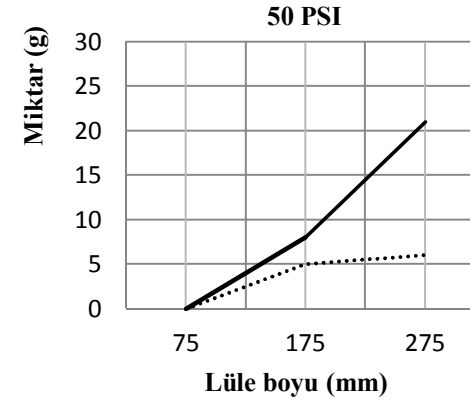
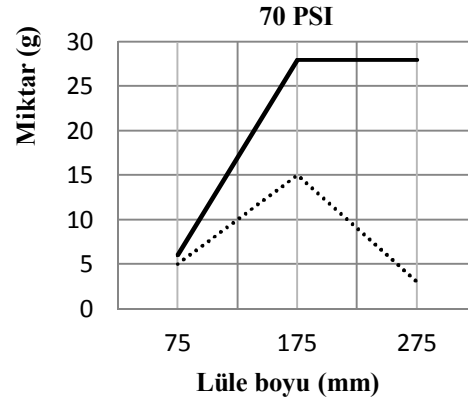
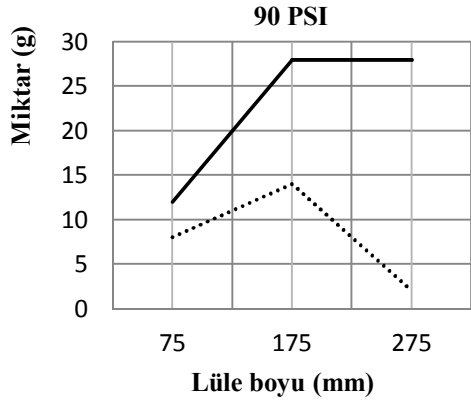


Şekil 5.20. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

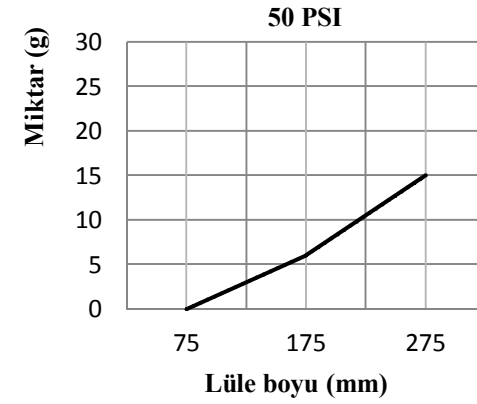
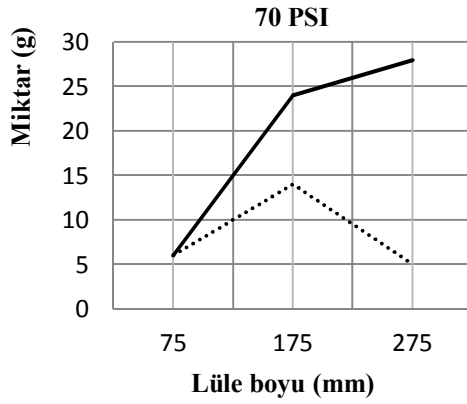
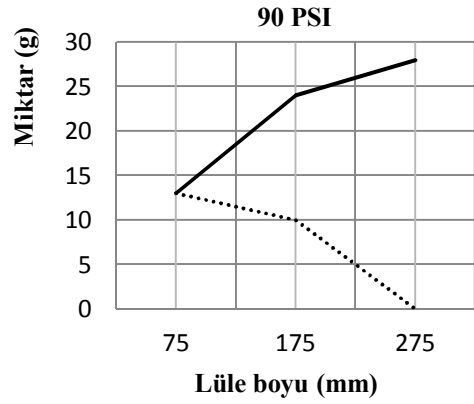




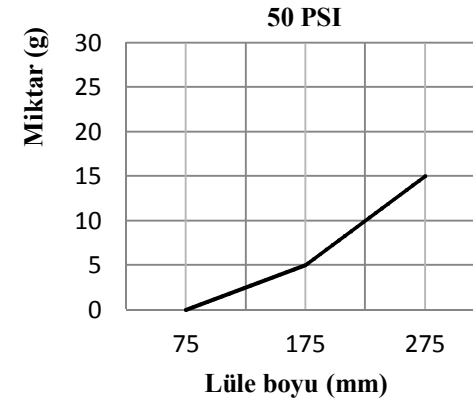
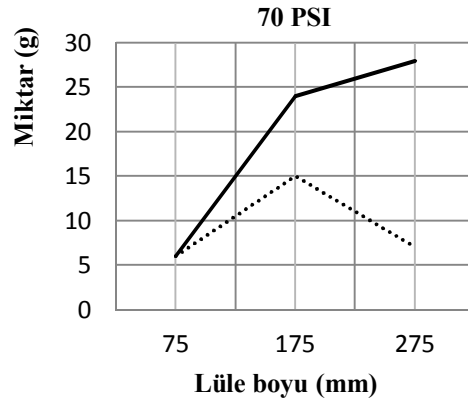
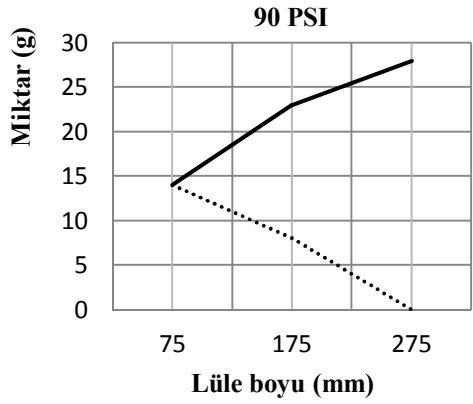
Şekil 5.21. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



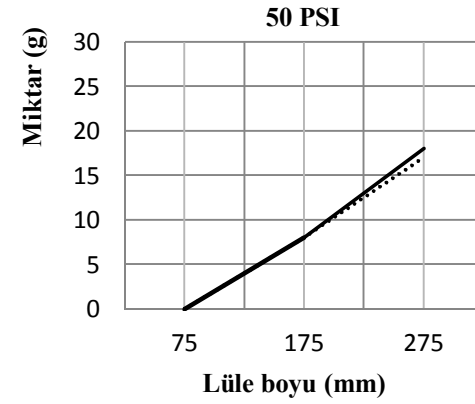
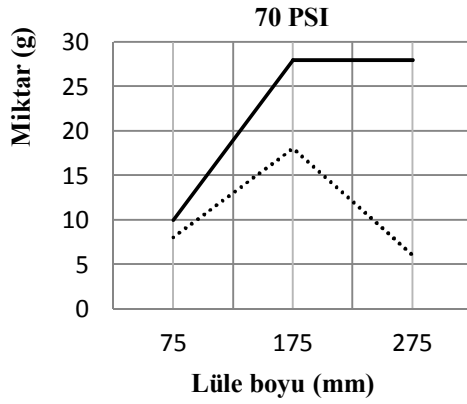
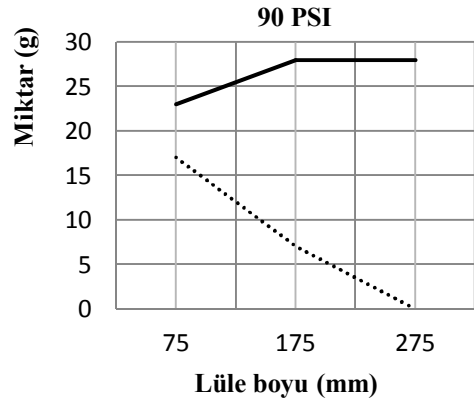
Şekil 5.22. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



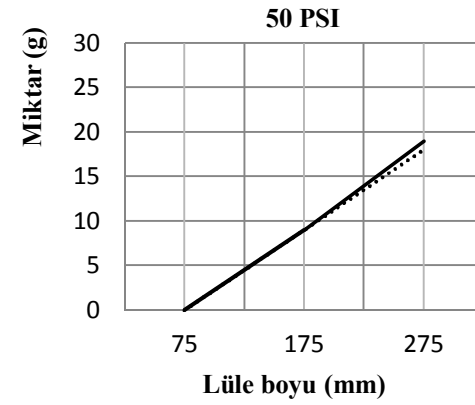
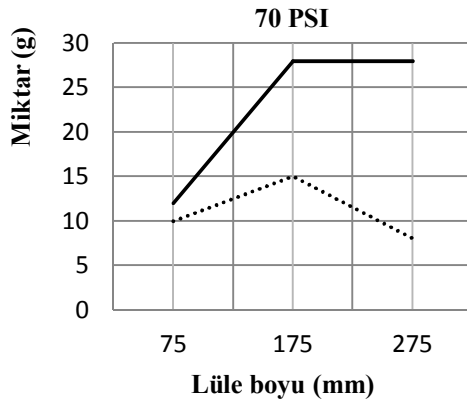
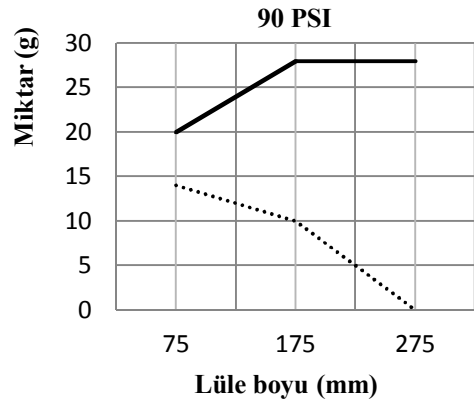
Şekil 5.23. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



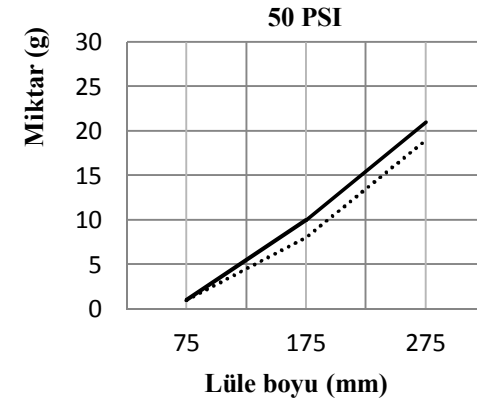
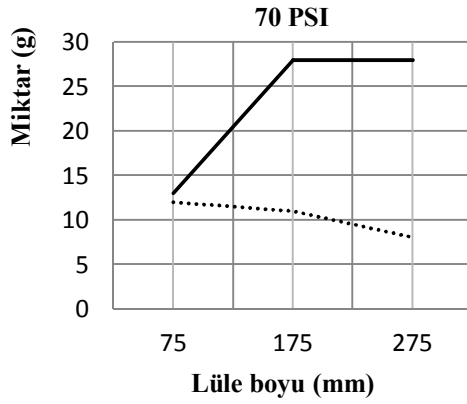
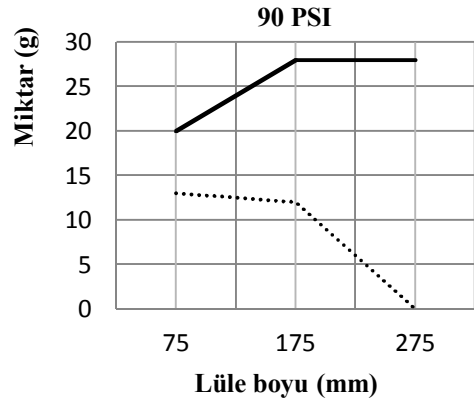
Şekil 5.24. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



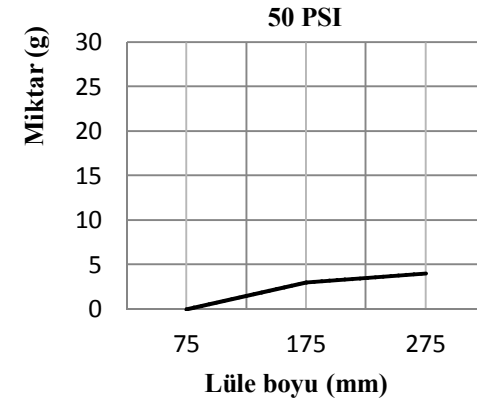
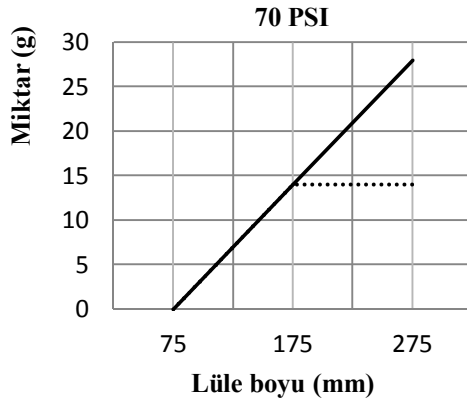
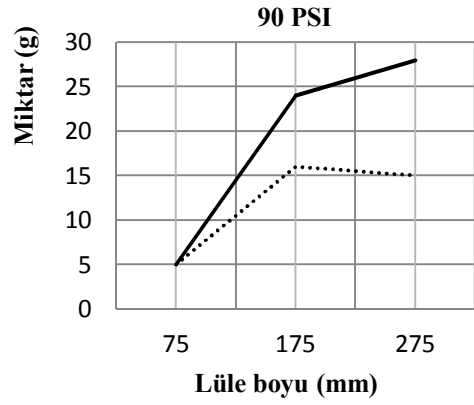
Şekil 5.25. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



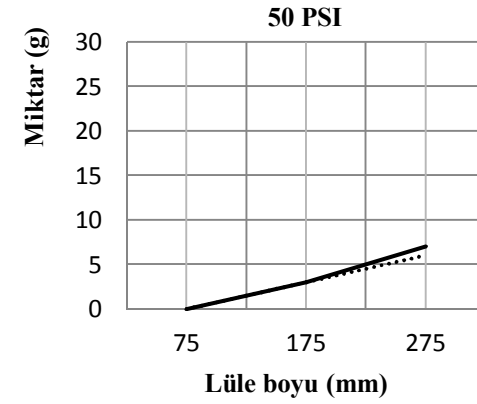
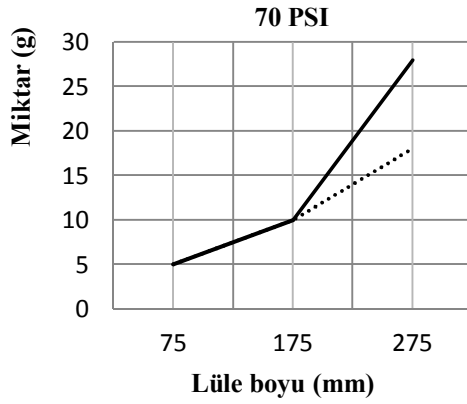
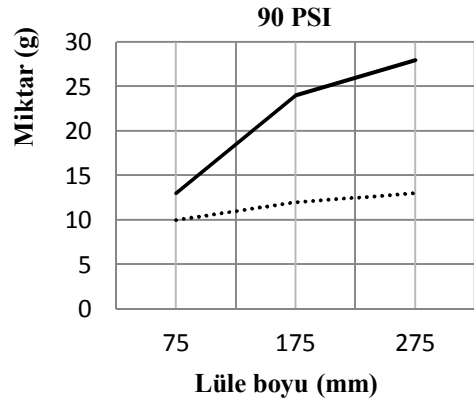
Şekil 5.26. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



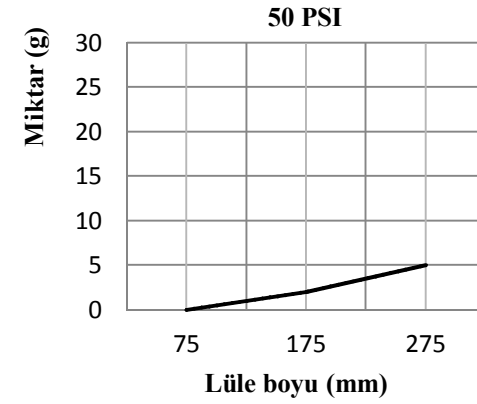
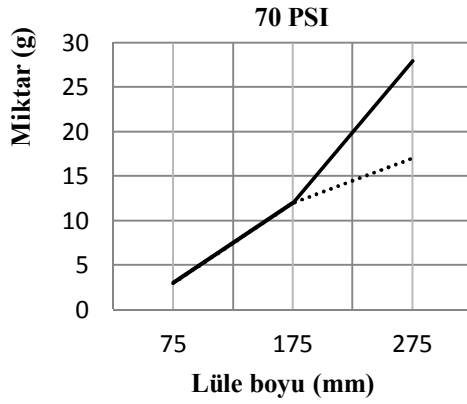
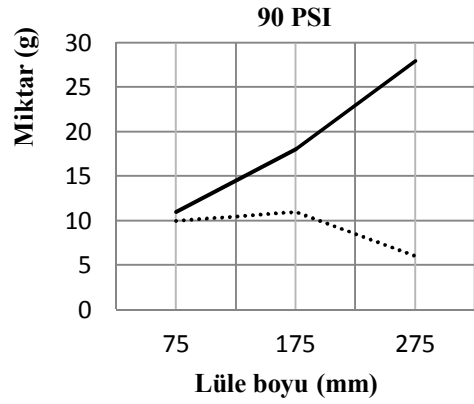
Şekil 5.27. B tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



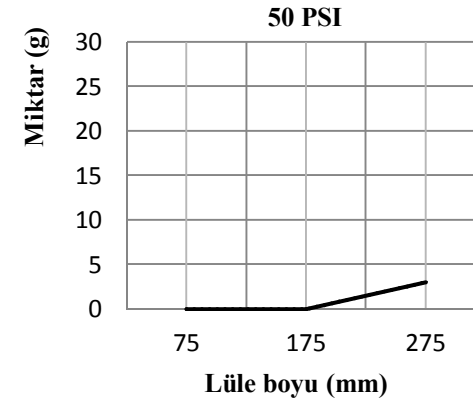
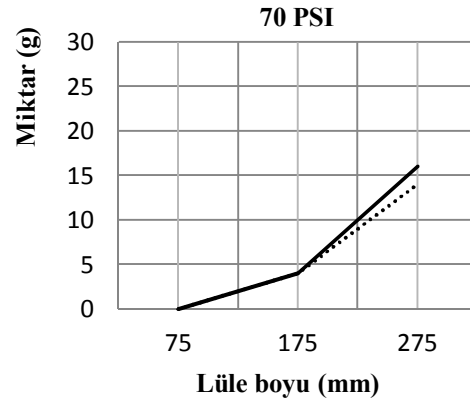
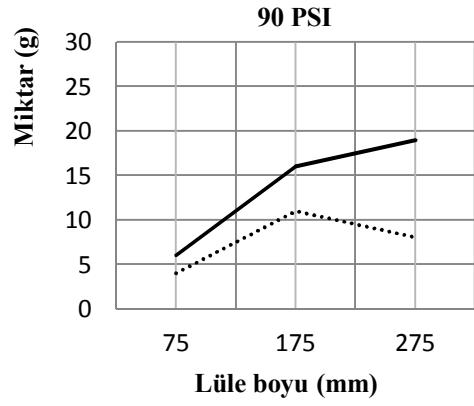
Şekil 5.28. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



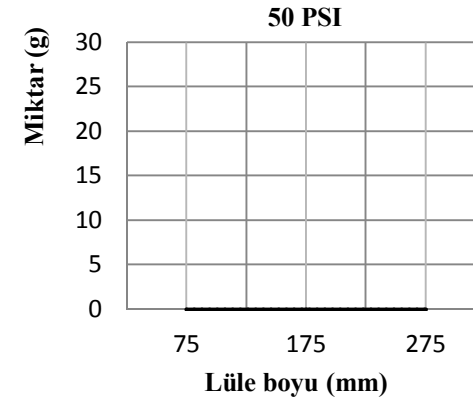
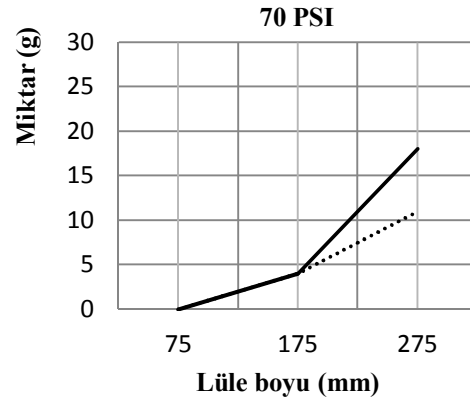
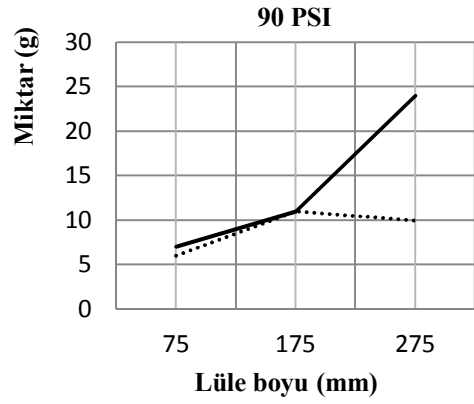
Şekil 5.29. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



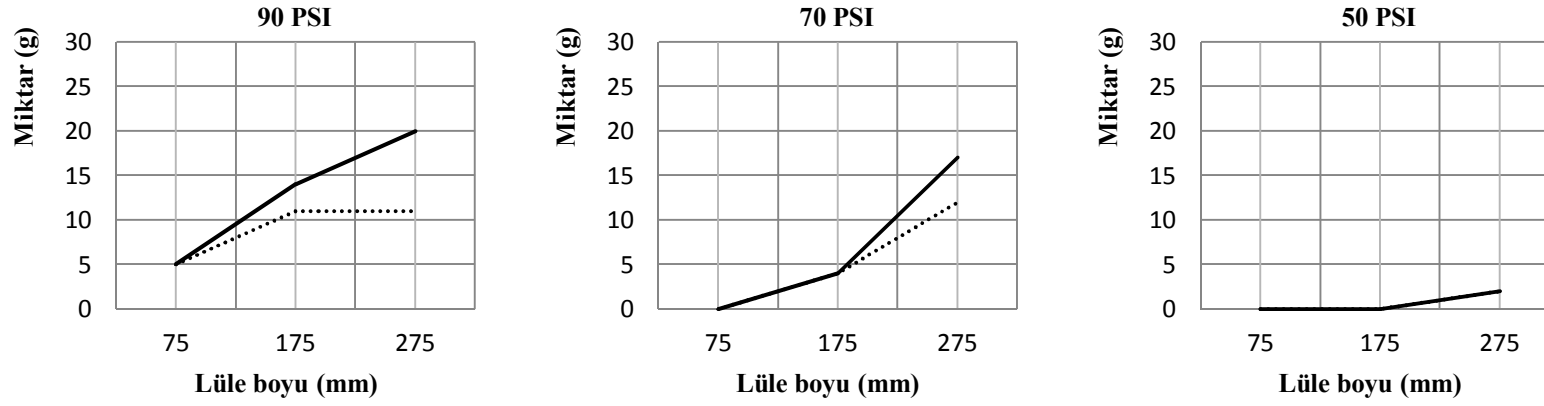
Şekil 5.30. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



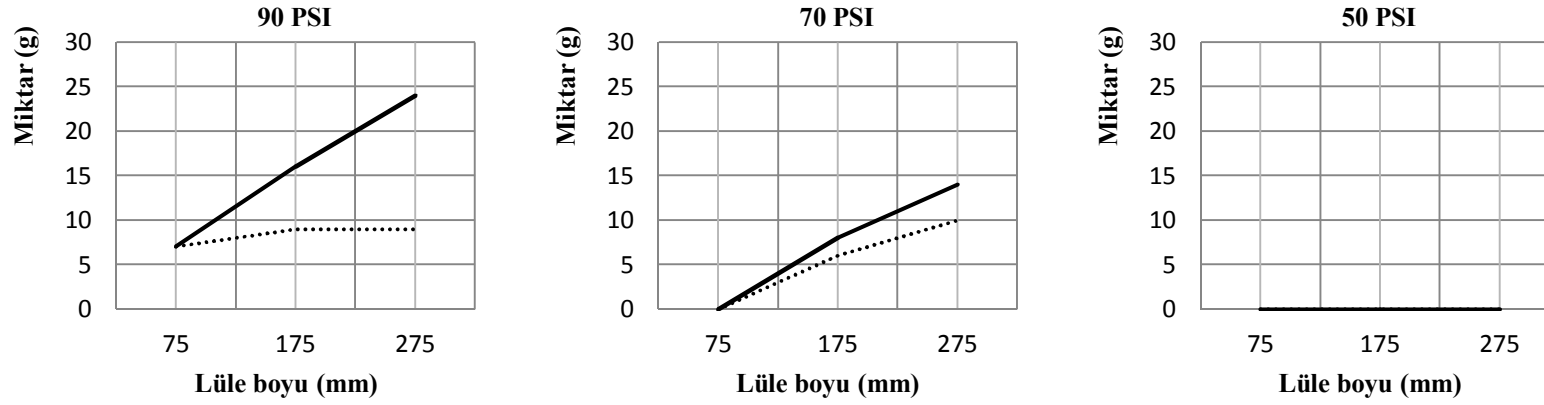
Şekil 5.31. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



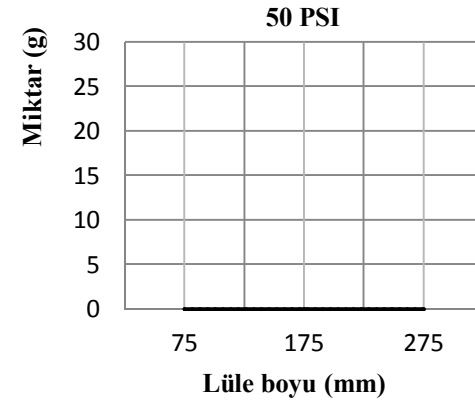
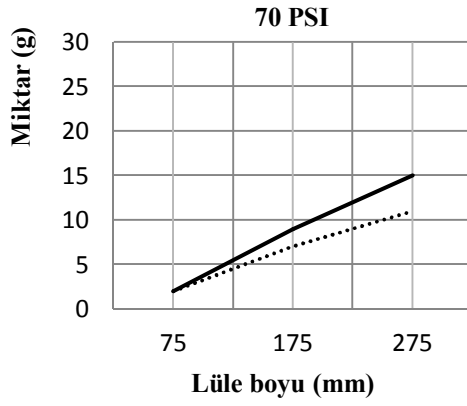
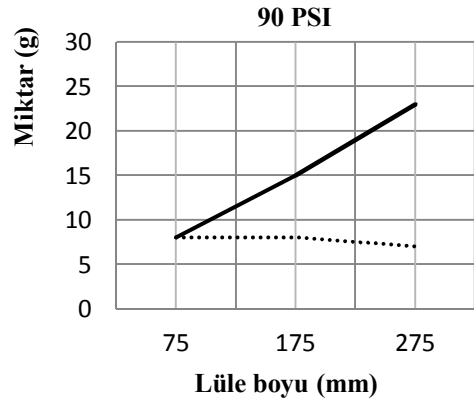
Şekil 5.32. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



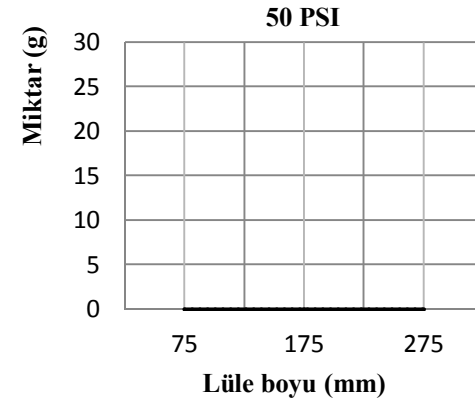
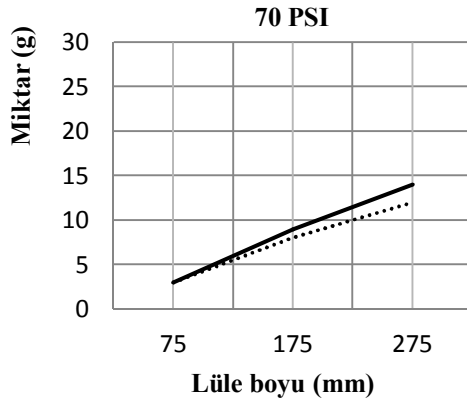
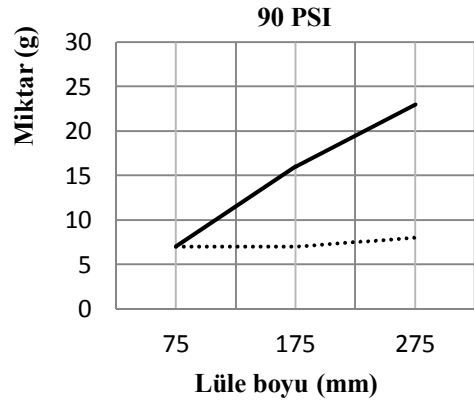
Şekil 5.33. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



Şekil 5.34. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

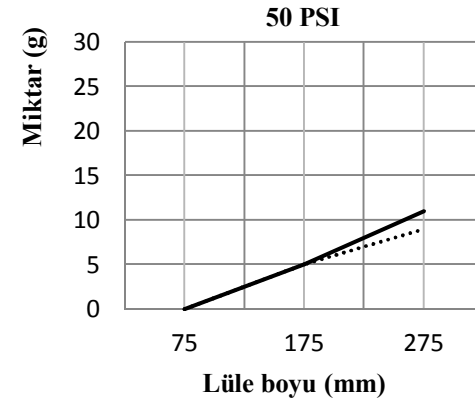
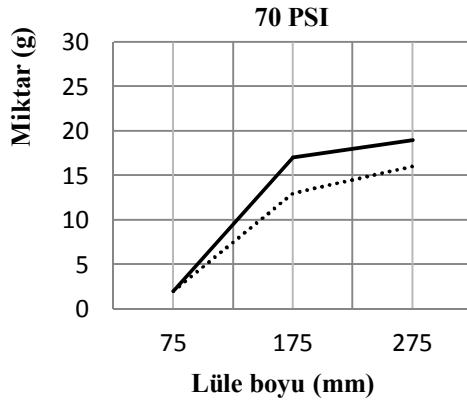
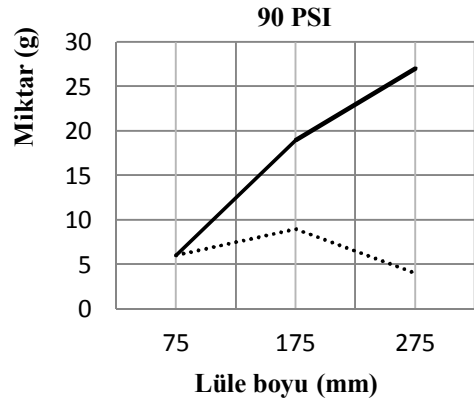


Şekil 5.35. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

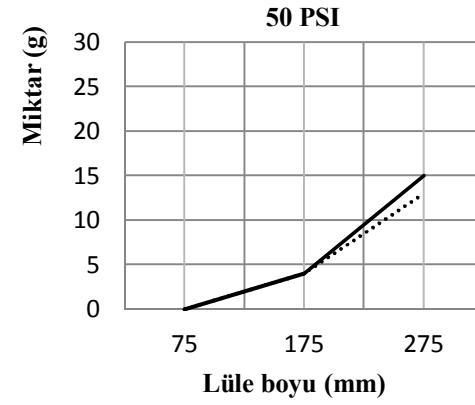
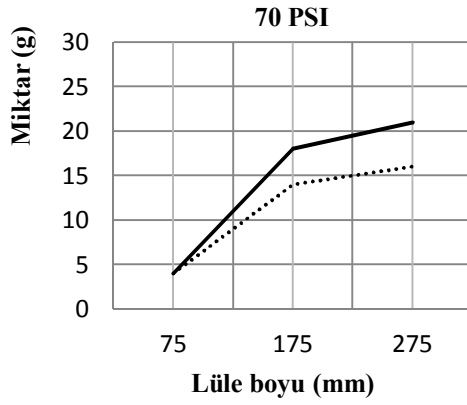
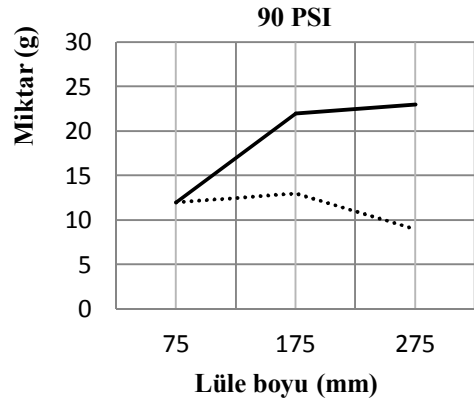


Şekil 5.36. B tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

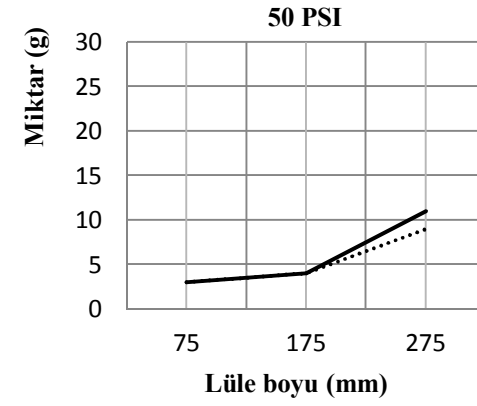
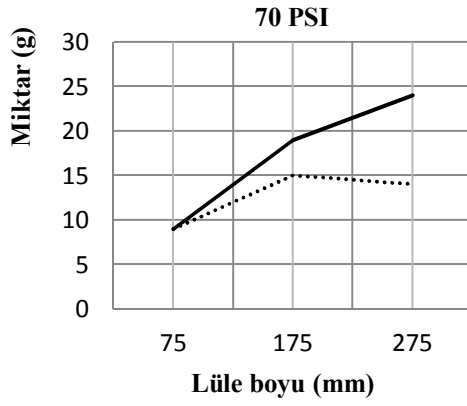
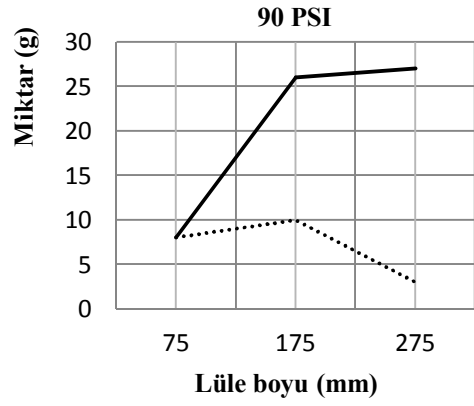




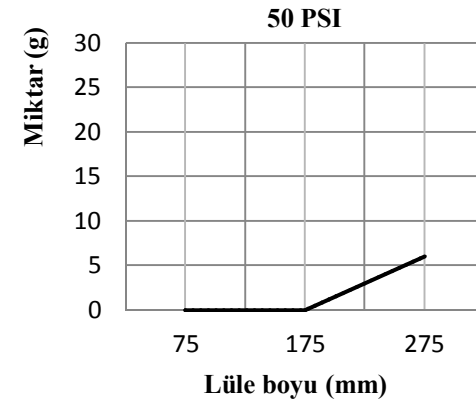
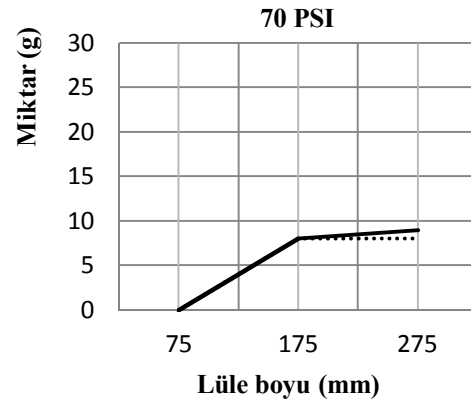
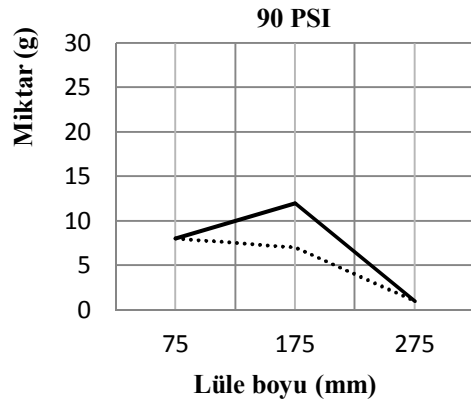
Şekil 5.37. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



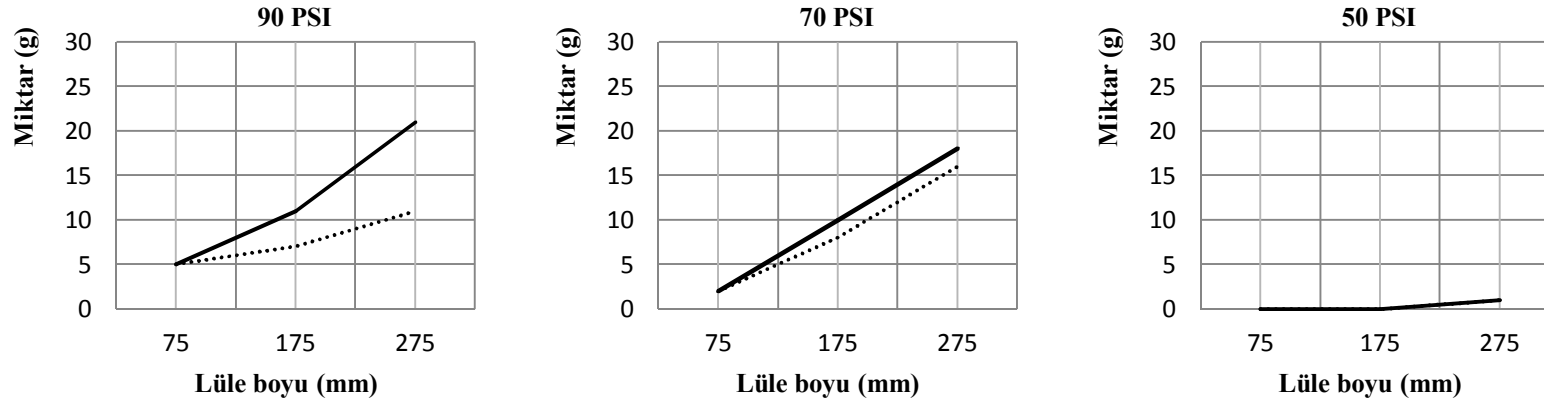
Şekil 5.38. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



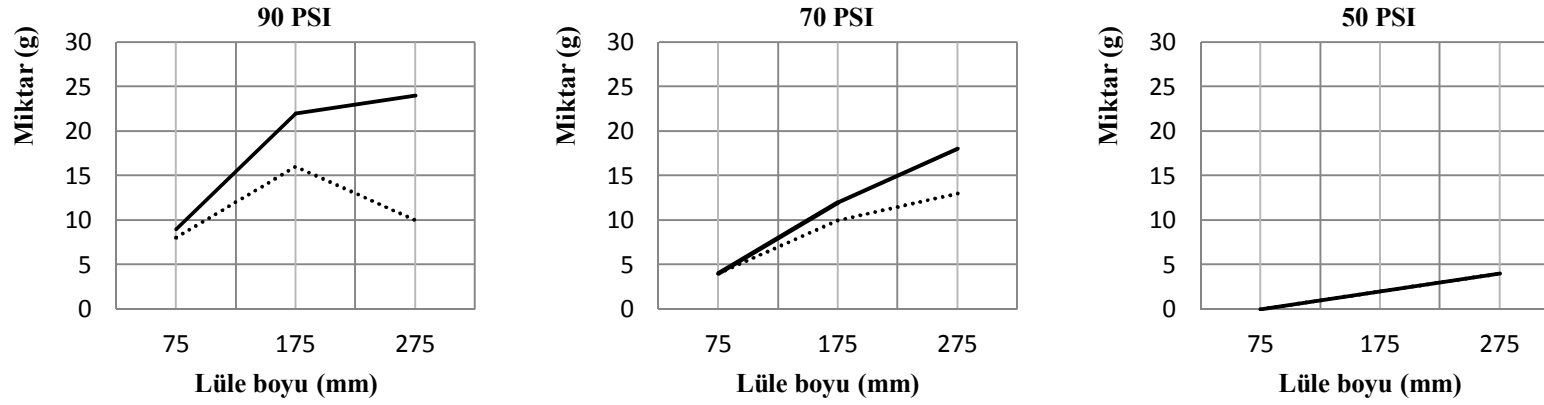
Şekil 5.39. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



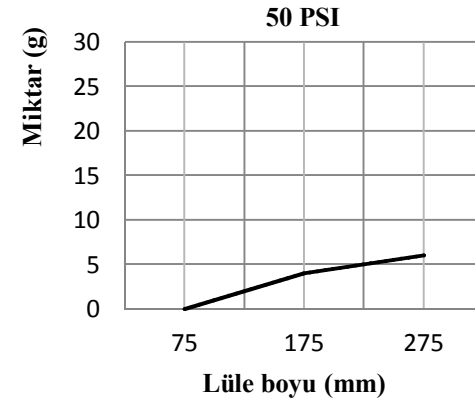
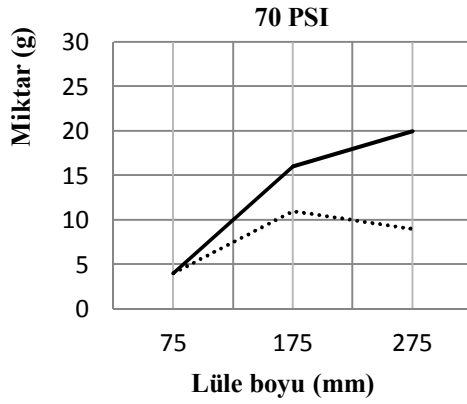
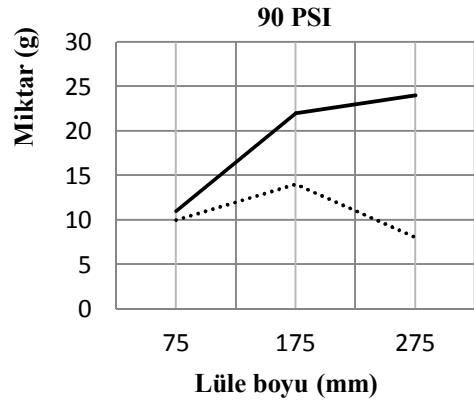
Şekil 5.40. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



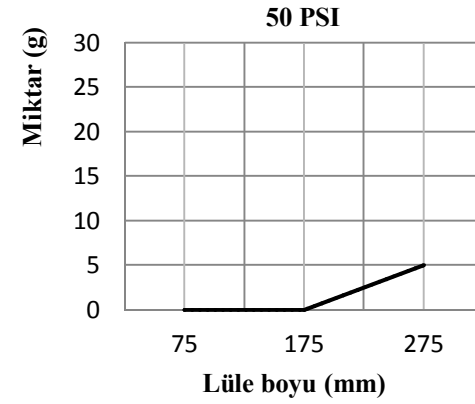
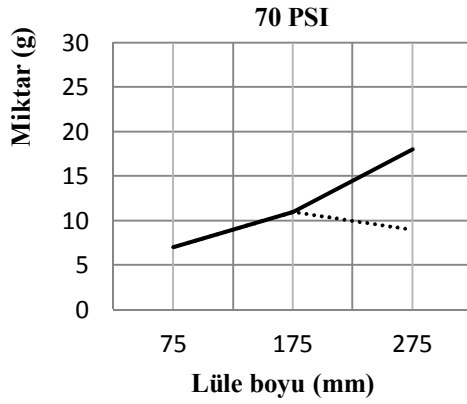
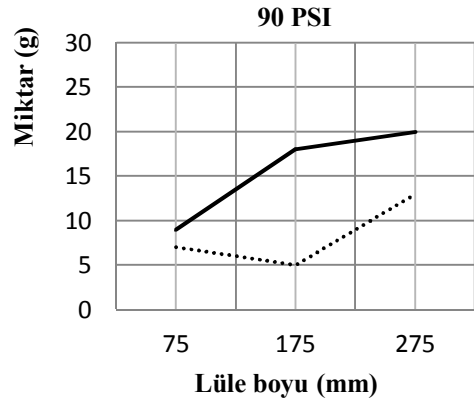
Şekil 5.41. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



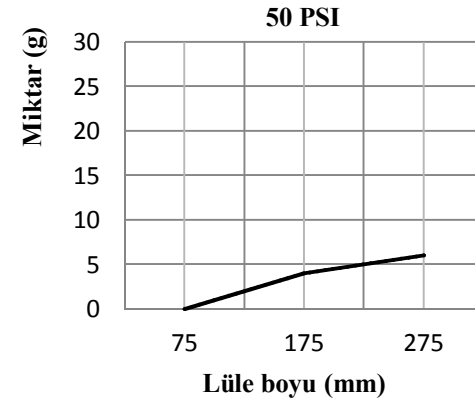
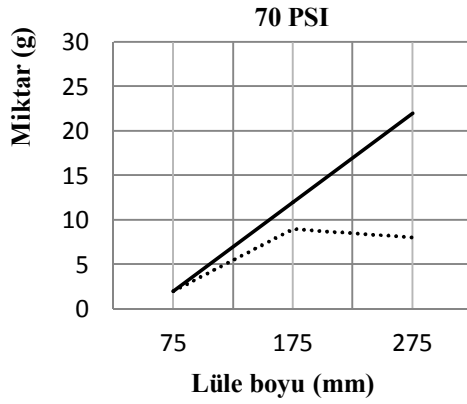
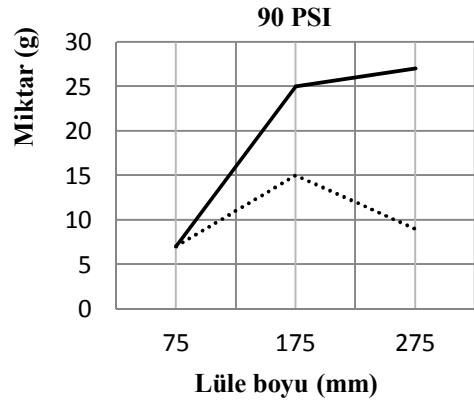
Şekil 5.42. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



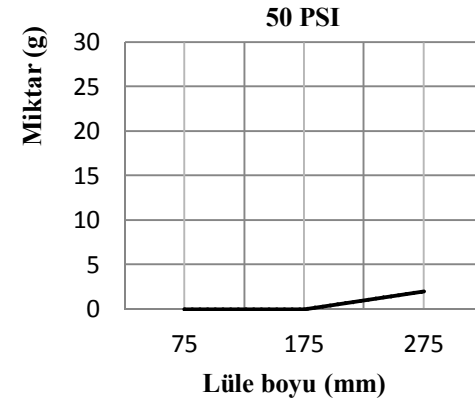
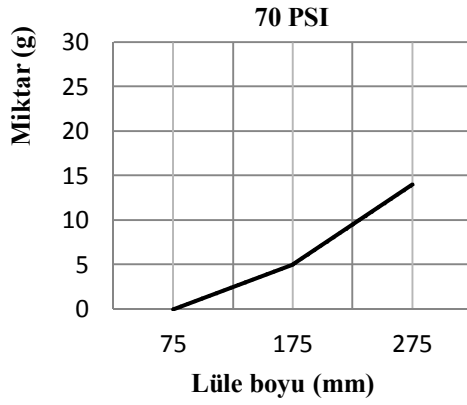
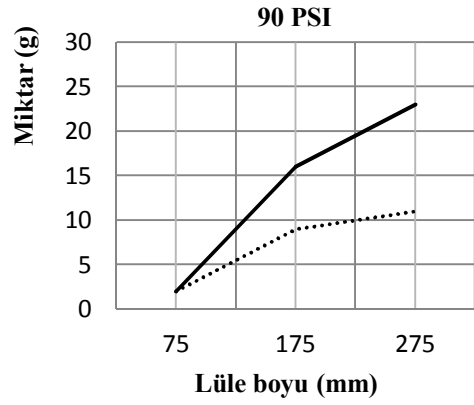
Şekil 5.43. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



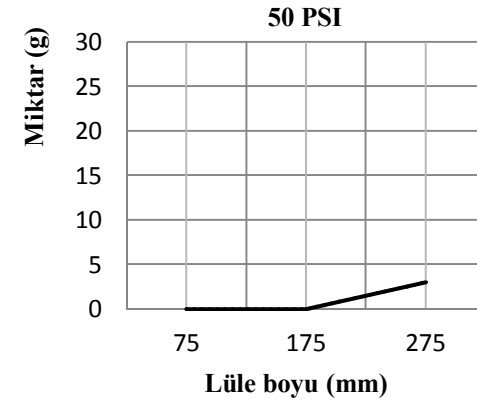
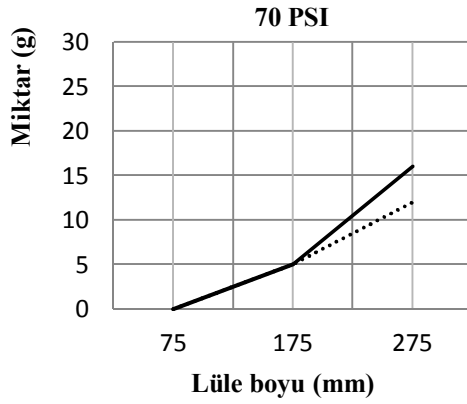
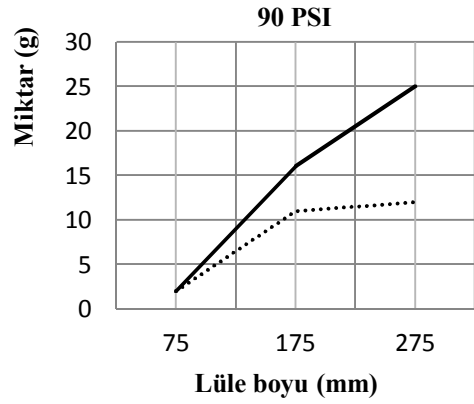
Şekil 5.44. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



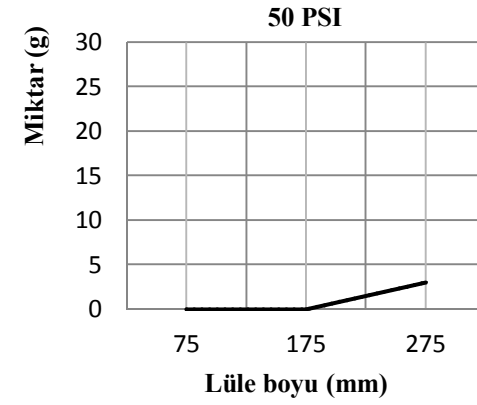
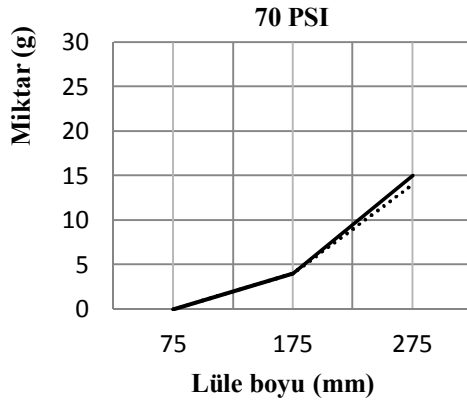
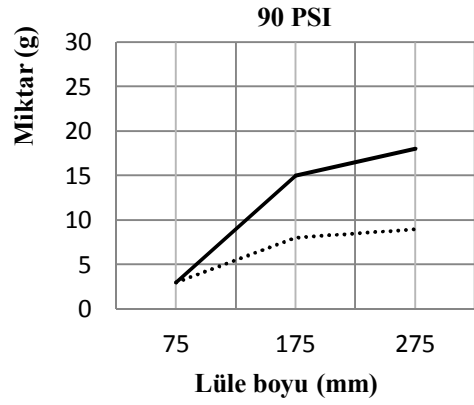
Şekil 5.45. C tipi fındık 22,5 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



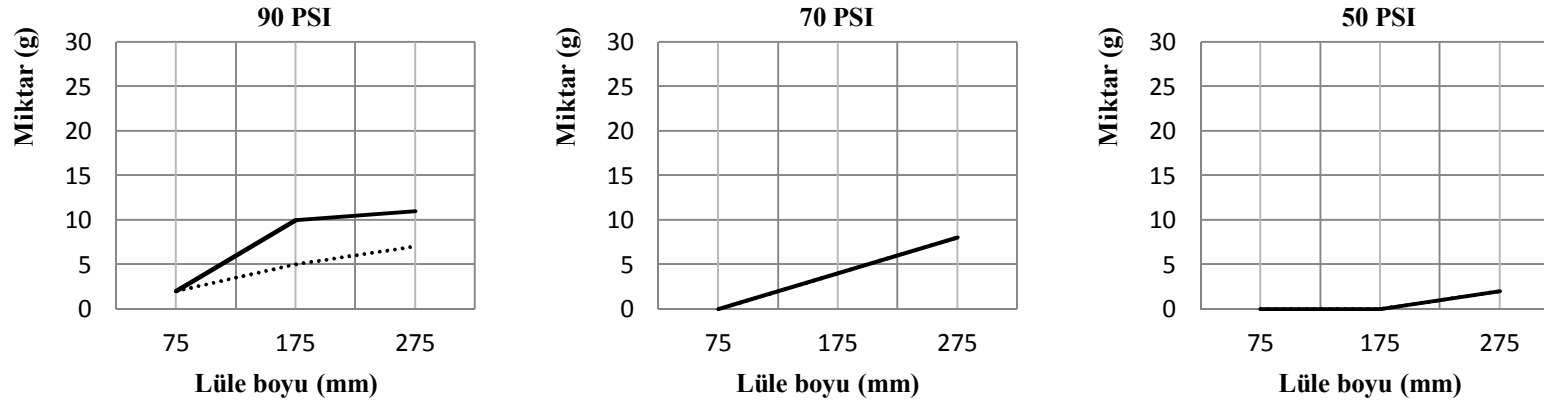
Şekil 5.46. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



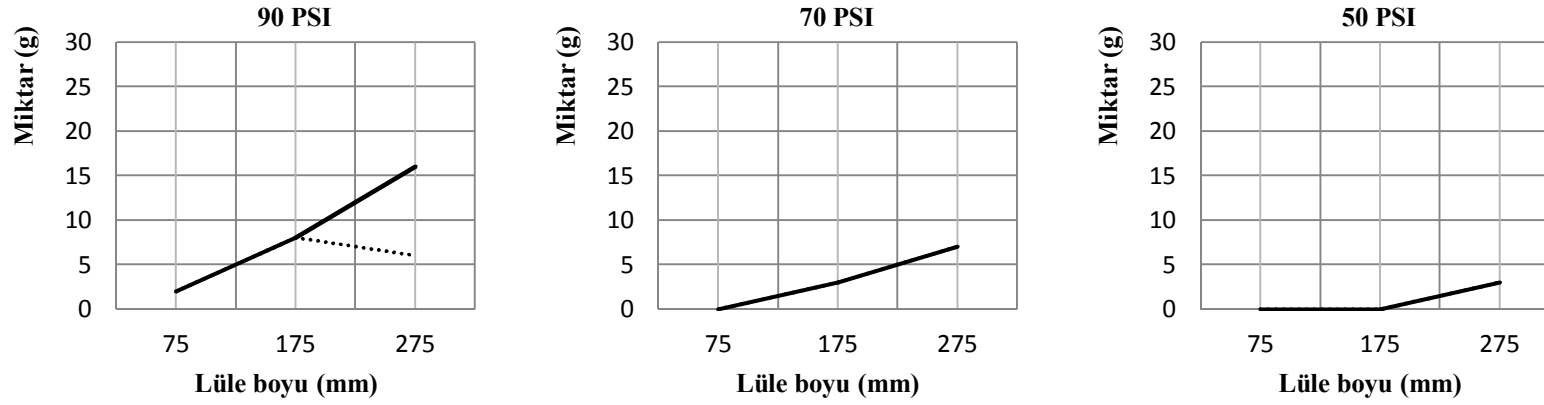
Şekil 5.47. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



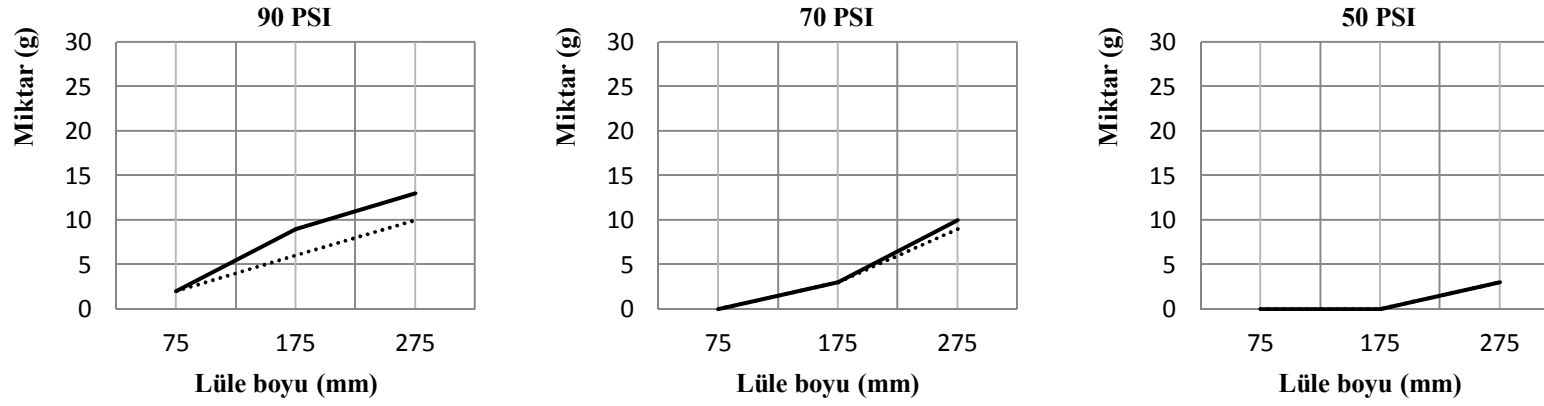
Şekil 5.48. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, düz çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



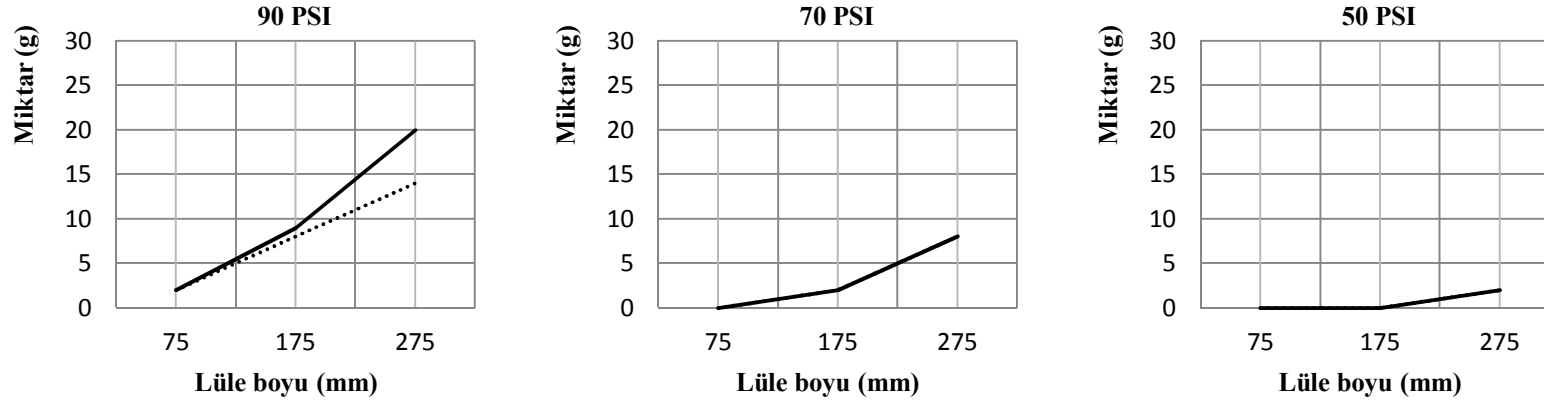
Şekil 5.49. C tipi findık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



Şekil 5.50. C tipi findık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

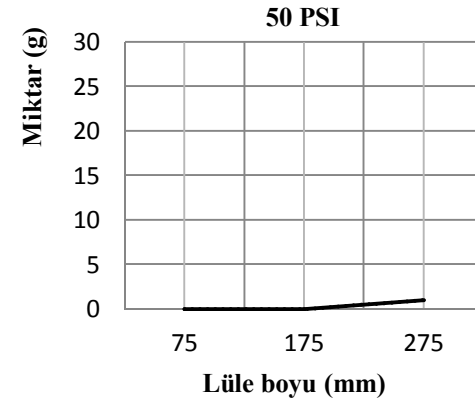
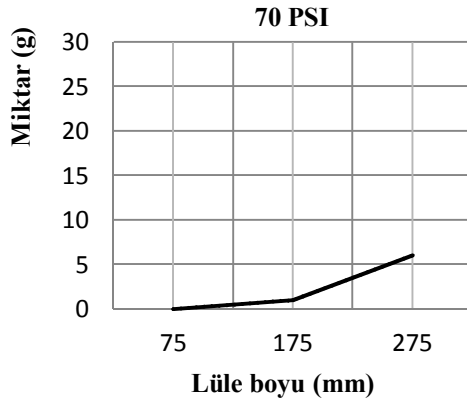
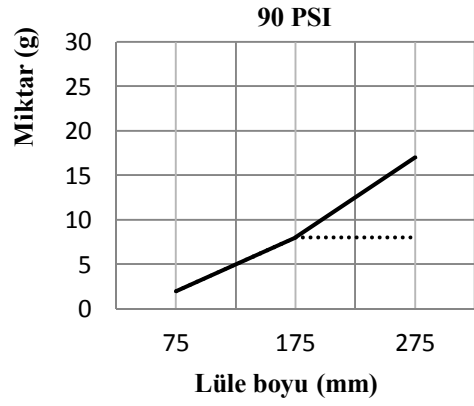


Şekil 5.51. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, sivri uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

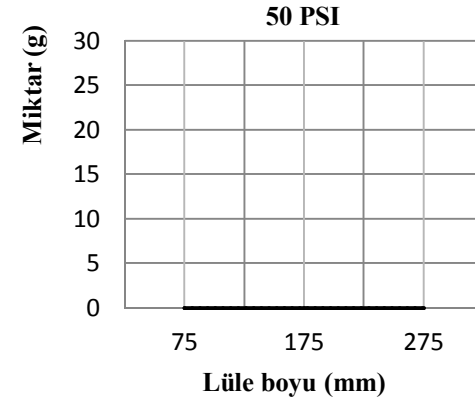
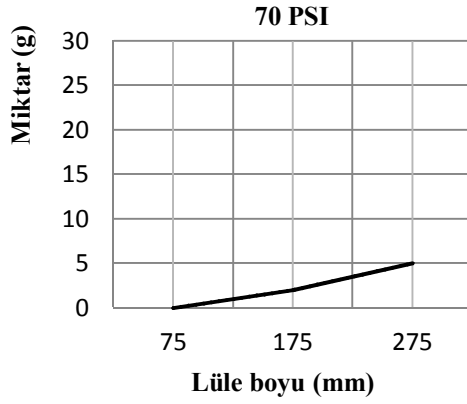
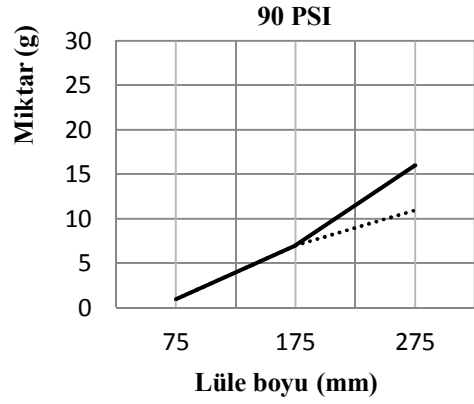


Şekil 5.52. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 80 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları





Şekil 5.53. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 180 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları



Şekil 5.54. C tipi fındık 25 mm lüle çapında, kare uçlu çarpma levhasında ve 280 mm kırma mesafesinde yapılan deney sonuçları

## **6. DENEY SONUÇLARININ İRDELENMESİ VE MODELLENMESİ**

Yapılan deneyler sonucunda; daha önce yapılan ön deneylerle elde edilen, fındığın hava basıncı ile kırılmasını etkileyen değişkenlerin etkileri çok belirgin bir şekilde gözlemlenmiş oldu. Aşağıda fındığın hava ile kırılmasını etkileyen değişkenler maddeler halinde sıralanmış ve daha sonra irdellemeleri yapılmıştır.

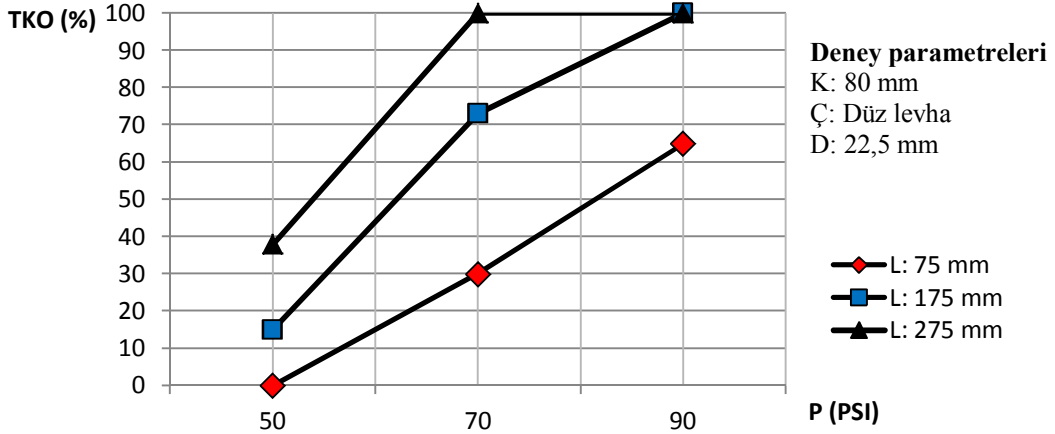
Fındıkların kırılmasını etkileyen değişkenler:

- a. Hava basıncı (P),
- b. Lüle boyu (L),
- c. Lüle çapı (D),
- d. Çarpma levhası şekli,
- e. Kırma mesafesi (K),
- f. Fındık cinsi.

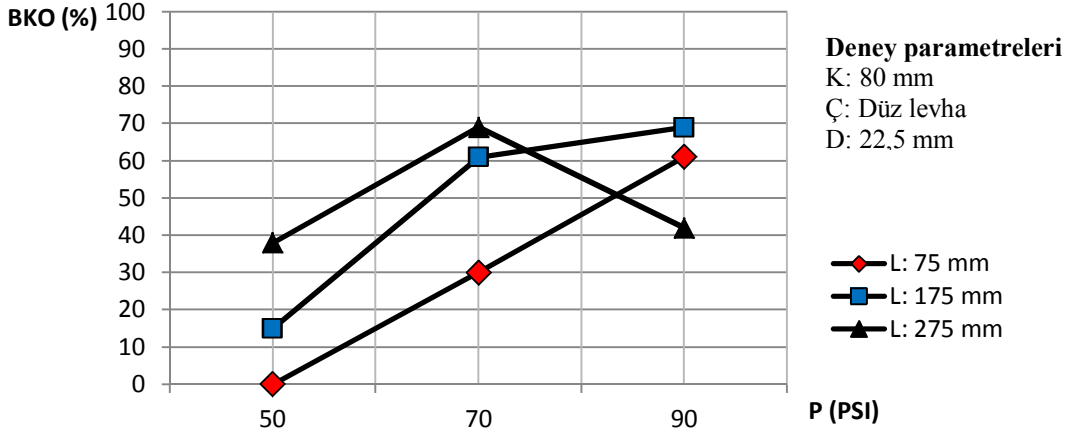
### **6.1 Fındıkların Kırılmasında Hava Basıncının ve Lüle Boyunun Etkisi**

Şekil 5.1 ile şekil 5.54 arasında yer alan bütün deney sonuçlarına bakıldığında hava basıncının ve lüle boyunun fındıkların kırılmasında çok etkili bir değişken olduğu görülmektedir.

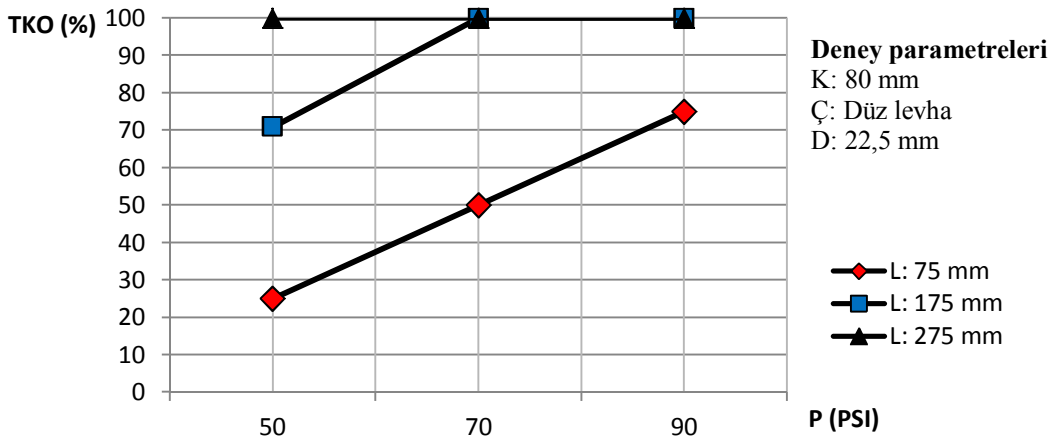
Örnek olarak; A tipi fındık için şekil 5.1, B tipi fındık için şekil 5.19, C tipi fındık için şekil 5.37'de gösterilen 275, 175 ve 75 mm lüle boylarında yapılan deneylerin sonuçları toplam ve bütün kırma oranları hesaplanmış olarak aşağıda şekil 6.1, şekil 6.2, şekil 6.3, şekil 6.4, şekil 6.5 ve şekil 6.6' da gösterilmiş ve grafiklerin irdelenmesi yapılmıştır.



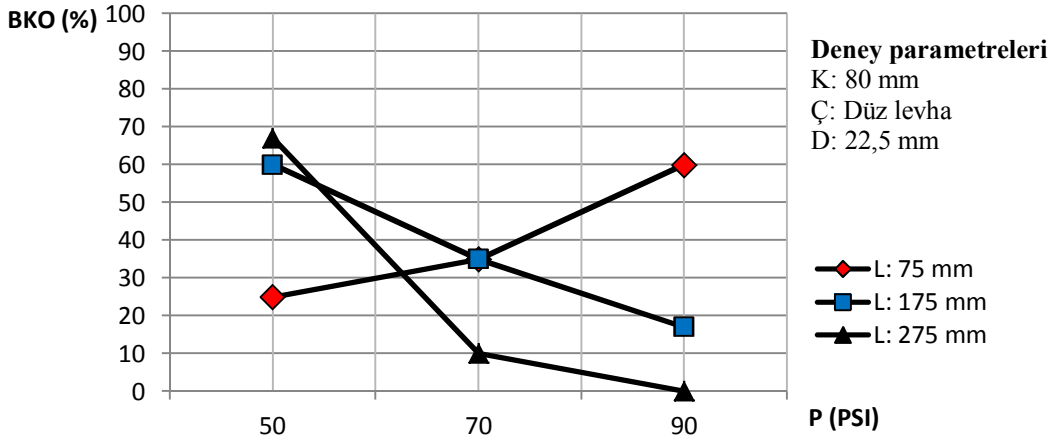
Şekil 6.1. A tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının TKO' na etkisi



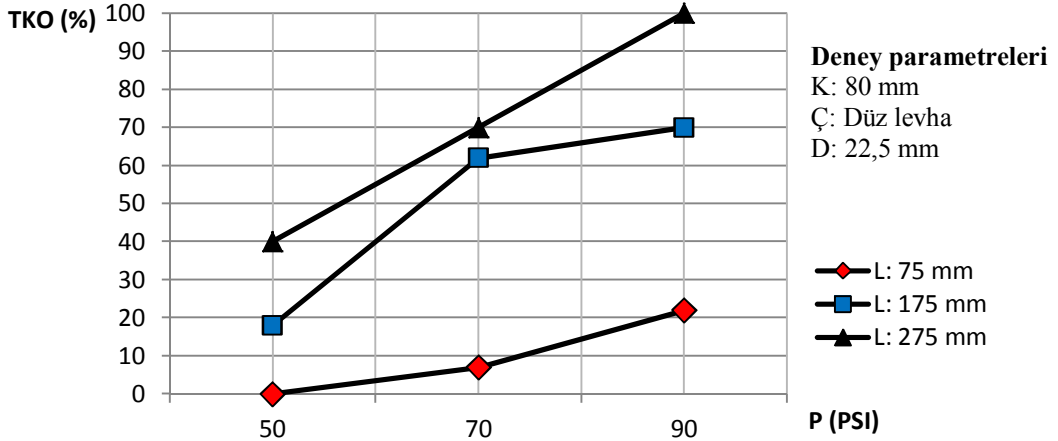
Şekil 6.2. A tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının BKO' na etkisi



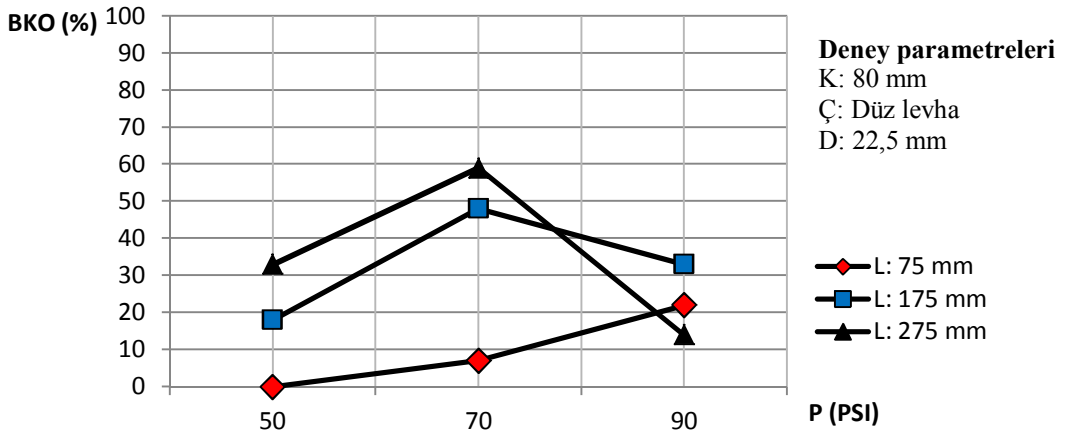
Şekil 6.3. B tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının TKO' na etkisi



Şekil 6.4. B tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının BKO' na etkisi



Şekil 6.5. C tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının TKO' na etkisi



Şekil 6.6. C tipi fındık için farklı lüle boylarında, hava basıncının BKO' na etkisi

Tasarım ve imalatı yapılan Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi' nin çalışma prensibinin, sıkıştırılmış havanın kuvvet oluşturma etkisini kullanmak olduğu bilinmektedir. Basıncı artırılan havanın aşağıda verilen (6.1) denklemine göre cisimlere uyguladığı kuvvet artmaktadır. Buna göre basıncı artırılan havanın fındıklara uyguladığı itme kuvveti deney basıncının artmasıyla birlikte artmıştır. Lüle içerisindeki fındıklara hava tarafından uygulanan itme kuvvetinin etkisiyle fındıkların lüleden çıkış hızları artmaktadır. Hızı fazla olan fındıkların aşağıda (6.2) denkleminde verilen kinetik enerji bağıntısına göre taşıdığı enerji daha fazla olmaktadır. Dolayısıyla enerjisi fazla olan fındıkların plakaya uyguladıkları çarpma kuvveti daha fazla olduğundan TKO değerleri hava basıncının artmasıyla sürekli artış göstermektedir.

$$P = \frac{F}{A} \quad (6.1)$$

$$E_k = \frac{m\vartheta^2}{2} \quad (6.2)$$

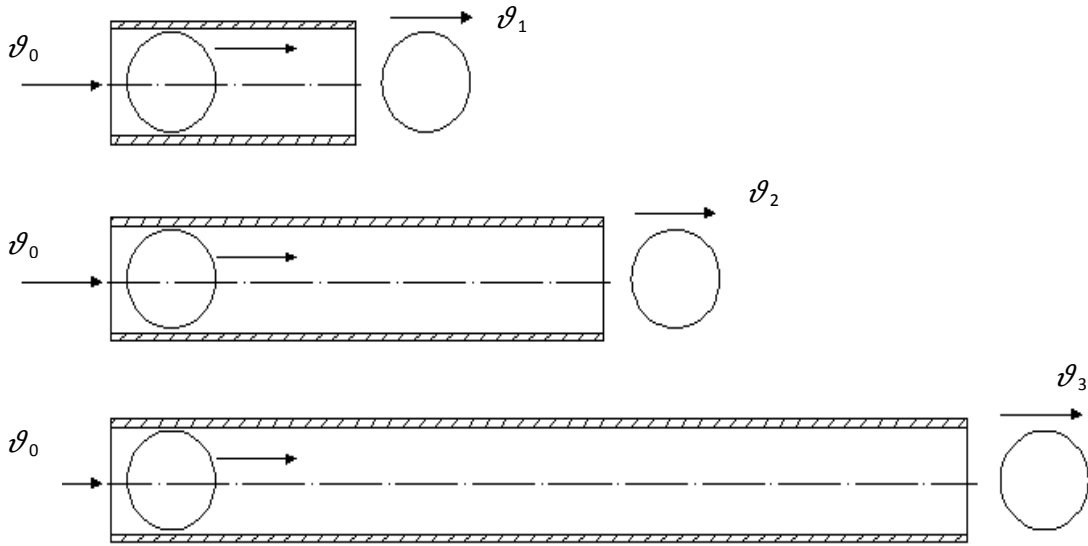
Yukarıda şekil 6.2, şekil 6.4 ve şekil 6.6' da gösterilen grafikler incelendiğinde BKO oranı; A tipi fındık için, 75 ve 175 mm lüle boylarında, hava basıncının artmasıyla artış gösterirken, 275 mm lüle boyunda, basıncın 50 PSI değerinden, 70 PSI değerine çıkartılmasıyla artmış, ancak basıncın 90 PSI değerine çıkartılmasıyla azalmıştır, B tipi fındıkta 75 mm lüle boyunda BKO sürekli artış gösterirken 175 ve 275 mm lüle boylarında sürekli azalmıştır. C tipi fındıkta ise 75 mm lüle boyunda BKO, basıncın artmasıyla artarken, 175 ve 275 mm lüle boylarında önce artmış daha sonra ise azalmıştır.

Örneğin şekil 6.1' de gösterilen 70 PSI basınç değerinde yapılan deney sonuçlarına bakıldığında TKO; 75 mm lüle boyunda % 30, 175 mm lüle boyunda % 73, 275 mm lüle boyunda % 100 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde diğer deney sonuçları da irdelendiğinde lüle boyunun fındıkların kırılmasına etkisi deneylerde kullanılan fındık cinslerinin tamamında görülmektedir.

Lüle içerisindeki findıklara hava tarafından itme kuvveti uygulandığı ve bu sayede findıkların lüle içerisinde hızlandığı bilinmektedir. Lüle boyunun artmasıyla findıklara lüle içerisinde hava tarafından uygulanan kuvvetin süresi artmaktadır. Aşağıda verilen (6.3) ve (6.4) temel hareket denklemlerine göre findıkların lüle içerisinde aldıkları mesafe artıkça hızları da artmaktadır. Böylece lüle boyunun; 75 mm' den 175 mm' ye ve 175 mm' den 275 mm' ye çıkartılmasıyla, sabit hava basıncında findıkların lüle çıkış hızları sürekli artış göstermiştir. Aşağıda şekil 6.7' de şematik olarak gösterildiği gibi, findıkların lüle girişinde eşit olan hızları ( $v_0$ ), findıkların lüle içerisinde aldıkları mesafeye göre lüle çıkışında farklılık göstermektedir ( $v_1 < v_2 < v_3$ )

$$F = m.a \quad (6.3)$$

$$v = a.t \quad (6.4)$$



**Şekil 6.7.** Lüle boyunun hıza etkisi

Lüle boyunun sürekli artmasının, belirli bir noktadan sonra findıkların hızını azaltıcı yönde etki etmesi beklenmektedir. Çünkü lüle boyunun artmasıyla, sürtünme kuvveti de artmaktadır. Belirli bir lüle boyundan sonra, lüle içerisinde hareket eden havanın itme

kuvveti, sürtünme kuvvetinin etkisiyle azalmaktadır. Dolayısıyla lüle boyunu sürekli artırmak findıkların lüle çıkış hızının sürekli artması anlamına gelmemektedir. Bu tez çalışmasında yapılan bütün deney sonuçları irdelendiğinde lüle boyunun artması findıkların lüleden çıkış hızını her zaman arttırmıştır.

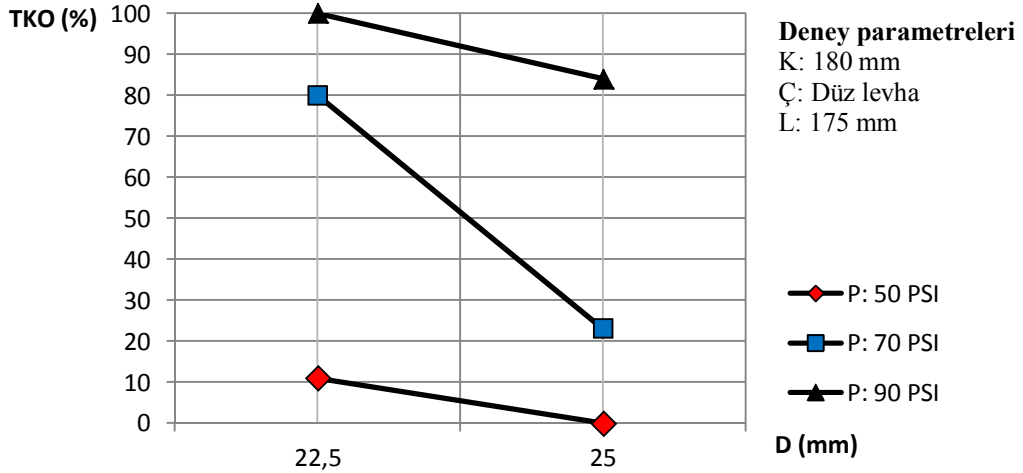
Örneğin şekil 6.1' de verilen A tipi findık için 70 PSI hava basıncında yapılan deneylerin sonuçlarına göre TKO; 75 mm lüle çapında % 30 olarak hesaplanmıştır. Daha sonra lüle boyu 175 mm' ye çıkartılıp ve deney tekrarlandığında TKO, % 73' e çıkmıştır. Lüle boyu 275 mm'ye çıkartıldığında ise TKO, % 100 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak lüle boyunun artması, findıkların lüleden çıkış hızını artırarak findıkların kırılmasını kolaylaştırmıştır.

Örneğin şekil 6.6' da verilen C tipi findık için 90 PSI hava basıncında yapılan deneylerin sonuçlarına göre BKO; 75 mm lüle boyunda % 22 olarak ölçülmüştür. Daha sonra lüle boyu 175 mm çıkartılıp ve deney tekrarlandığında BKO, % 33 hesaplanmıştır. Lüle boyunun 275 mm' ye çıkartıldığında ise BKO, % 14 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi lüle boyunun 175 mm' ye çıkartılmasıyla hızı artan findıkların BKO oranı artmıştır. Ancak lüle boyu 275 mm' ye çıkartılınca hızı daha da artan findıkların TKO artmasına rağmen, findık içleri parçalanmış olduğundan BKO azalmıştır.

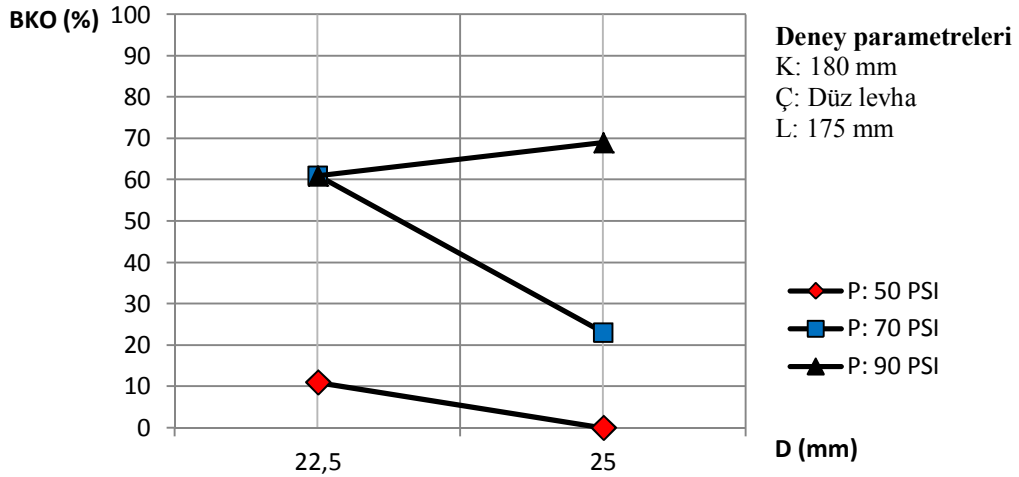
## **6.2. Findıkların Kırılmasında Lüle Çapının Etkisi**

Şekil 5.1 ile şekil 5.54 arasında yer alan bütün deney sonuçlarına bakıldığında lüle çapının findıkların kırılmasında çok etkili bir değişken olduğu görülmektedir.

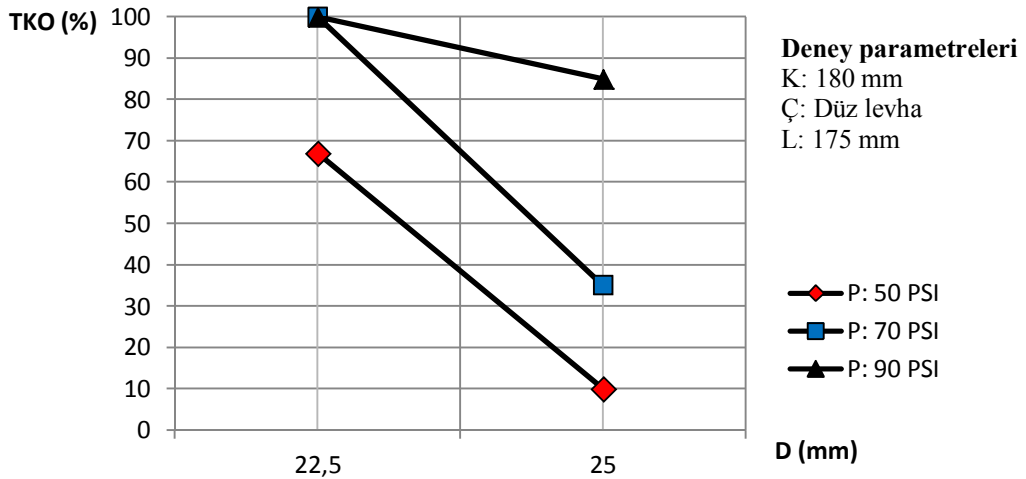
Örnek olarak; A tipi findık için şekil 5.2 ve şekil 5.11'de gösterilen, B tipi findık için şekil 5.20 ve şekil 5.29' da gösterilen, C tipi findık için şekil 5.38 ve şekil 5.47' de gösterilen 22,5 mm ve 25 mm lüle çapında yapılan deney sonuçları karşılaştırmalı olarak aşağıda şekil 6.8, şekil 6.9, şekil 6.10, şekil 6.11, şekil 6.12 ve şekil 6.13'te gösterilmiştir.



Şekil 6.8. A tipi fındık için farklı deney basınçlarında, lüle çapı değişiminin TKO' na etkisi

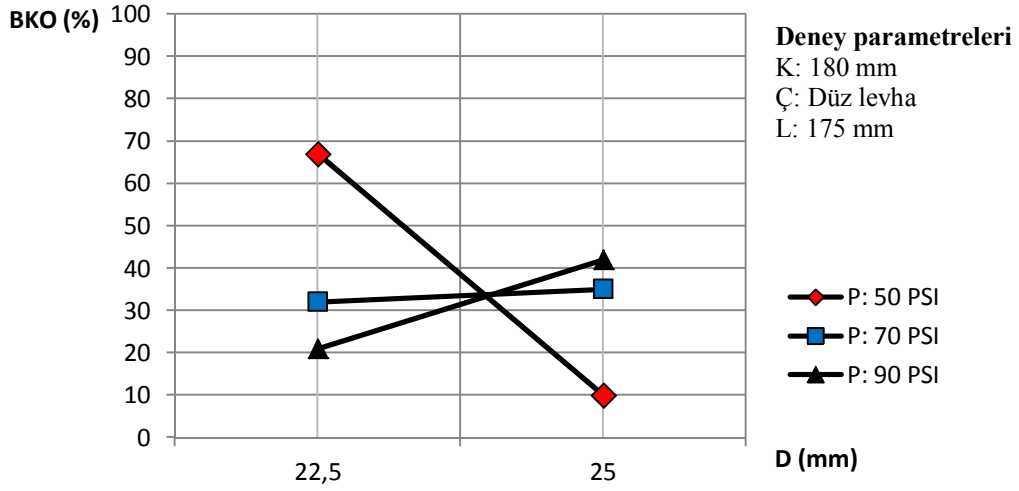


Şekil 6.9. A tipi fındık için farklı deney basınçlarında, lüle çapı değişiminin BKO' na etkisi

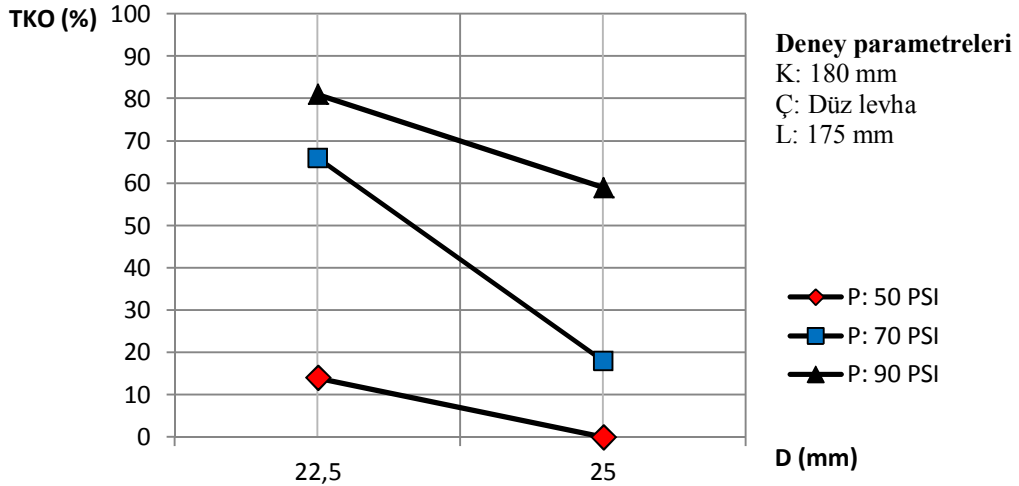


Şekil 6.10. B tipi fındık için farklı deney basınçlarında, lüle çapı değişiminin TKO' na etkisi

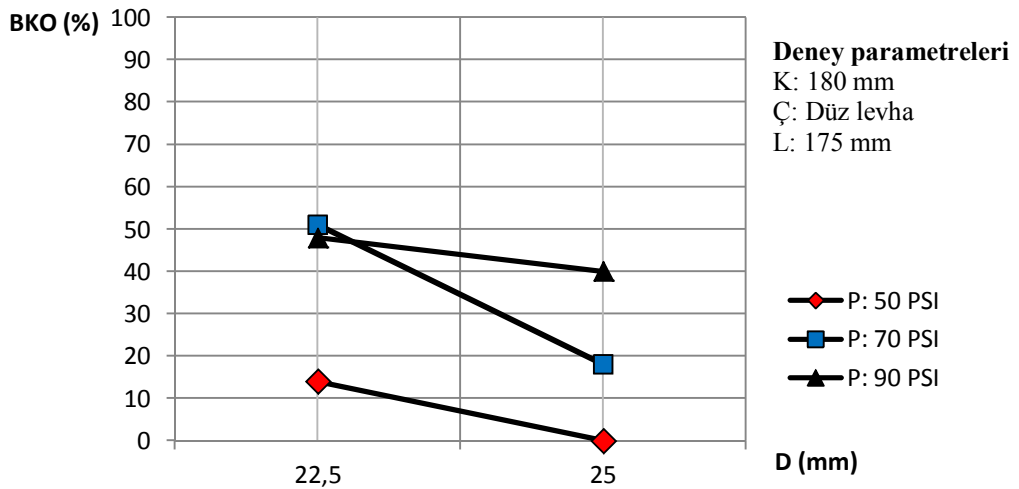




Şekil 6.11. B tipi fındık için farklı deney basınçlarında lüle çapı değişiminin BKO' na etkisi



Şekil 6.12. C tipi fındık için farklı deney basınçlarında lüle çapı değişiminin TKO' na etkisi



Şekil 6.13. C tipi fındık için farklı deney basınçlarında lüle çapı değişiminin BKO' na etkisi

Deney sonuçları irdelendiğinde lüle çapı değişiminin, fındıkların kırılmasına etkisi açık şekilde gözlemlenmiştir.

Lüle kesit alanının artması, lüleye giren, sabit debili havanın hızını aşağıda verilen (6.5) denkleme göre azaltmıştır. Bu durumda lüle içerisinde havanın etkisiyle hareket eden fındıkların lüleden çıkış hızları azalmıştır. Sonuç olarak lüle çıkış hızları daha az olan fındıkların, levhaya çarpma kuvvetleri daha az olduğu için kırma oranları azalmıştır

$$Q = v.A \quad (6.5)$$

Örneğin; yukarıda B tipi fındık için verilen şekil 6.10' a bakıldığında; 50 PSI deney basıncında; 22,5 mm lüle çapında TKO: % 67, 25 mm lüle çapında TKO: % 10 olarak hesaplanmıştır. 70 PSI deney basıncında; 22,5 mm lüle çapında TKO: % 100, 25 mm lüle çapında TKO: % 35 olarak hesaplanmıştır. 90 PSI deney basıncında; 22,5 mm lüle çapında TKO: % 100, 25 mm lüle çapında TKO: % 85 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlardan görüldüğü gibi lüle çapının artmasıyla lüle çıkış hızları azalan fındıkların TKO değerleri azalmıştır.

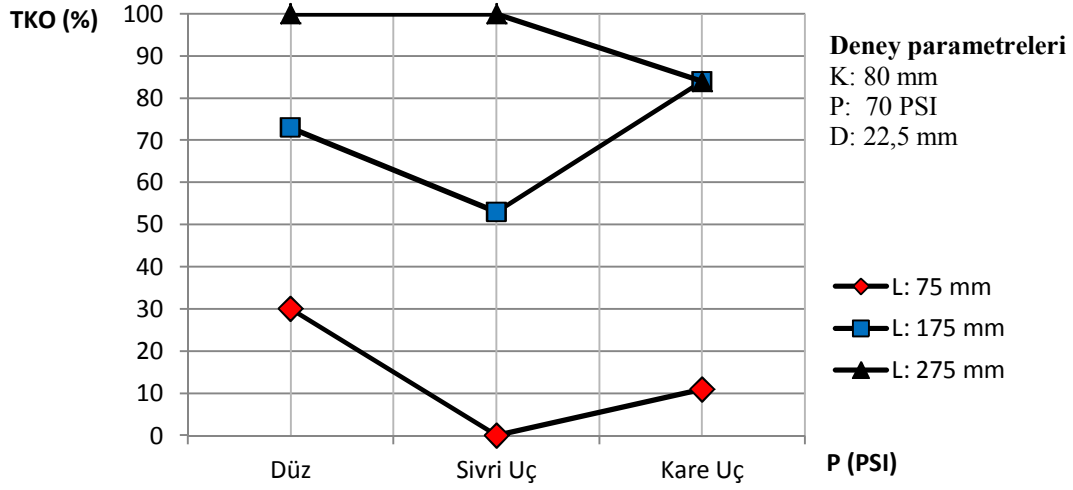
Şekil 6.8 ve şekil 6.13 arasında verilen deney sonuçlarına bakıldığında, BKO genellikle lüle çapının artmasıyla azalmıştır. Ancak BKO, yüksek deney basınçlarında, şekil 6.11' de görüldüğü gibi özellikle C tipi fındık için artış göstermiştir. Bu durum lüle çapının artırılmasıyla fındıkların lüle çıkış hızlarının azalmasından dolayı fındıkların iç parçalanmasının azalmasından kaynaklanmaktadır.

### **6.3. Fındıkların Kırılmasında Çarpma Levhasının Etkisi**

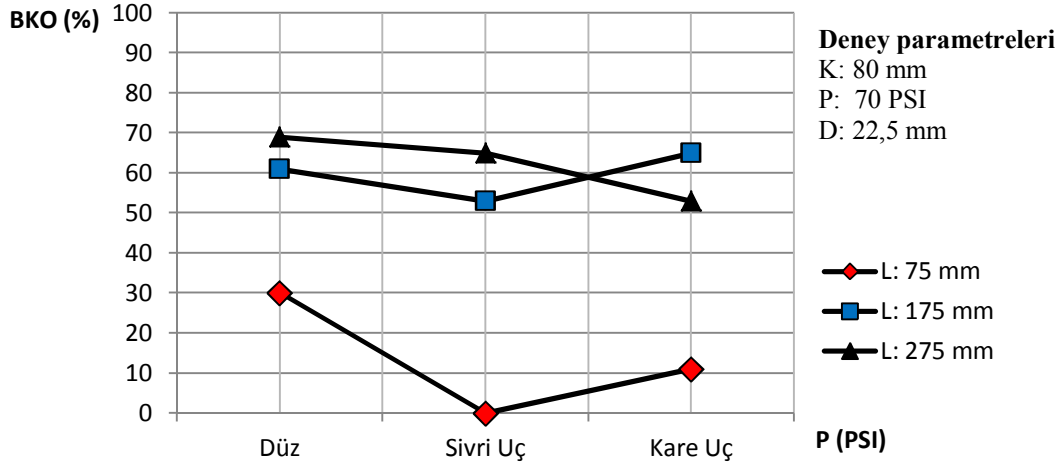
Şekil 5.1 ile şekil 5.54 arasında yer alan bütün deney sonuçlarına bakıldığında çarpma levhasının fındıkların kırılmasında etkili bir değişken olduğu görülmektedir.

A tipi fındık için şekil 5.1, şekil 5.4 ve şekil 5.7' de gösterilen 70 PSI deney basıncında yapılan deney sonuçları, B tipi fındık için şekil 5.19, şekil 5.22 ve şekil 5.25' te gösterilen 70 PSI deney basıncında yapılan deney sonuçları, C tipi fındık için şekil 5.37, şekil 5.40 ve şekil 5.43' te gösterilen 70 PSI deney basıncında yapılan deney sonuçları düz, sivri uçlu ve

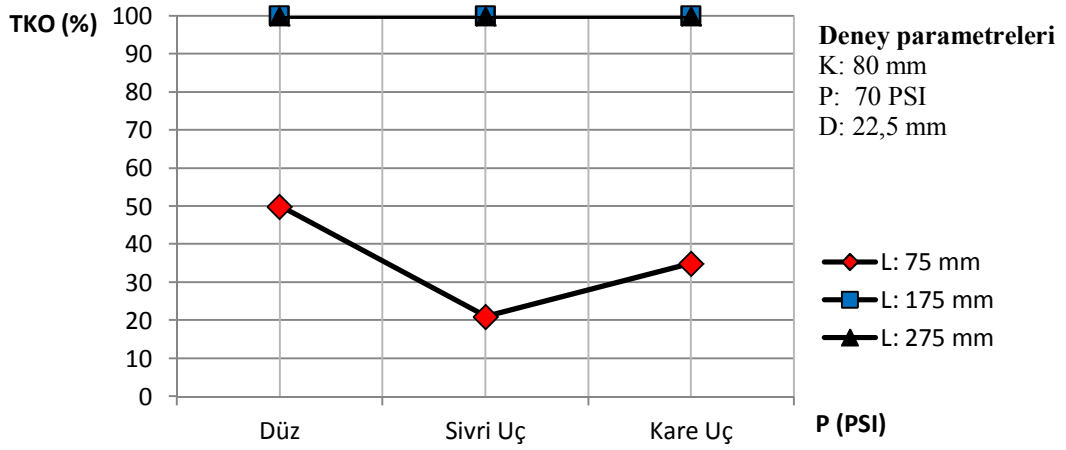
kare uçlu çarpma levhaları için karşılaştırmalı olarak aşağıda şekil 6.14, şekil 6.15, şekil 6.16, şekil 6.17, şekil 6.18 ve şekil 6.19' da gösterilmiştir.



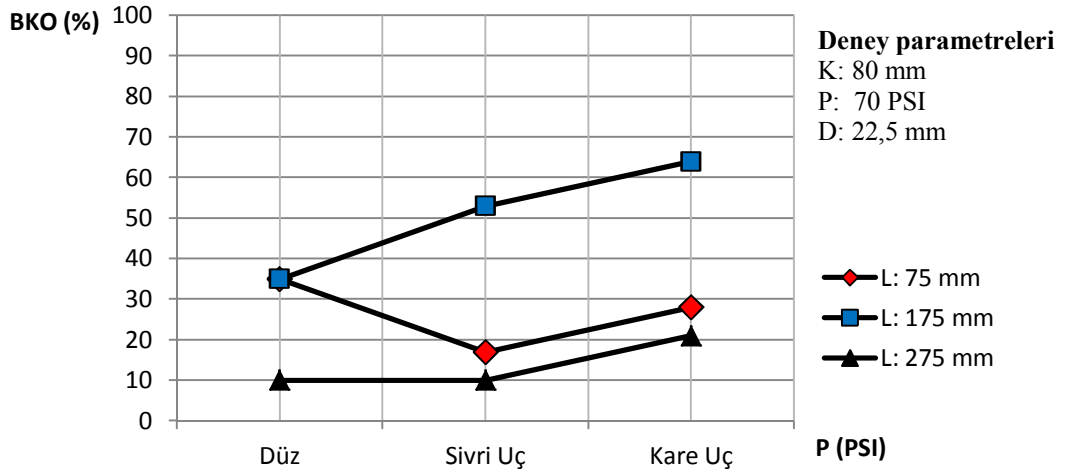
Şekil 6.14. A tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin TKO' na etkisi



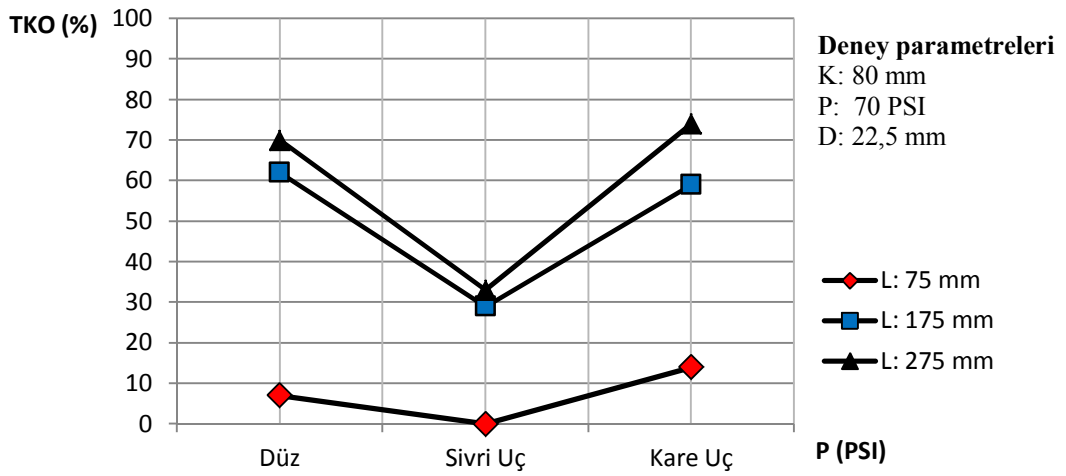
Şekil 6.15. A tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin BKO' na etkisi



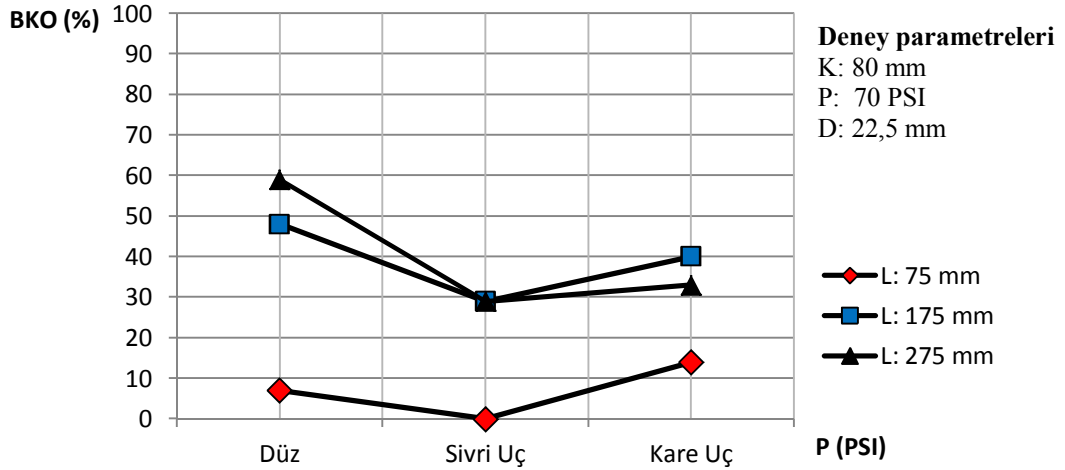
Şekil 6.16. B tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin TKO' na etkisi



Şekil 6.17. B tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin BKO' na etkisi



Şekil 6.18. C tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin TKO' na etkisi



Şekil 6.19. C tipi fındık için farklı lüle boylarında çarpma levha şeklinin BKO' na etkisi

Şekil 5.1 ve şekil 5.54' te gösterilen deneylerde kırılan fındıklar incelendiğinde özellikle 70 ve 90 PSI hava basınçlarında sivri ve kare uçlu levhalarda yapılan kırma işlemi sonucunda aşağıda sıralanan iki husus tespit edilmiştir:

a) Bütün çıkan fındık içleri üzerinde, genellikle kırma levhası izi ( sivri uç izi, kare uç izi) görülmüştür. Bu durum fındıkların kırılmasında kesinlikle istenmeyen durumdur. Düz çarpma levhasıyla yapılan deneyler sonucunda sağlam olarak çıkan içlerin üzerinde herhangi bir iz görülmemiştir.

b) Sivri uçlu ve kare uçlu çarpma levhalarında yapılan deneylerde kırılmayan fındıklar incelendiğinde fındık kabukları üzerinde sivri ve kare uç izleri görülmüştür. Bu profil izleri fındık kabuğunu bölgesel olarak içeri çöktürmüştür. Düz çarpma levhasında yapılan deneyler sonucunda, kırılmayan fındıklar incelendiğinde fındık kabuklarının çatladığı veya hiç hasar görmediği tespit edilmiştir. Bu açıklanan duruma göre düz çarpma levhasıyla yapılan kırma işleminde kırılmayıp çatlayan fındıkların daha düşük bir basınçta tekrar kırma işlemine tabi tutulup kırılması mümkün olabilmektedir

Yukarıda sıralanan iki hususun sebebinin, fındıkların çarpma levhasına temas ettikleri anda fındık kabuğuna uygulanan basınç farkları olduğu düşünülmektedir. Yukarıda verilen (6.1) denkleminde göre yüzey alanı azaldıkça basınç artmaktadır. Dolayısıyla fındıkların çarpma levhalarına temas ettiği anda en düşük yüzey alanları sırasıyla sivri uçlu ve kare uçlu levhalarda olduğundan, fındık kabuklarına düz çarpma levhasına göre daha fazla basınç uygulanmaktadır. Bu durumda gözenekli yapıya sahip olan fındık kabukları bölgesel olarak içeri doğru çökmektedir. Yüksek basınçlarda ve lüle boylarında ise sivri ve kare uçlar fındık içine de zarar verebilmektedir.

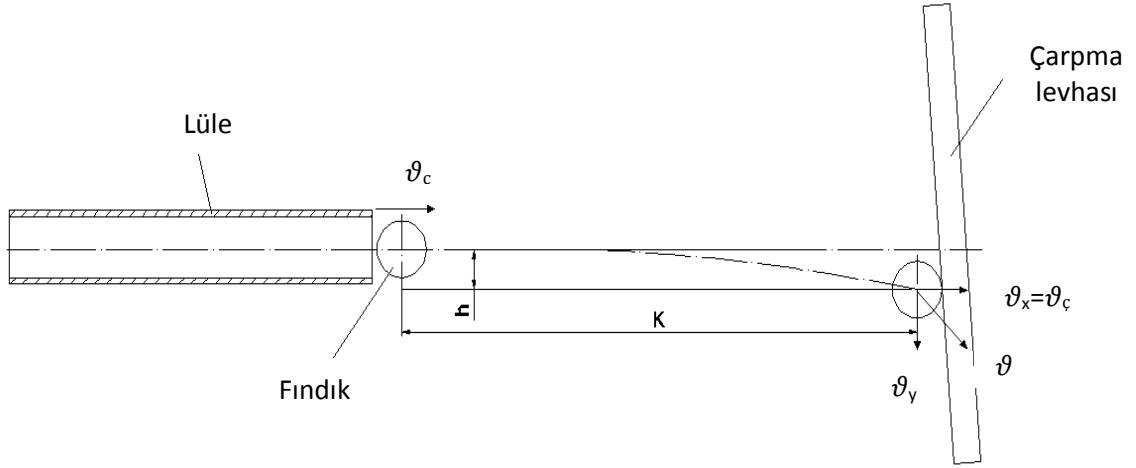
Yukarıda şekil 6.14 ve şekil 6.15 arasında verilen grafikler incelendiğinde en düşük TKO ve BKO değerleri genellikle, sivri uçlu çarpma levhasında görülmüştür. En yüksek TKO ve BKO değerleri ise genellikle düz çarpma levhasında görülmüştür. Bazı durumlarda kare uçlu çarpma levhasında daha yüksek kırma oranları gözlemlenmiştir ancak bütün deney sonuçlarına bakıldığında genel eğilim düz çarpma levhası yönündedir. Ayrıca çıkan iç kalitesi de dikkate alındığında bu deneysel çalışmada düz çarpma levhası kullanımı diğer çarpma levhalarına göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

#### **6.4. Fındıkların Kırılmasında Kırma Mesafesinin Etkisi**

Yapılan bu deneysel çalışmada, kırma mesafesinin kırma oranlarına etkisi diğer değişkenlerin etkisine göre daha az olmuştur.

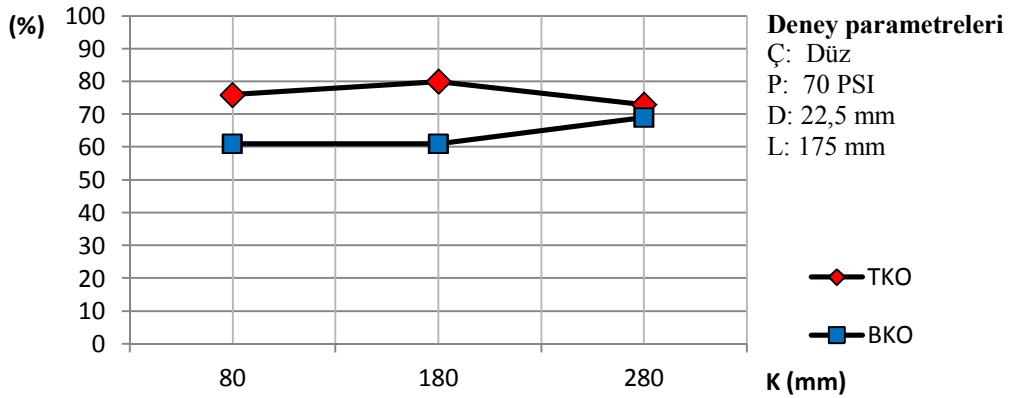
Aşağıda şekil 6.20' de gösterildiği gibi fındıklar lüleden hava basıncının etkisiyle  $\vartheta_{\phi}$  hızıyla çıkmaktadır. Hava sürtünmesi ihmal edilirse lüleden çıkan fındığa herhangi bir kuvvet etki etmediği için fındık levhaya sabit  $\vartheta_{\phi}$  yatay hızıyla çarpmaktadır. Fındığın lüleden çıktığı anda  $\vartheta_y$  düşey hızı sıfırdır ancak yer çekimi ivmesinin etkisiyle fındık levhaya çarptığı anda şekil 6.20' de görüldüğü gibi  $\vartheta_y$  düşey hızında olmaktadır. Fındığın düşey ekseninde aldığı h mesafesi çok düşük olduğundan ihmal edilirse, fındığın levhaya çarpma hızının, lüle çıkış hızına eşit olduğu söylenebilir.

Fındıkların kırma oranlarını, fındıkların levhaya çarpma hızlarının etkilediği göz önünde bulundurulur ve hava direnci de seçilen kırma mesafeleri için ihmal edilirse, kırma mesafesinin fındıkların kırılmasına etkisinin olmadığı görülmektedir. Ancak yüksek kırma mesafelerinde hava direncinin etkisiyle fındıkların levhaya çarpma hızlarının azalacağı ve kırma oranlarının belirgin bir şekilde düşeceği düşünülmektedir.

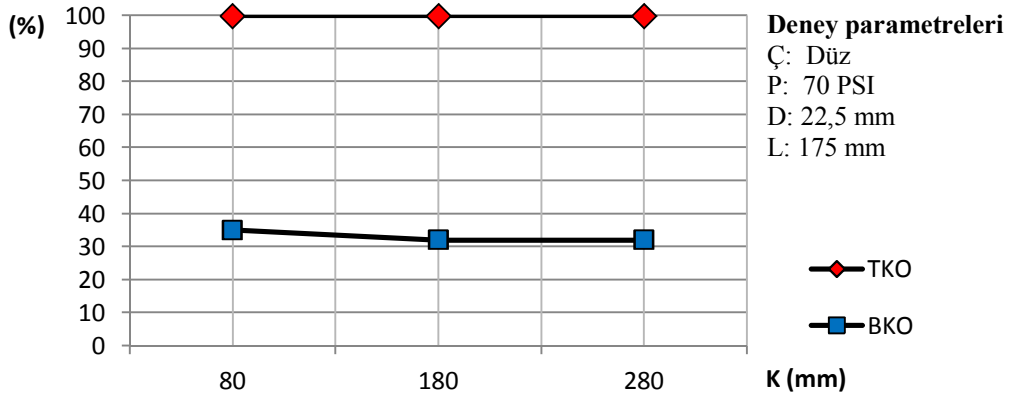


Şekil 6.20. Fındıkların kırılmasına kırma mesafesinin etkisi

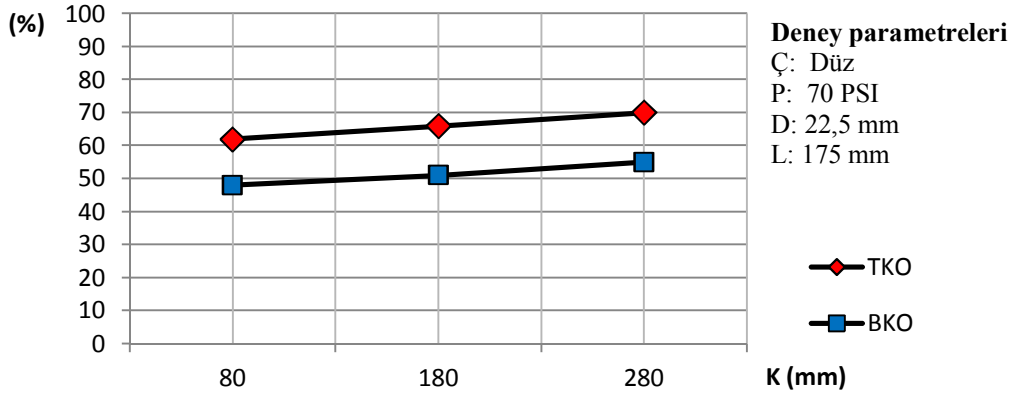
Aşağıda A tipi fındık için şekil 5.1, şekil 5.2 ve şekil 5.3' te 70 PSI hava basıncında, yapılan deney sonuçları, B tipi fındık için şekil 5.19, şekil 5.20 ve şekil 5.21' de 70 PSI hava basıncında yapılan deney sonuçları, C tipi fındık için şekil 5.37, şekil 5.38 ve şekil 5.39' da 70 PSI hava basıncında yapılan deney sonuçları 80, 180 ve 280 mm kırma mesafeleri için karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 6.21. A tipi fındıkların kırma oranına kırma mesafesinin etkisi



Şekil 6.22. B tipi fındıkların kırma oranına kırma mesafesinin etkisi



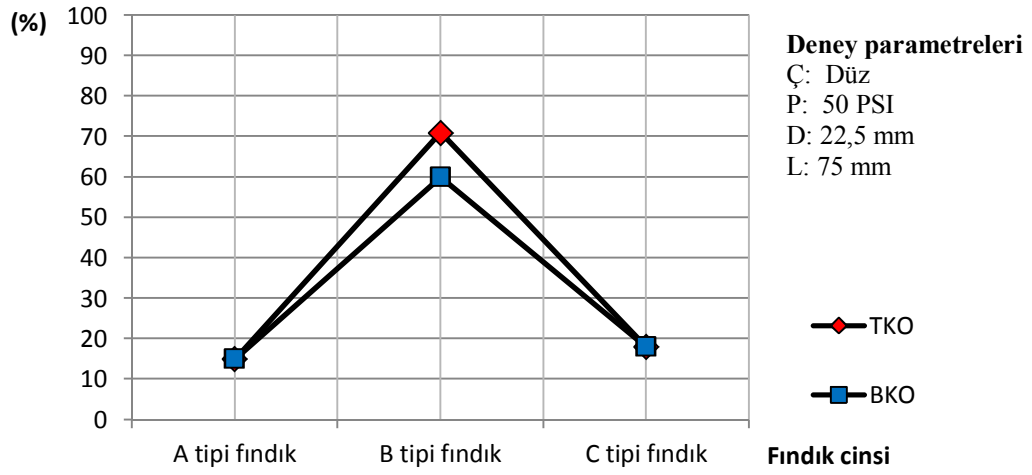
Şekil 6.23. C tipi fındıkların kırma oranına kırma mesafesinin etkisi

Yukarıda gösterilen şekil 6.21, şekil 6.22 ve şekil 6.23' te gösterildiği gibi deneylerde kullanılan fındık cinsleri için kırma mesafelerinin kırma oranlarına etkisi fazla olmamıştır. Ancak anlık deney şartlarından kaynaklanan farklılıklar (kırılan fındıkların iç ağırlık farkları, boş çıkan fındık içleri vd.) deney sonuçlarında az da olsa sapmalar meydana getirmiştir.

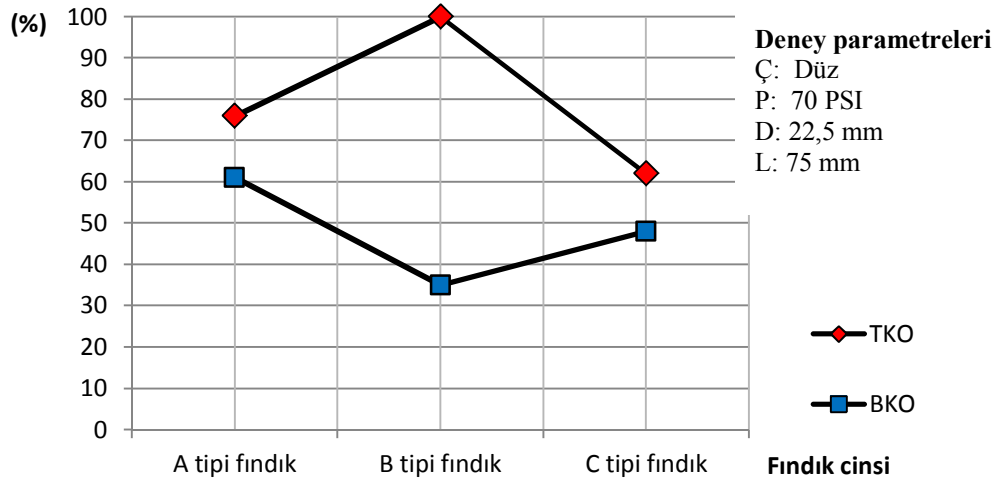
### 6.5. Fındıkların Kırılmasında Fındık Çeşitlerinin Etkisi

Aşağıda şekil 6.24, şekil 6.25 ve şekil 6.26' da fındık çeşitlerinin kırma oranına etkisi karşılaştırılmalı olarak, şekil 5.1, şekil 5.19 ve 5.37' de verilen deney sonuçlarına göre kırma oranları hesaplanarak 50, 70 ve 90 PSI deney basınçları için ayrı ayrı gösterilmiştir

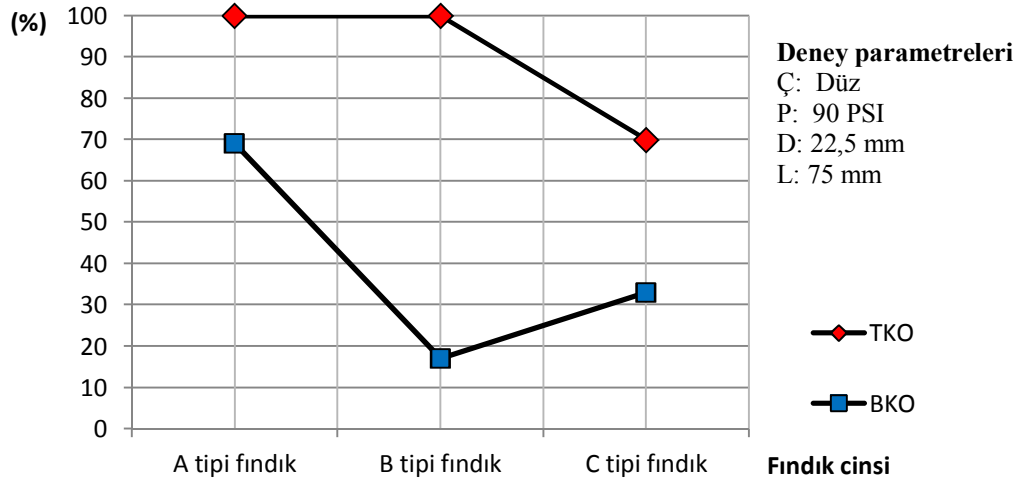




Şekil 6.24. Fındık çeşitlerinin kırma oranına etkisi (P: 50 PSI)



Şekil 6.25. Fındık çeşitlerinin kırma oranına etkisi (P: 70 PSI)



**Şekil 6.26.** Fındık çeşitlerinin kırma oranına etkisi (P: 90 PSI)

Yukarıda şekil 6.24, şekil 6.25 ve şekil 6.26' da verilen sonuçlara göre fındık çeşitlerinin kırmaya etkisinin oldukça fazla olduğu görülmektedir. Deneylerde kullanılan fındık cinsleri içerisinde kırılma direnci en düşük fındık cinsinin B tipi fındık olduğu, kırılma direnci en büyük fındık ise C tipi fındık olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun fındık kabuğunun özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Deney sonuçlarına bir bütün olarak bakıldığında 90 PSI deney basıncında ve 275 mm lüle boyunda yapılan deneylerde, bütün fındık tipleri için TKO, % 100 olarak hesaplanabilmektedir. Bu durum fındıkların kırılmasında sorunla karşılaşılmadığını göstermektedir. Ancak kırılan fındıkların içlerinin bütün elde edilme oranlarının daha düşük oranlarda kalması bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumda fındıkların iç mukavemetinin yüksek olması fındık kırma işleminde aranan bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Buna göre şekil 6.26' ya bakıldığında 90 PSI deney basıncında A tipi fındık için BKO: % 69, B tipi fındık için BKO: % 17, C tipi fındık için BKO: % 33 olarak ölçülmüştür. Dolayısıyla yapılan bu çalışmada kullanılan fındık çeşitleri içerisinde iç mukavemeti en yüksek fındık A tipi fındık, iç mukavemeti en düşük fındık ise B tipi fındıktır.

## 6.6. Deneyler Sonuçlarına Göre İdeal Kırma Şartlarının Araştırılması

Fındıkların kırılmasını etkileyen değişkenlerin irdelemesi sonucunda en uygun çarpma levhasının düz çarpma levhası olduğu anlaşılmıştır. Buna göre yapılan deney sonuçlarına göre ideal kırma şartları araştırılırken düz çarpma levhasında yapılan deney sonuçları dikkate alındı. Aşağıda tablo 6.1' de, yapılan deneyler sonucunda fındık cinsleri için % 90 ve üzerinde elde edilen TKO değerleri ve bu değerlerin elde edildiği deney parametreleri gösterilmiştir. Tablo 6.2' de ise yapılan deneyler sonucunda fındık cinsleri için % 60 ve üzerinde elde edilen BKO değerleri ve bu değerlerin elde edildiği deney parametreleri gösterilmiştir.

Tablo 6.1 incelendiğinde; A, B ve C tipi fındıklarda % 100 TKO' na ulaşıldığı görülmektedir. Tablo 6.2 incelendiğinde A tipi fındık için en yüksek BKO: % 69, B tipi fındık için en yüksek BKO: % 67, C tipi fındık için en yüksek BKO: % 60 olduğu görülmektedir.

Tablo 6.1. Fındıkların en yüksek TKO değerleri

Fındık Cinsi	TKO (%)	Deney değişkenleri				
		Levha	P (PSI)	L (mm)	D (mm)	K (mm)
A	% 100	Düz	70	275	22,5	80
	% 100	Düz	70	275	22,5	180
	% 100	Düz	70	275	22,5	280
	% 100	Düz	90	175	22,5	80
	% 100	Düz	90	175	22,5	180
	%92	Düz	90	175	22,5	280
	% 100	Düz	90	275	22,5	80
	% 100	Düz	90	275	22,5	180
	% 100	Düz	90	275	22,5	280
	% 92	Düz	90	275	25	180
	% 92	Düz	90	275	25	280
B	% 100	Düz	50	275	22,5	80
	% 100	Düz	50	275	22,5	180
	% 100	Düz	50	275	22,5	280
	% 100	Düz	70	175	22,5	80
	% 100	Düz	70	175	22,5	180
	% 100	Düz	70	175	22,5	280
	% 100	Düz	70	275	22,5	80
	% 100	Düz	70	275	22,5	180
	% 100	Düz	70	275	22,5	280
	% 100	Düz	90	175	22,5	80
	% 100	Düz	90	175	22,5	180
	% 100	Düz	90	175	22,5	280
	% 100	Düz	90	275	22,5	80
	% 100	Düz	90	275	22,5	180
	% 100	Düz	90	275	22,5	280
	% 100	Düz	70	275	22,5	180
	% 100	Düz	70	275	25	280
	% 100	Düz	70	275	25	80
	% 100	Düz	90	275	25	180
	% 100	Düz	90	275	25	280
	C	% 96	Düz	90	175	22,5
% 100		Düz	90	275	22,5	80
% 100		Düz	90	275	22,5	280
% 92		Düz	90	275	25	180

Tablo 6.2. Fındıkların en yüksek BKO değerleri

Fındık Cinsi	BKO (%)	Deney değişkenleri				
		Levha	P (PSI)	L (mm)	D (mm)	K (mm)
A	% 65	Düz	50	275	22,5	180
	% 61	Düz	70	175	22,5	80
	% 61	Düz	70	175	22,5	180
	% 69	Düz	70	175	22,5	280
	% 61	Düz	70	275	22,5	80
	% 65	Düz	70	275	22,5	180
	% 65	Düz	70	275	22,5	280
	% 61	Düz	90	75	22,5	80
	% 61	Düz	90	75	22,5	180
	% 61	Düz	90	75	22,5	280
	% 69	Düz	90	175	22,5	80
	% 61	Düz	90	175	22,5	180
	% 69	Düz	90	175	25	80
	% 69	Düz	90	175	25	180
	% 65	Düz	90	275	25	80
	% 65	Düz	90	275	25	180
B	% 60	Düz	50	75	22,5	80
	% 67	Düz	50	175	22,5	80
	% 60	Düz	50	175	22,5	180
	% 67	Düz	50	275	22,5	80
	% 64	Düz	70	275	25	180
	% 60	Düz	70	275	25	280
C	% 60	Düz	70	275	22,5	80
	% 60	Düz	70	275	22,5	180

## 6.7. Bulanık Mantık Yöntemi Kullanılarak Deneysel Sonuçlarının Modellenmesi

### 6.7.1. Bulanık Mantık (Fuzzy Logic)

Yapay zeka yöntemleri (artificial intelligence methods) içerisinde yer alan Bulanık Mantık, bulanık küme teorisine dayanmaktadır. Bulanık küme teorisi ilk kez Zadeh (1965) tarafından ortaya atılmıştır [18].

Klasik küme anlayışına göre bir eleman bir kümeye ya aittir, ya da değildir. Çünkü klasik küme anlayışında bir eleman bir kümeye ya 0 ya da 1 üyelik derecesi ile bağlıdır. Bu nedenle herhangi bir uzayın alt kümelerinin sınırları kesin ve keskindir [18].

Bulanık küme anlayışında ise bir eleman bir kümeye 0 ile 1 arasında değişen üyelik dereceleri ile aittir. Bir elemanın aynı anda birbirinin aynısı veya farklı üyelik dereceleri ile birden fazla kümeye bağlılığı söz konusu olabilir. Dolayısıyla bulanık mantıkta kümelerin sınırları ve elemanların özellikleri bu derece kesin ve keskin değildir [18].

Elemanların üyelik derecelerinden söz edildiğine göre bulanık küme mantığında bir nesnenin bir kümenin elemanı olduğunun bilinmesi onun tanımlanması için yeterli değildir. Aynı zamanda elemanın hangi üyelik derecesi ile o kümeye ait olduğunun da bilinmesi gerekir.

Yapılan bu deneysel çalışma kapsamında yapılan deneyler sonucu elde edilen TKO ve BKO değerlerini birçok parametrenin değişik oranlarda etkilediği düşünülürse bulanık mantık sisteminin kullanılması uygun olacaktır.

Bulanık mantıkta genel olarak üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi için 10 adet yöntemden söz edilmektedir. Bu yöntemler; Sezgi, Çıkarım, Verilerin Sıralanması, Açısız Bulanık Kümeler, Sinir Ağları, Genetik Algoritma, Tümevarım Yaklaşımı, Bölümleme, Kural Dışı Belirleme, Bulanık İstatistik ve SMRGT yöntemleridir.

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler kullanılarak yapılacak modelleme SMRGT yöntemi ile Matlab Fuzzy Toolbox kullanılarak yapılacaktır. Aşağıda Matlab Fuzzy Toolbox ve SMRGT yöntemleri hakkında kısaca bilgi verilecektir.

## 6.7.2. Matlab Bulanık Mantık GUI Araçları ve İşlevleri

Matlab ortamında GUI (graphical user interface – grafiksel kullanıcı arabirimi) kullanılarak sistem kolaylıkla kurulabilir. Fuzzy Logic Toolbox'a komut satırından ulaşılabilir. Fuzzy Logic Toolbox'ta beş temel GUI aracı vardır [19].

Bulanık Karar Sistemi Editörü ( Fuzzy İnference System-FIS),

Üyelik Fonksiyonu Editörü (Membership Function Editor),

Kural Editörü (Rule Editor),

Kural İzleyici (Rule Viewer)

Yüzey İzleyici ( Surface Editor) [19].

Bu GUI' ler dinamik olarak birbirine bağlıdır.

FIS Editör' ü sistemin en üst seviyesindeki işlemleri yapar. Kaç tane giriş ve çıkış değişkeni olduğu, isimlerinin ne olduğu burada belirlenir. Fuzzy Logic Toolbox giriş sayısını sınırlamaz. Ama yine de giriş sayısı kullanılan bilgisayarın hafıza miktarıyla sınırlı olabilir. Eğer giriş sayısı ya da üyelik fonksiyonlarının sayısı çok fazlaysa, diğer GUI araçlarıyla FIS' i analiz etmek zorlaşabilir [19].

Üyelik Fonksiyonu Editörü her bir değişkenle ilgili üyelik fonksiyonlarının şekillerini belirler [19].

Kural Editörü sistem davranışını belirleyen kuralları oluşturmak ve üzerinde düzenlemeler yapmak içindir [19].

Kural ve Yüzey İzleyici, düzenleme değil de FIS' i gözlemek için kullanılır. Bunlar sistem üzerinde değişiklik yapma özelliğine sahip değildir. Kural izleyici hangi kuralların aktif olduğunu, her bir üyelik fonksiyonunun sonucu nasıl değiştirdiğini gösterir [19].

Yüzey izleyici, çıkışın herhangi bir veya iki çıkış değerine bağlılığını gösterir yani sistemin çıkış yüzeyini oluşturur ve haritasını çizer [19].

Fuzzy Logic Toolbox, Simulink (Math Works'un sağladığı simülasyon yazılımı) ile birlikte çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bunun için tasarlanan sistem MATLAB Workspace ortamına kayıt edilir. GUI araçlarıyla yada diğer metotlarla oluşturulan bir sistem simülasyon ortamına doğrudan uygulanabilir [19].

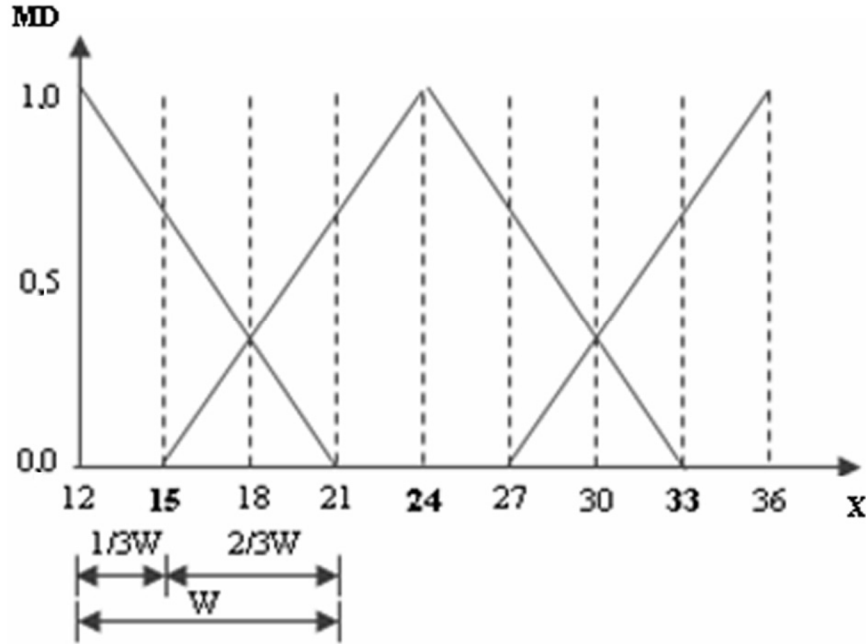
Bulanık model Mamadani yaklaşımı ile çalışır.

### 6.7.3. SMRGT Yöntemi

Üyelik fonksiyonlarının ( $MF_s$ ) ve bulanık kuralların nasıl oluşturulacağı Bulanık sistemde en iyi sonuçları elde etmek için çok önemli olmaktadır. Bulanık mantıkta giriş ve çıkış değerlerinin bütün üyelik fonksiyonları anahtar sayılarla (key numbers) ifade edilir. Anahtar sayılar üyelik fonksiyonlarının şekline göre bir takım yöntemlerle hesaplanır [20].

Araştırmacılar tarafından daha önce yapılan uygulamalarda başarılı sonuçlar veren SMRGT yönteminin algoritması aşağıda sıralanmıştır:

- i. Bağımsız ve bağımlı değişkenler belirlenir. Bağımsız değişkenler input değerleri olarak, bağımlı değişkenler ise output değerleri olarak sisteme tanıtılır.
- ii. Her değişken için maksimum ve minimum değerler belirlenir.
- iii. Üyelik fonksiyonunun şekli belirlenir.
- iv. Üyelik fonksiyonu sayısına karar verilir.
- v. Değişkenler için üyelik fonksiyonlarının genişliği, merkezi ve anahtar değerleri (key values) belirlenir (Şekil 5.1).
- vi. Her üyelik fonksiyonuna ait sınır değerleri belirlenir.
- vii. Kural tablosu oluşturulur ve sistem çalıştırılır [20].



Şekil 6.27. Üçgen üyelik fonksiyonunun oluşturulması ve ait anahtar değerler [20].



#### 6.7.4. Deney Sonuçlarının Modellenmesi

Deney sonuçlarının irdelenmesinden de anlaşılacağı gibi, yapılan deneylerde en uygun çarpma levhası düz çarpma levhası olarak tespit edilmiştir. Buna göre yapılacak modelleme için alınacak deney sonuçları düz çarpma levhasında yapılan deney sonuçları olmuştur. Ayrıca yapılan deneyler için seçilen kırma mesafelerinin deney sonuçlarına etkisinin oldukça az olduğu yine yapılan irdeleme sonucu vurgulanmıştır. Buna göre model oluşturmak için alınacak deney sonuçları 180 mm kırma mesafesinde yapılan deneylere ait sonuçlar olmuştur.

Yukarıda yapılan açıklamalar dikkate alınarak aşağıda tablo 6.3, tablo 6.4, ve tablo 6.5'te sırasıyla A, B ve C tipi fındıklar için yapılan deney sonuçlarında elde edilen bütün kırma oranları ve toplam kırma oranları verilmiştir. SMRGT yöntemi kullanılarak oluşturulacak modellemede tablo 6.3, tablo 6.4, ve tablo 6.5'te verilen değerler input ve output değerleri olmuştur.

Oluşturulan fuzzy modelde lüle çapı (D), hava basıncı (P) ve lüle boyu (L) değerleri bağımsız değişkenler olarak input değerleri olarak alındı. Bütün kırma oranı (BKO) ve Toplam Kırma Oranı (TKO) ise bağımlı değişkenler olarak output değerleri olarak alındı. Aşağıda şekil 6.28'de Matlab Programında input ve output değerlerinin şeması gösterilmiştir.

Tablo 6.3. A tipi fındık input ve output değerleri

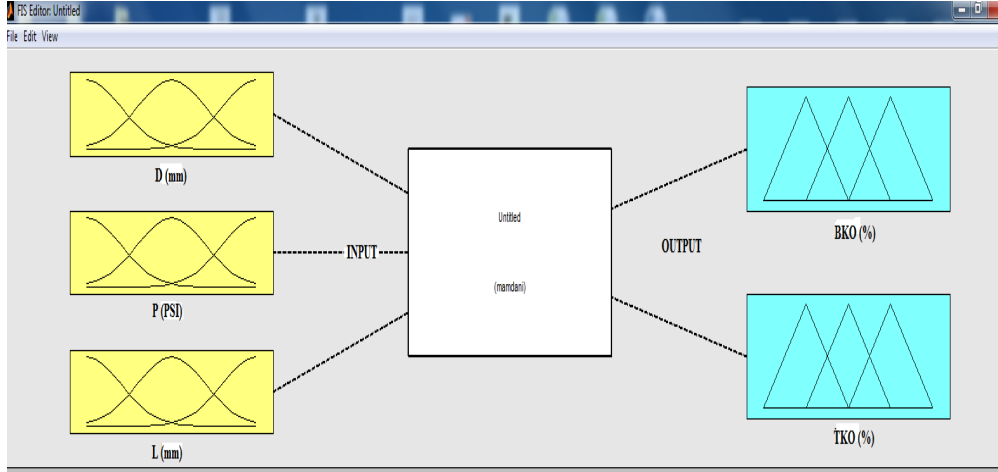
Input-1 (D, mm)	Input-2 (P, PSI)	Input-3 (L, mm)	Output-1 (BKO, %)	Output-2 (TKO, %)
22.5	50	75	0	0
22.5	50	175	14	14
22.5	50	275	48	55
22.5	70	75	14	14
22.5	70	175	66	70
22.5	70	275	59	77
22.5	90	75	44	44
22.5	90	175	48	81
22.5	90	275	33	85
25	50	75	0	0
25	50	175	0	0
25	50	275	11	11
25	70	75	0	0
25	70	175	18	18
25	70	275	44	59
25	90	75	7	7
25	90	175	40	59
25	90	275	44	85

Tablo 6.4. B tipi fındık input ve output değerleri

Input-1 (D, mm)	Input-2 (P, PSI)	Input-3 (L, mm)	Output-1 (BKO, %)	Output-2 (TKO, %)
22.5	50	75	14	14
22.5	50	175	67	67
22.5	50	275	57	100
22.5	70	75	39	50
22.5	70	175	32	100
22.5	70	275	25	100
22.5	90	75	50	67
22.5	90	175	21	100
22.5	90	275	0	100
25	50	75	0	0
25	50	175	10	10
25	50	275	21	25
25	70	75	17	17
25	70	175	35	35
25	70	275	64	100
25	90	75	35	46
25	90	175	42	85
25	90	275	46	100

Tablo 6.5. C tipi fındık input ve output değerleri

Input-1 (D, mm)	Input-2 (P, PSI)	Input-3 (L, mm)	Output-1 (BKO, %)	Output-2 (TKO, %)
22.5	50	75	0	0
22.5	50	175	14	14
22.5	50	275	48	55
22.5	70	75	14	14
22.5	70	175	66	70
22.5	70	275	59	77
22.5	90	75	44	44
22.5	90	175	48	81
22.5	90	275	33	85
25	50	75	0	0
25	50	175	0	0
25	50	275	11	11
25	70	75	0	0
25	70	175	18	18
25	70	275	44	59
25	90	75	7	7
25	90	175	40	59
25	90	275	44	85



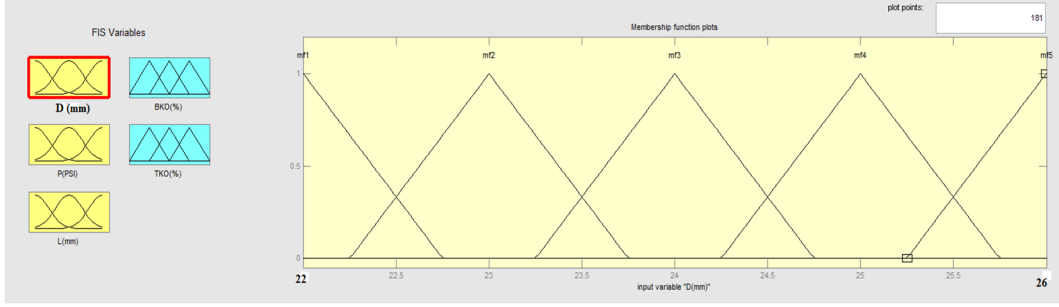
**Şekil 6.28.** Matlab programında input ve output değerlerinin gösterilmesi

Bu aşamada her değişken için maksimum ve minimum değerler belirlendi. Aşağıda tablo 6.6’ da değişkenlere ait maksimum ve minimum değerler gösterilmiştir. Değişkenlerin maksimum ve minimum değerleri, deneylerde seçilen değerler dikkate alınarak belirlenmiştir. Örneğin deneylerde hava basıncı 50, 70 ve 90 PSI olarak alındığı için, yapılacak modellemede hava basıncı maksimum ve minimum değerleri 40 ve 100 PSI seçilerek en uygun aralık belirlenmeye çalışılmıştır.

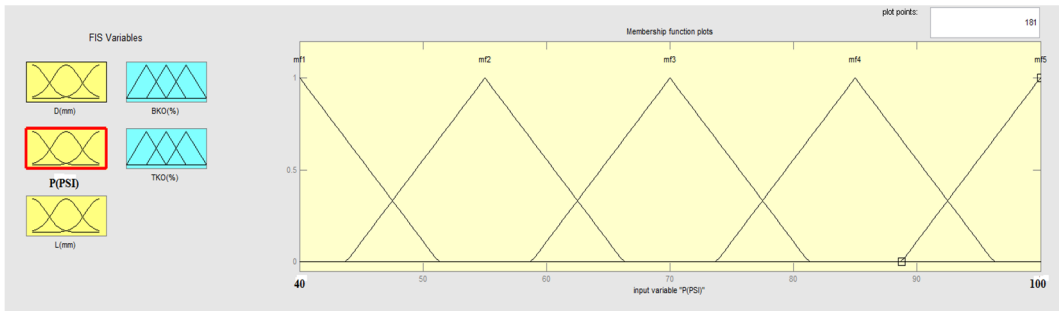
Tablo 6.6. Değişkenlere ait maksimum ve minimum değerler

Değişkenler	Max. değer	Min. değer
Lüle çapı (D, mm)	22	26
Hava basıncı (P, PSI)	40	100
Lüle boyu (L, mm)	50	290
Bütün kırma oranı (BKO, %)	0	100
Toplam kırma oranı (TKO, %)	0	100

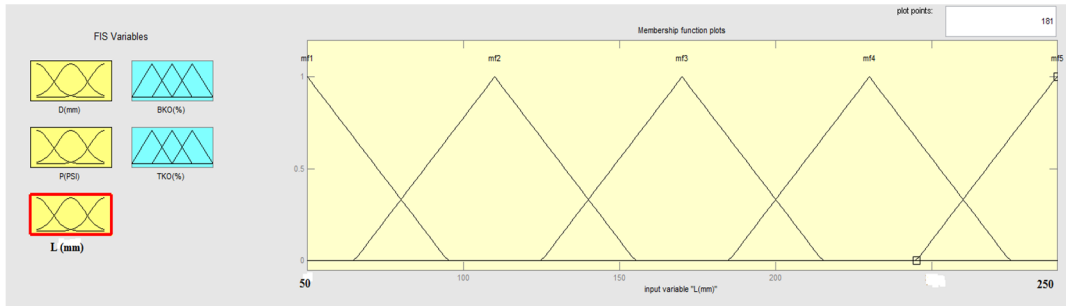
Değişkenlere ait sınır değerler belirlendikten sonra üyelik fonksiyonları ( $MF_s$ ) oluşturuldu. Aşağıda sırasıyla şekil 6.29, şekil 6.30, şekil 6.31, şekil 6.32 ve şekil 6.33’ te değişkenlere ait üyelik fonksiyonları gösterilmiştir. Değişkenlerin üyelik fonksiyon sayısı 5 seçilmiştir.



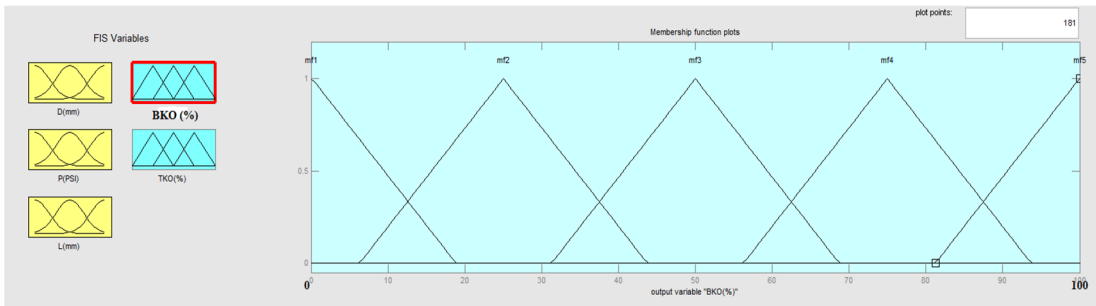
Şekil 6.29. Lüle çapı (D) değişkenine ait üyelik fonksiyonları



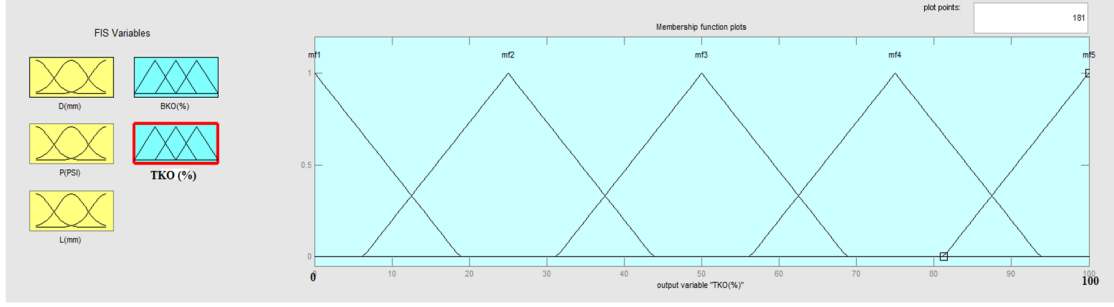
Şekil 6.30 Hava basıncı (P) değişkenine ait üyelik fonksiyonları



Şekil 6.31. Lüle boyu (L) değişkenine ait üyelik fonksiyonları



Şekil 6.32. Bütün kırma oranı (BKO) değişkenine ait üyelik fonksiyonları



Şekil 6.33. Toplam kırma oranı (TKO) değişkenine ait üyelik fonksiyonları

Değişkenlere ait üyelik fonksiyonları belirlendikten sonra her değişken için anahtar sınır değerler tespit edildi. Aşağıda tablo 6.7’ de bağımsız ve bağımlı değişkenlere ait anahtar sınır değerleri bütün üyelik fonksiyonları (MF<sub>s</sub>) için verilmiştir.

Tablo 6.7. Değişkenlerin üyelik fonksiyonlarına ait anahtar sınır değerler

Değişkenler	Üyelik fonksiyonları (MF <sub>s</sub> )				
	MF <sub>1</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>5</sub>
Lüle çapı (D, mm)	22 - 22,5	22,5 - 23,5	23,5 - 24,5	24,5 - 25,5	25,5 - 26
Hava basıncı (P, PSI)	40 - 47,5	47,5 - 62,5	62,5 - 77,5	77,5 - 92,5	92,5 - 100
Lüle boyu (L, mm)	50 - 80	80 - 140	140 - 200	200 - 260	260 - 290
Bütün kırma oranı (BKO, %)	0 - 12,5	12,5 - 37,5	37,5 - 62,5	62,5 - 87,5	87,5 - 100
Toplam kırma oranı (TKO, %)	0 - 12,5	12,5 - 37,5	37,5 - 62,5	62,5 - 87,5	87,5 - 100

Bu aşamada ise yukarıda tablo 6.7’ de verilen anahtar sınır değerleri ve tablo 6.3, tablo 6.4 ve tablo 6.5’ te verilen A, B ve C tipi findıklara ait input ve output değerleri birlikte düşünülerek her findık cinsi için kural tabloları oluşturuldu. Oluşturulan kural tabloları aşağıda tablo 6.8, tablo 6.9 ve tablo 6.10’ da gösterilmiştir.

Tablo 6.8. A tipi fındık deney sonuçları kural tablosu

Kural No	Input-1 (D, mm)	Input-2 (P, PSI)	Input-3 (L, mm)	Output-1 (BKO, %)	Output-2 (TKO, %)
1	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
2	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
3	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>
4	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
5	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>5</sub>
6	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>5</sub>
7	MF <sub>2</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>
8	MF <sub>2</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>5</sub>
9	MF <sub>2</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>5</sub>
10	MF <sub>4</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
11	MF <sub>4</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
12	MF <sub>4</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
13	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
14	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
15	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>
16	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
17	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>
18	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>5</sub>

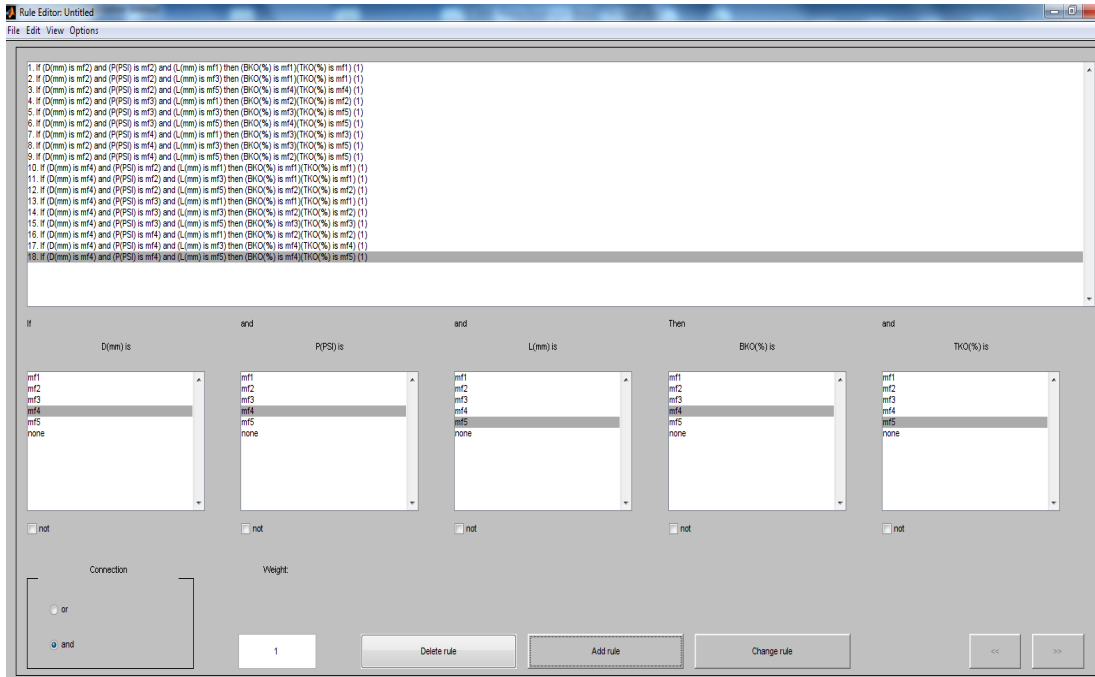
Tablo 6.9. B tipi fındık deney sonuçları kural tablosu

Kural No	Input-1 (D, mm)	Input-2 (P, PSI)	Input-3 (L, mm)	Output-1 (BKO, %)	Output-2 (TKO, %)
1	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
2	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>
3	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>5</sub>
4	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>
5	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>5</sub>
6	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>5</sub>
7	MF <sub>2</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>4</sub>
8	MF <sub>2</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>5</sub>
9	MF <sub>2</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>5</sub>
10	MF <sub>4</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
11	MF <sub>4</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
12	MF <sub>4</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
13	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
14	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
15	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>5</sub>
16	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>
17	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>4</sub>
18	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>5</sub>

Tablo 6.10. C tipi fındık deney sonuçları kural tablosu

Kural No	Input-1 (D, mm)	Input-2 (P, PSI)	Input-3 (L, mm)	Output-1 (BKO, %)	Output-2 (TKO, %)
1	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
2	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
3	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>
4	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
5	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>
6	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>4</sub>
7	MF <sub>2</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>
8	MF <sub>2</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>4</sub>
9	MF <sub>2</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>4</sub>
10	MF <sub>4</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
11	MF <sub>4</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
12	MF <sub>4</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
13	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
14	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>2</sub>	MF <sub>2</sub>
15	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>
16	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>	MF <sub>1</sub>
17	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>3</sub>
18	MF <sub>4</sub>	MF <sub>4</sub>	MF <sub>5</sub>	MF <sub>3</sub>	MF <sub>4</sub>

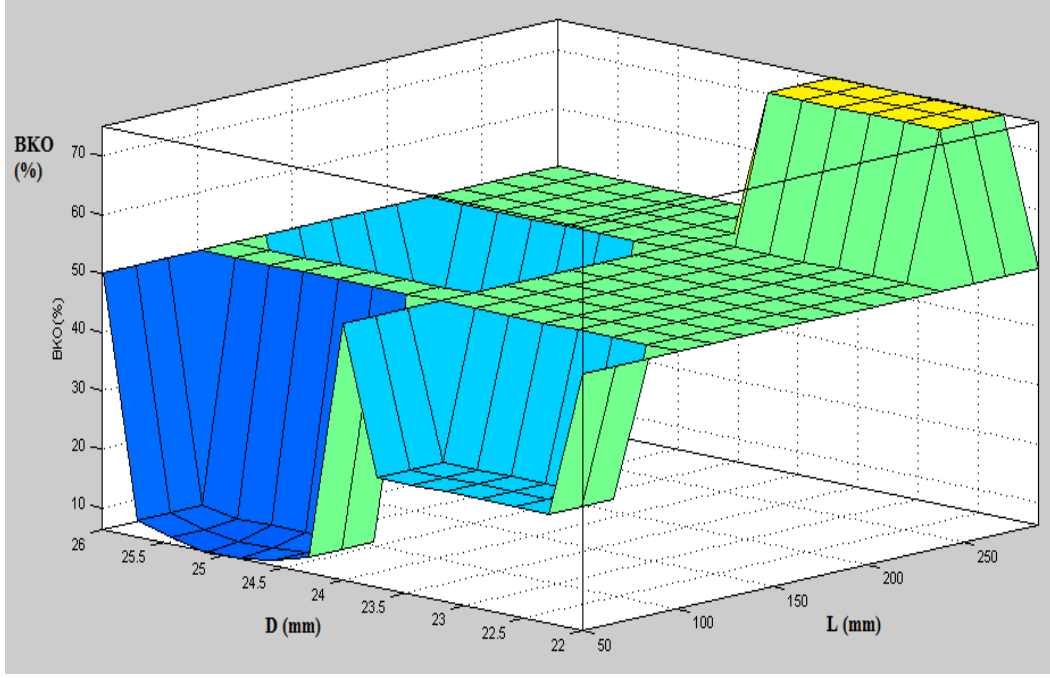
Deney sonuçlarına göre oluşturulan ve yukarıda tablo 6.7, tablo 6.8 ve tablo 6.9’ da belirtilen kurallar Matlab Bulanık Mantık GUI araçları kullanılarak her fındık çeşidi için ayrı ayrı modellenmiştir. Aşağıda şekil 6.34’ te oluşturulan kuralların sisteme girilmesi gösterilmiştir.



Şekil 6.34. Kuralların bulanık mantık sistemine girilmesi

#### 6.7.4.1. A Tipi Fındık Deney Sonuçlarının Modellenmesi

A tipi fındık için oluşturulan kurallar sisteme gibi girildi. Sonuç olarak, aşağıda şekil 6.35, şekil 6.36, şekil 6.37 ve şekil 6.38’ de, bağımsız değişkenlerin (basınç, lüle çapı, lüle boyu), BKO’ na ve TKO’ na etkisini gösteren grafikler elde edildi.

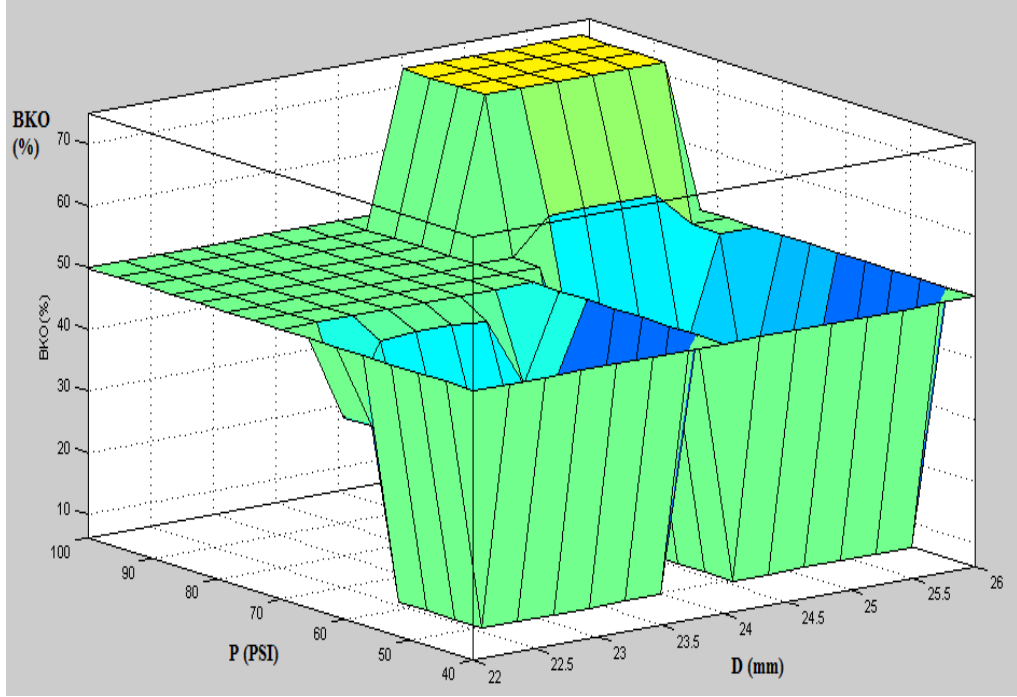


Şekil 6.35. A tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun BKO’ na etkisi

A tipi fındık için şekil 6.35’ te verilen grafiğe göre; 24-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-100 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede, BKO’ nun en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Grafiğe göre, 22-24 mm lüle çapı bölgesi ile 250- 275 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede ise BKO en yüksek değerlerini almaktadır.

Şekil 6.34’ te gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Şekil 5.10, şekil 5.11 ve şekil 5.12’ de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çapı ve 75 mm lüle boylarında yapılan deneylerde BKO, en düşük değerleri almıştır. Şekil 5.1, şekil 5.2 ve şekil 5.3’ te verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapı ve 275 mm lüle boyunda yapılan deneylerde BKO, genellikle yüksek değerler almıştır.

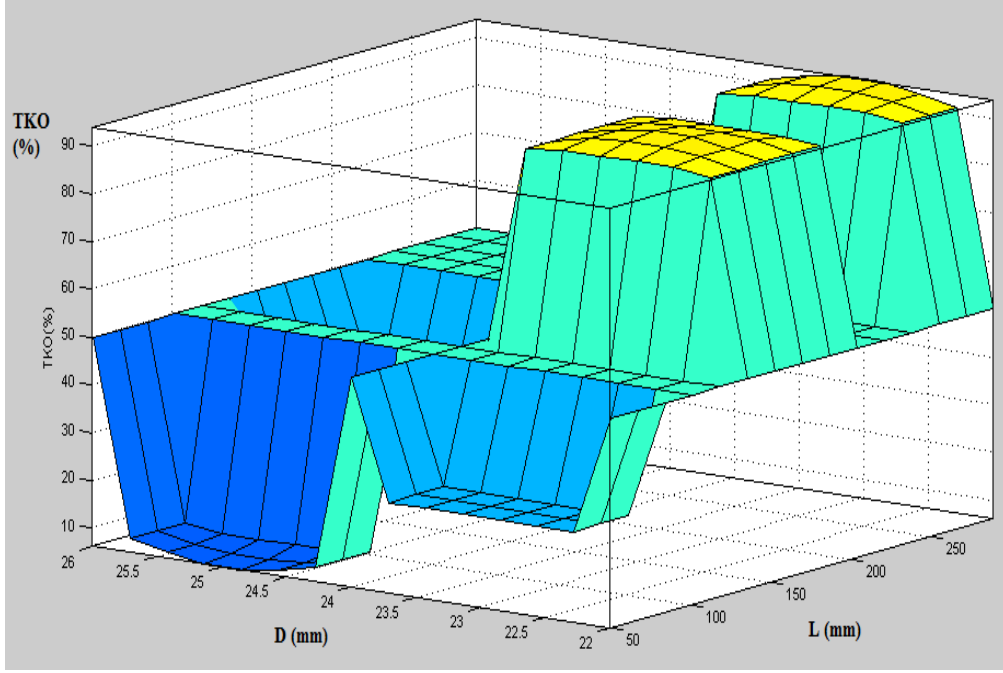




**Şekil 6.36.** A tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının BKO' na etkisi

A tipi fındık için şekil 6.36' da verilen grafiğe göre; 22-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-60 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede, BKO' nun en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Grafiğe göre A tipi fındık için bütün lüle çaplarında ve 50-60 PSI hava basınçlarında yapılan deneylerde BKO oldukça düşük oranlar almaktadır. Grafiğe göre 24-25 mm lüle çapı bölgesi ile 80-90 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede ise BKO en yüksek değerlerini almaktadır.

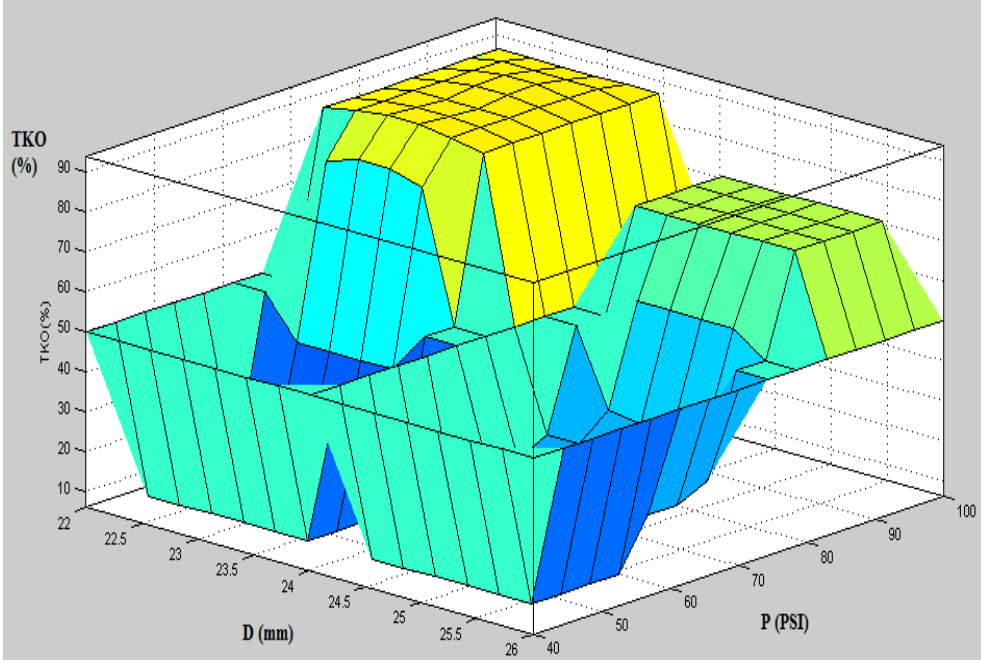
Şekil 6.36' da gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Şekil 5.1, şekil 5.2, şekil 5.3, şekil 5.10, şekil 5.11 ve şekil 5.12' de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 ve 25 mm lüle çaplarında, 50 PSI basınçta yapılan deneylerde BKO, en düşük değerleri almıştır veya ortalama değerlerin altında kalmıştır. Şekil 5.10, şekil 5.11 ve şekil 5.12' de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çapı ve 90 PSI basınçta yapılan deneylerde BKO, genellikle yüksek değerler almıştır.



**Şekil 6.37.** A tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun TKO' na etkisi

A tipi fındık için şekil 6.37' de verilen grafiğe göre; 24-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-100 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede TKO' nun en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Grafiğe göre 22-24 mm lüle çapı bölgesi ile 150- 275 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede ise TKO en yüksek değerlerini almaktadır.

Şekil 6.37' de gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Şekil 5.10, şekil 5.11 ve şekil 5.12' de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çapı ve 75 mm lüle boylarında yapılan deneylerde TKO, en düşük değerleri almıştır. Şekil 5.1, şekil 5.2 ve şekil 5.3' te verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapı ve 275 mm lüle boyunda yapılan deneylerde TKO, genellikle yüksek değerler almıştır.



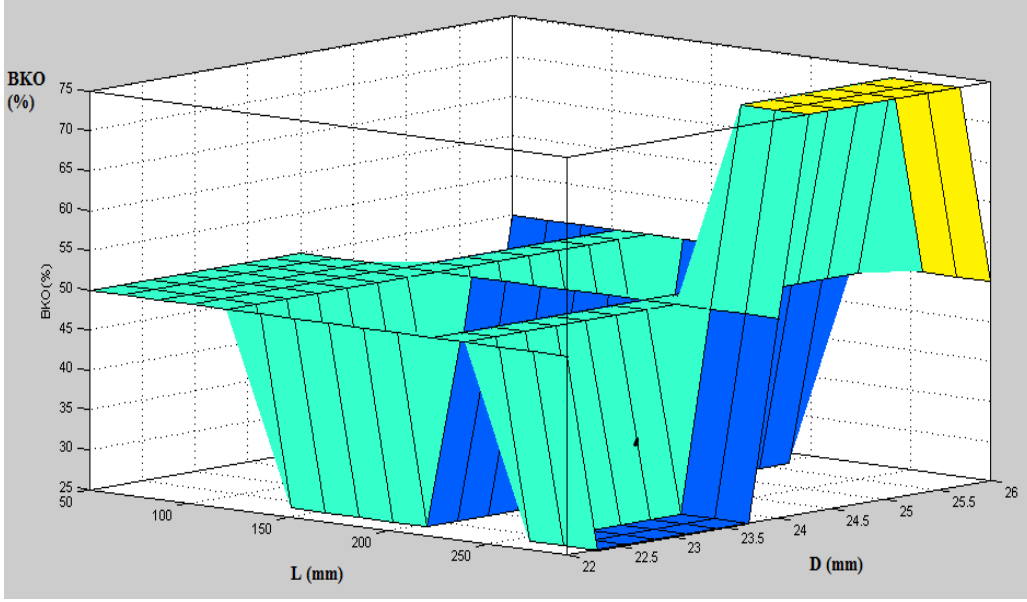
**Şekil 6.38.** A tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının TKO' na etkisi

A tipi fındık için şekil 6.38' de verilen grafiğe göre; 22-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-60 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede, TKO' nun en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Grafiğe göre A tipi fındık için bütün lüle çaplarında ve 50-60 PSI hava basınçlarında yapılan deneylerde TKO oldukça düşük oranlar almaktadır. Grafiğe göre 22-24 mm lüle çapı bölgesi ile 80-90 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede ise TKO en yüksek değerlerini almaktadır.

Şekil 6.38' de gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Şekil 5.1, şekil 5.2, şekil 5.3, şekil 5.10, şekil 5.11 ve şekil 5.12' de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 ve 25 mm lüle çaplarında, 50 PSI basınçta yapılan deneylerde TKO, en düşük değerleri almıştır veya ortalama değerlerin altında kalmıştır. Şekil 5.1, şekil 5.2 ve şekil 5.3' te verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapı ve 90 PSI basınçta yapılan deneylerde TKO, en yüksek değerleri almıştır.

### 6.7.4.2. B Tipi Fındık Deney Sonuçlarının Modellenmesi

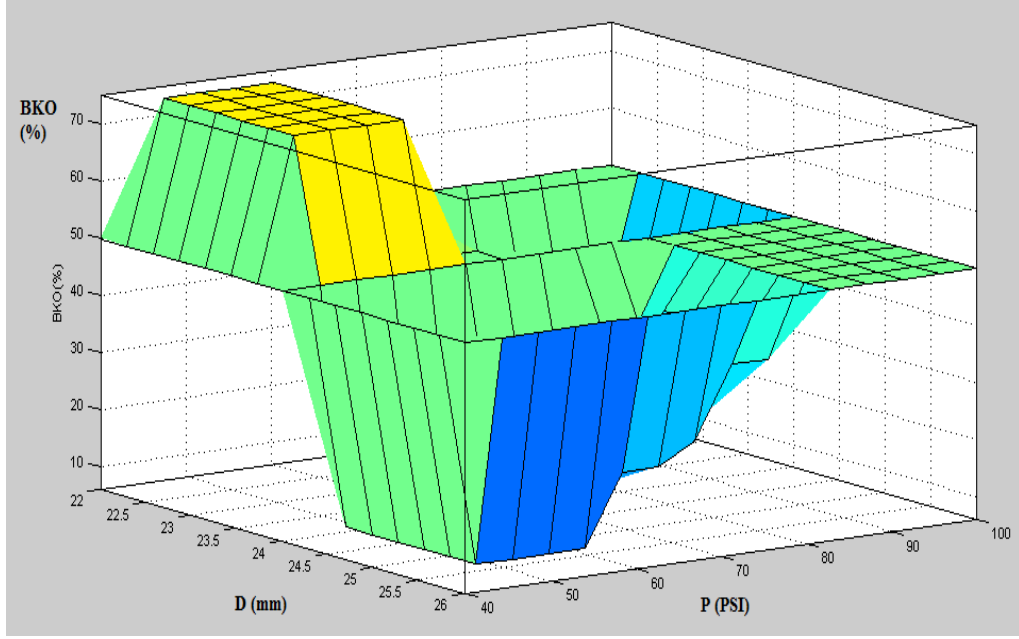
B tipi fındık için oluşturulan kurallar sisteme gibi girildi. Sonuç olarak, aşağıda şekil 6.39, şekil 6.40, şekil 6.41 ve şekil 6.42’ de, bağımsız değişkenlerin (basınç, lüle çapı, lüle boyu), BKO ve TKO’ na etkisini gösteren grafikler elde edildi.



Şekil 6.39. B tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun BKO’ na etkisi

B tipi fındık için şekil 6.39’ da verilen grafiğe göre; 22-23,5 mm lüle çapı bölgesi ile 150-275 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede BKO, en düşük değerlerde görülmektedir. Grafiğe göre 24-26 mm lüle çapı bölgesi ile 250- 275 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede ise BKO en yüksek değerlerini almaktadır.

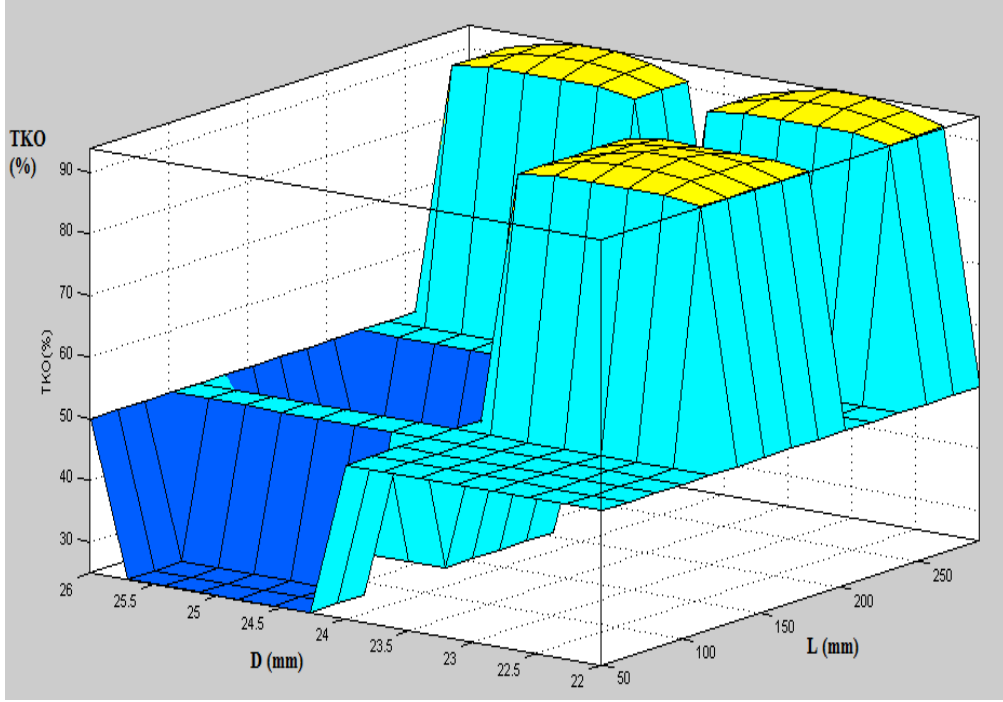
Şekil 6.39’ da gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla genellikle uyum göstermektedir. Şekil 5.19, şekil 5.20 ve şekil 5.21’ de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapında ve 275 mm lüle boyunda yapılan deneylerde BKO, oldukça düşük değerler almıştır. Şekil 5.28, şekil 5.29 ve şekil 5.30’ da verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çapı ve 275 mm lüle boyunda yapılan deneylerde BKO, genellikle yüksek değerler almıştır. Bu sonuçlardan da görüleceği gibi lüle çapının artmasıyla fındıkların lüleden çıkış hızı azalmış ve bunun neticesinde fındıkların iç parçalanma oranı düşerek BKO artmıştır.



**Şekil 6.40.** B tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının BKO' na etkisi

B tipi fındık için şekil 6.40' da verilen grafiğe göre; 24-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-60 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede, BKO' nun en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Grafiğe göre 22-23,5 mm lüle çapı bölgesi ile 50-60 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede ise BKO, en yüksek değerlerini almaktadır. Görüldüğü gibi B tipi fındıkta, aynı basınç bölgelerinde olmasına rağmen 22,5 mm ve 25 mm lüle çaplarında elde edilen sonuçlar tamamen farklı olmaktadır. Bu durumda lüle çapının etkisi görülmektedir. Lüle çapı arttırılınca fındıkların lüleden çıkış hızları azalmıştır. Böylece fındıkların iç parçalanma oranı düşmüş ve BKO artmıştır.

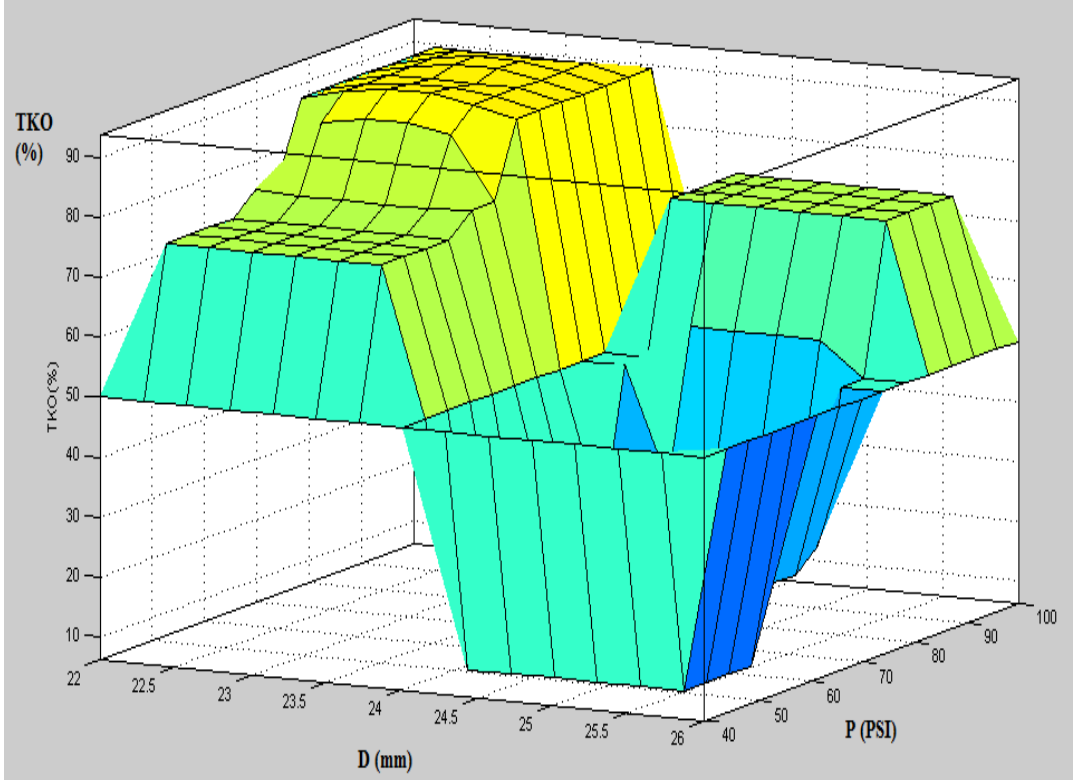
Şekil 6.40' da gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Şekil 5.28, şekil 5.29 ve şekil 5.30' da verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çaplarında, 50 PSI basınçta yapılan deneylerde BKO' nun en düşük değerleri aldığı görülmektedir. Şekil 5.19, şekil 5.20 ve şekil 5.21' de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapı ve 90 PSI basınçta yapılan deneylerde BKO' nun en yüksek değerleri aldığı görülmektedir.



**Şekil 6.41.** B tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun TKO' na etkisi

B tipi fındık için şekil 6.41' de verilen grafiğe göre; 24-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-100 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede, TKO' nun en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Grafiğe göre, 22-24 mm lüle çapı bölgesi ile 150- 275 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede ise TKO en yüksek değerlerini almaktadır.

Şekil 6.41' de gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Şekil 5.28, şekil 5.29 ve şekil 5.30' da verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çapı ve 75 mm lüle boylarında yapılan deneylerde TKO, en düşük değerleri almıştır. Şekil 5.19, şekil 5.20 ve şekil 5.21' de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapı ve 275 mm lüle boyunda yapılan deneylerde TKO, en yüksek değerleri almıştır.



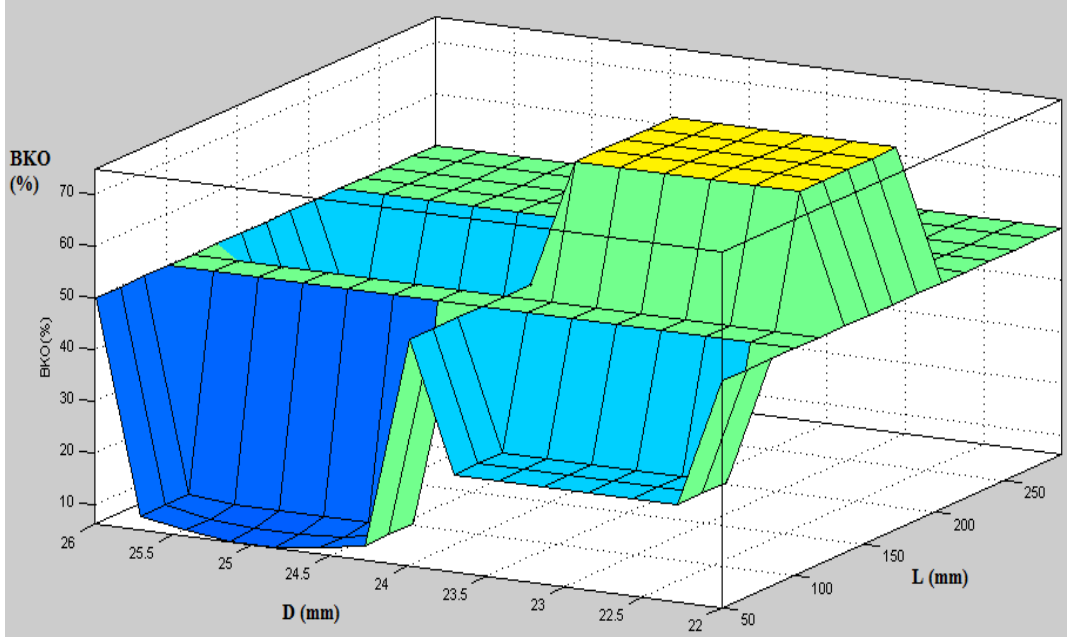
**Şekil 6.42.** B tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının TKO' na etkisi

B tipi fındık için şekil 6.42' de verilen grafiğe göre; 24-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-60 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede, TKO' nun en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. 22-24 mm lüle çapı bölgesi ile 80-90 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede ise TKO en yüksek değerlerini almaktadır.

Şekil 6.42' de gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Şekil 5.28, şekil 5.29 ve şekil 5.30' da verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çaplarında ve 50 PSI basınçta yapılan deneylerde TKO, en düşük değerleri almıştır. Şekil 5.19, şekil 5.20 ve şekil 5.21' de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapı ve 90 PSI basınçta yapılan deneylerde TKO, en yüksek değerleri almıştır.

### 6.7.4.3. C Tipi Fındık Deney Sonuçlarının Modellenmesi

C tipi fındık için oluşturulan kurallar sisteme gibi girildi. Sonuç olarak, aşağıda şekil 6.43, şekil 6.44, şekil 6.45 ve şekil 6.46’ da bağımsız değişkenlerin (basınç, lüle çapı, lüle boyu), BKO ve TKO’ na etkisini gösteren grafikler elde edildi.

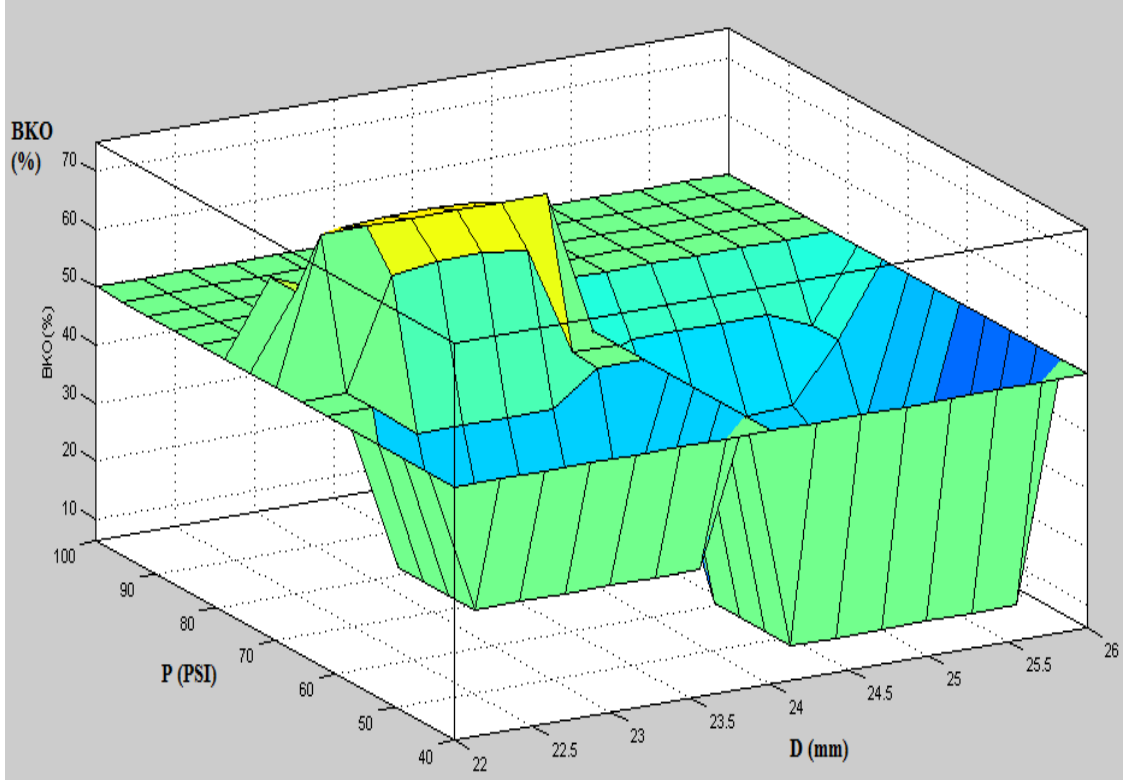


Şekil 6.43. C tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun BKO’ na etkisi

C tipi fındık için şekil 6.43’ te verilen grafiğe göre; 24-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-200 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede BKO, en düşük değerlerde görülmektedir. Grafiğe göre, 22-24 mm lüle çapı bölgesi ile 150- 200 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede ise BKO en yüksek değerlerini almaktadır.

Şekil 6.43’ te gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla genellikle uyum göstermektedir. Şekil 5.46, şekil 5.47 ve şekil 5.48’ de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çapında, 75 ve 175 mm lüle boyunda yapılan deneylerde BKO oldukça düşük değerler almıştır. Şekil 5.37, şekil 5.38 ve şekil 5.39’ da verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapı ve 175 mm lüle boyunda yapılan deneylerde BKO, genellikle yüksek değerler almıştır.

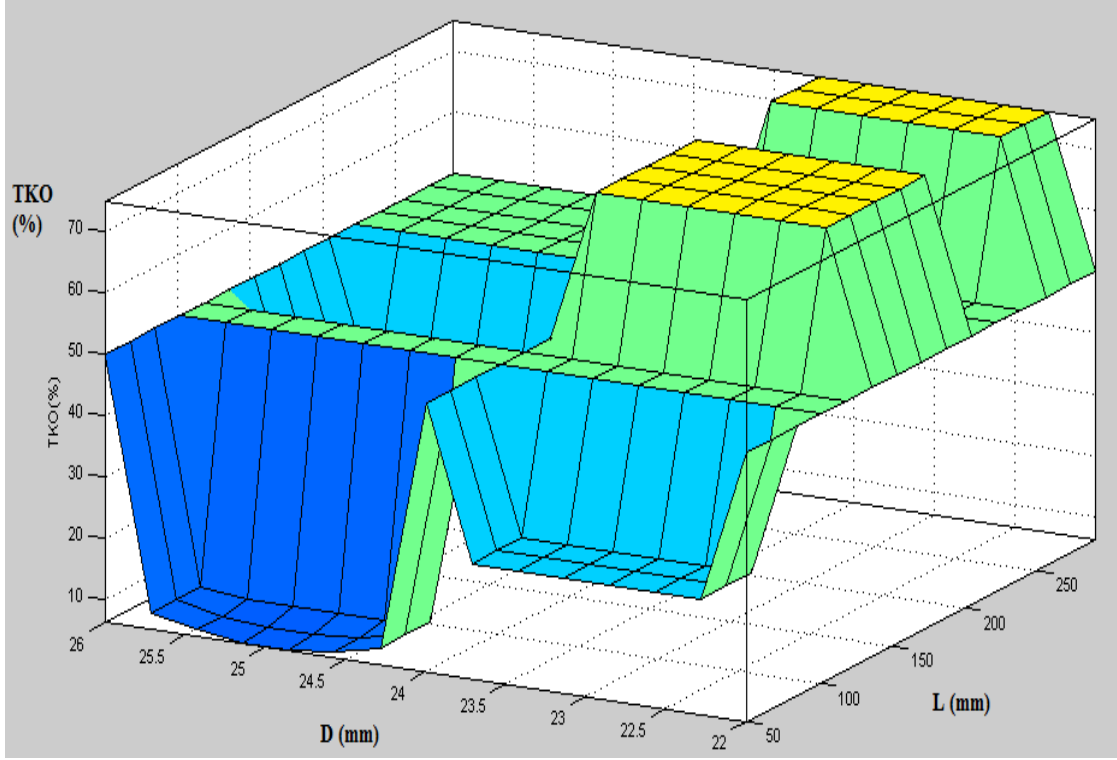




**Şekil 6.44.** C tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının BKO' na etkisi

C tipi fındık için şekil 6.44' te verilen grafiğe göre; 24-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-60 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede BKO' nun en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Grafiğe göre 22-23,5 mm lüle çapı bölgesi ile 60-80 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede ise BKO, en yüksek değerlerini almaktadır.

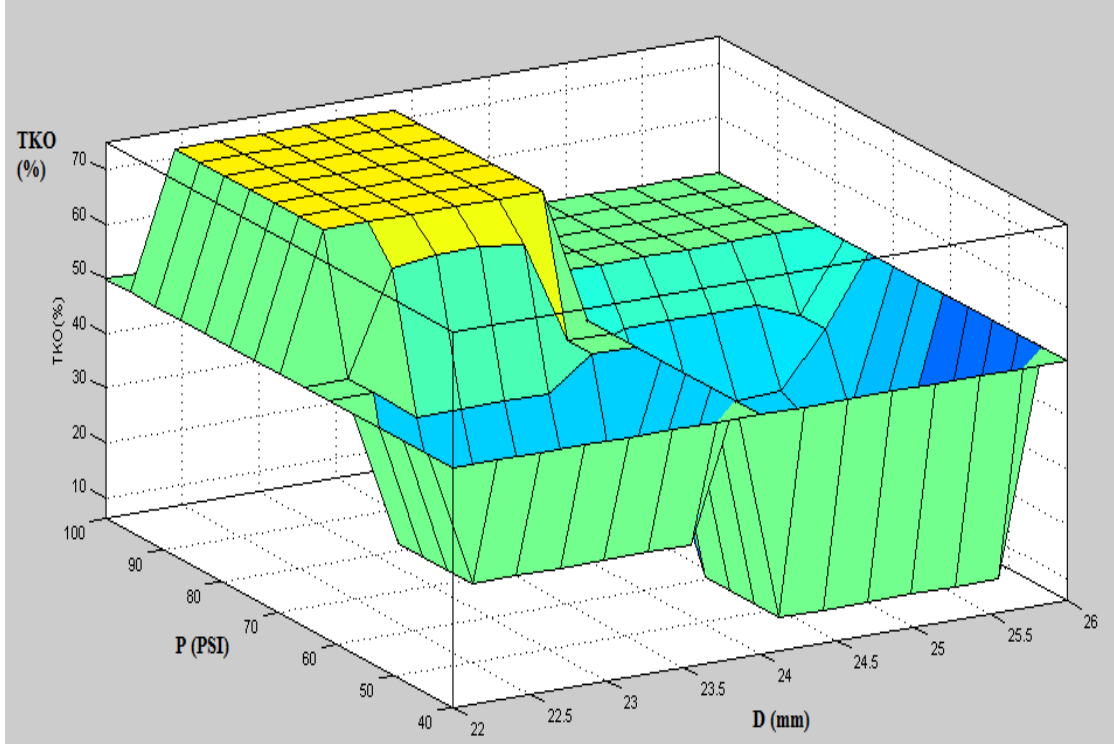
Şekil 6.44' te gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Şekil 5.46, şekil 5.47 ve şekil 5.48' de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çaplarında, 50 PSI basınçta yapılan deneylerde BKO' nun en düşük değerleri aldığı görülmektedir. Şekil 5.37, şekil 5.38 ve şekil 5.39' da verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapı ve 70 PSI basınçta yapılan deneylerde BKO' nun en yüksek değerleri aldığı görülmektedir.



Şekil 6.45. C tipi fındıkta lüle çapı ve lüle boyunun TKO' na etkisi

C tipi fındık için şekil 6.45' te verilen grafiğe göre; 24-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-200 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede TKO, en düşük değerlerde görülmektedir. Grafiğe göre, 22-24 mm lüle çapı bölgesi ile 200- 275 mm lüle boyu bölgesinin kesiştiği bölgede ise TKO en yüksek değerlerini almaktadır.

Şekil 6.45' te gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla genellikle uyum göstermektedir. Şekil 5.46, şekil 5.47 ve şekil 5.48' de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çapında, 75 ve 175 mm lüle boyunda yapılan deneylerde TKO genellikle düşük değerler almıştır. Şekil 5.37, şekil 5.38 ve şekil 5.39' da verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapı ve 275 mm lüle boyunda yapılan deneylerde TKO, yüksek değerler almıştır.



Şekil 6.46. C tipi fındıkta lüle çapı ve hava basıncının TKO' na etkisi

C tipi fındık için şekil 6.46' da verilen grafiğe göre; 24-26 mm lüle çapı bölgesi ile 50-60 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede TKO' nun en düşük değerlerde olduğu görülmektedir. Grafiğe göre, 22-24 mm lüle çapı bölgesi ile 70-90 PSI basınç bölgesinin kesiştiği bölgede ise TKO en yüksek değerlerini almaktadır.

Şekil 6.46' da gösterilen grafikteki sonuçlar, deney sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Şekil 5.46, şekil 5.47 ve şekil 5.48' de verilen deney sonuçları incelendiğinde; 25 mm lüle çaplarında, 50 PSI basınçta yapılan deneylerde TKO' nun en düşük değerleri aldığı görülmektedir. Şekil 5.37, şekil 5.38 ve şekil 5.39' da verilen deney sonuçları incelendiğinde; 22,5 mm lüle çapı ve 90 PSI basınçta yapılan deneylerde TKO' nun en yüksek değerleri aldığı görülmektedir.

Bulanık Mantık yöntemi kullanılarak elde edilen grafiksel modellerin genel olarak deney sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmektedir. Buna göre, grafiksel modeller kullanılarak, A, B ve C tipi fındıklar için uygun kırma parametreleri tespit edilebilmektedir.

## 7. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Havalı Tip Fındık Kıırma Makinesinin İmalatı ve Performans karakteristiklerinin araştırılması amacıyla yapılan bu deneysel çalışma sürecinde ilk olarak ön deneyler yapılmıştır. Yapılan bu ön deneyler neticesinde findığın hava ile kırılmasını etkileyen parametreler; hava basıncı, lüle boyu, lüle çapı, kırma mesafesi ve çarpma levhası şekli olarak tespit edilmiştir. Daha sonra, tespit edilen bu parametreler dikkate alınarak imal edilen Havalı Tip Fındık Kıırma Makinesi kullanılarak deneyler yapılmıştır. Aşağıda, bu deneysel çalışma boyunca yapılan ön deneyler ve deneyler neticesinde elde edilen genel sonuçlar maddeler halinde sıralanmıştır:

1. Yapılan deneysel çalışma sonucunda, A, B ve C tipi fındıklarda, % 100 toplam kırma oranlarına ulaşılmıştır. En yüksek bütün kırma oranı A tipi fındık için % 69, B tipi fındık için % 67 ve C tipi fındık için % 69 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlardan da görüleceği gibi, fındıkların hava ile kırılmasında bir sorunla karşılaşılmamaktadır ancak kırılan fındıkların içlerinin sağlam çıkma oranları çok yüksek değerlere çıkamamaktadır. İleride yapılacak çalışmaların amacı bütün kırma oranlarını artırmak olmalıdır.
2. Yapılan deneysel çalışma sonucunda, hava basıncının ve lüle boyunun artmasının, fındıkların lüle çıkış hızlarını artırarak fındıkların kırılmasını kolaylaştırıcı etki yapmıştır.
3. Yapılan deneysel çalışma sonucunda, lüle çapının artmasının fındıkların lüle çıkış hızlarını azaltarak fındıkların kırılmasını zorlaştırıcı etki yapmıştır.
4. Yapılan deneysel çalışma sonucunda, fındıkların kırılması için en uygun çarpma levhasının düz çarpma levhası olduğu tespit edilmiştir.
5. Yapılan deneysel çalışmanın başlangıcında, karşılaşılan en büyük problemlerden birisi, fındıkların besleme sırasında sıkışması olmuştur. Bu probleme çözüm olarak önerilen ön deney-4' te anlatılan karıştırma sistemi çok etkili sonuç vermiştir.
6. Yapılan deneysel çalışma neticesinde, % 90 ve üzerinde, yüksek bir bütün kırma oranı elde edilememiştir ancak kırma süresinin çok düşük olması ( 50 gr fındık için ortalama 3 sn.), sistemin sürekli fındık beslemesi yapmaya uygun olması ve yapılan fındık kırma makinesinin imalatının basit olması gibi avantajlar tespit edilmiştir.

7. Fındık ilerinin bütün olarak çıkması istenmeyen durumlarda (bu durum özellikle fındık ilerini parçalayarak kullanan bir takım gıda sanayiinde görülmektedir), yapılan bu deneysel çalışma, % 100 toplam kırma oranıyla oldukça verimli sonuçlar verebilir.

Havalı Tip Fındık Kırma Makinesi' nin verimini artırmak için ileriye dönük olarak bir takım çalışmalar yapılabilir. Yapılması nerilen çalışmalar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

1. Kırma işlemleri sonucu kırılmayan fındıklar yapılacak bir döngü sistemi vasıtasıyla daha düşük basınçlarda tekrar kırılabilir. Çünkü daha öncede açıklandığı gibi kırılmayan fındıklar incelendiğinde kabuklarının çatladığı görülmektedir.
2. Fındık karıştırma sistemin elle tahrik edilmesi, büyük fındık miktarlarında mümkün olmadığından ileriye dönük olarak yapılacak çalışmalarda düşük devirli bir motor-redüktör karıştırma sistemi yapılabilir.
3. Yapılan deneysel çalışmada, kırılan fındıklar kabuklarıyla birlikte, karışık olarak kırma haznesinden aşağı düşmektedir. İleride yapılacak çalışmalarda, fındık ileriyle kabuklarını ayıracak bir sistem yapılabilir.

## KAYNAKLAR

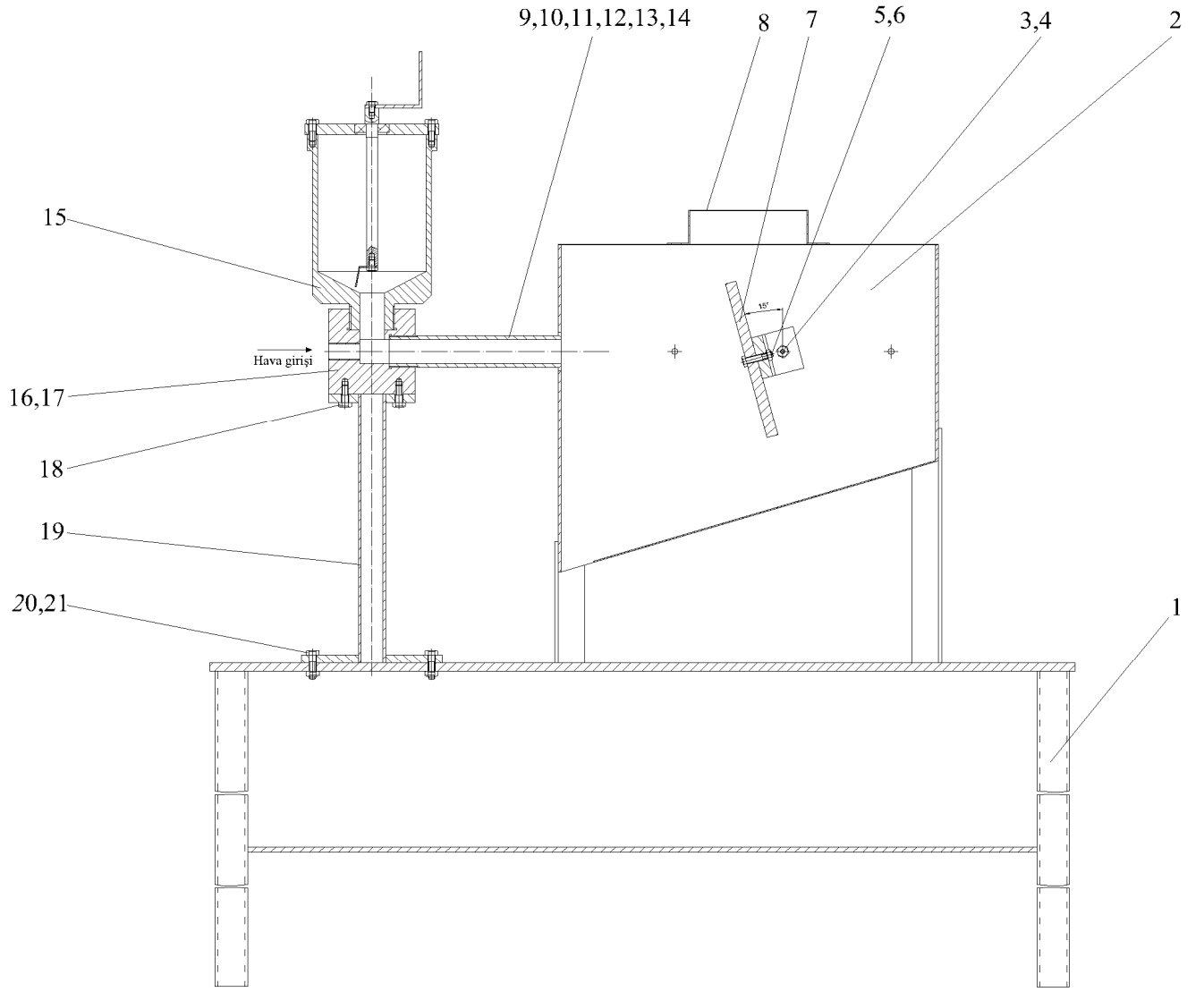
- [1] **Evcin, A.**, 2011. Toz üretim teknikleri ders notları, Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- [2] **Kaçal, M.**, 2005. Fındıklarda bazı kırılma özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Isparta.
- [3] **Güner, M., Dursun, E., Dursun, İ. G.**, 2003. Mechanical Behaviour of Hazelnut under Compression Loading, Biosystems Engineering, 85 (4), 485-491.
- [4] **Pliestic, S., Dobricevic, N., Filipoviç, D., Gospodaric, Z.**, 2006. Physical Properties of Filbert Nut and Kernel, Biosystems Engineering, (2006) 93 (2), 173–178.
- [5] **Bernik, R., Stajniko, D.**, 2008. A comparison of morphological and physical characteristics of three different hazelnut varieties, Pomologia Croatica Vol.14-2008., br.4.
- [6] **Kuralay, C.**, 1991. Yeni bir fındık kırma makinasının, geliştirilmesi, Trabzon.
- [7] **Baş, H.**, 1993. Fındık kırma teknolojisinde tambur sisteminin geliştirilmesi, Trabzon.
- [8] **Özdemir, M.**, 1996. Taşlı ve konik kırıcılarda fındık kırma işlemi kalite parametrelerinin istatistiksel olarak belirlenmesi, Ankara.
- [9] **Salı, B.**, 1999. Fındık kırma teknolojisinde yatay eksenli silindirik tambur sisteminin geliştirilmesi, Trabzon.
- [10] **Memiş, S.**, 2007. Türkiye'de fındık üretiminde yeni ürün geliştirme süreci ve bir uygulama, İstanbul.
- [11] [www.fiskobirlik.com.tr](http://www.fiskobirlik.com.tr), Ekonomik göstergeler, İstatistik'i bilgiler, 23.12.2011.
- [12] **Turan, A.**, 2007. Giresun ili Bulancak ilçesi Tombul Fındık klon seleksiyonu, Samsun.
- [13] **Kılıç, O.**, 2002. Fındık alanlarının daraltılması ve alternatif ürünlerle ilgili uygulamalar. Türkiye'de uygulanan fındık politikaları ve Fındığın geleceği Konferans-Paneli, O.M.Ü. Ziraat Fakültesi, Samsun.
- [14] **Kalyoncu, İ.H.**, 2006. Ülkemiz milli meyvesi olan fındık yetiştiriciliğinde uygulanması gereken ülkesel ve bölgesel gerçekçi politikalar, 3. Milli fındık şurası, 10-14 Ekim 2004, Giresun.
- [15] **Kuruca, N., Kara, H.**, 2006. Cumhuriyetin ilk yıllarında Giresun'da fındık ticareti, 3. Milli fındık şurası, 10-14 Ekim 2004, Giresun.
- [16] **Aktaş, M.**, 2007. Isı pompası destekli fındık kurutma fırınının tasarımı, imalatı ve deneysel incelenmesi, Ankara.

[17] [www.fae.gov.tr](http://www.fae.gov.tr), Fındık çeşitlerimiz.

[18] **Toprak, F.**, 2011. Temel bulanık mantık ders notları, Dicle Üniversitesi.

[19] **Toprak, F.**, 2009. Flow Discharge Modeling in Open Canals Using a New Fuzzy Modeling Technique (SMRGT), *Clean*, 37 (9), 742-752.

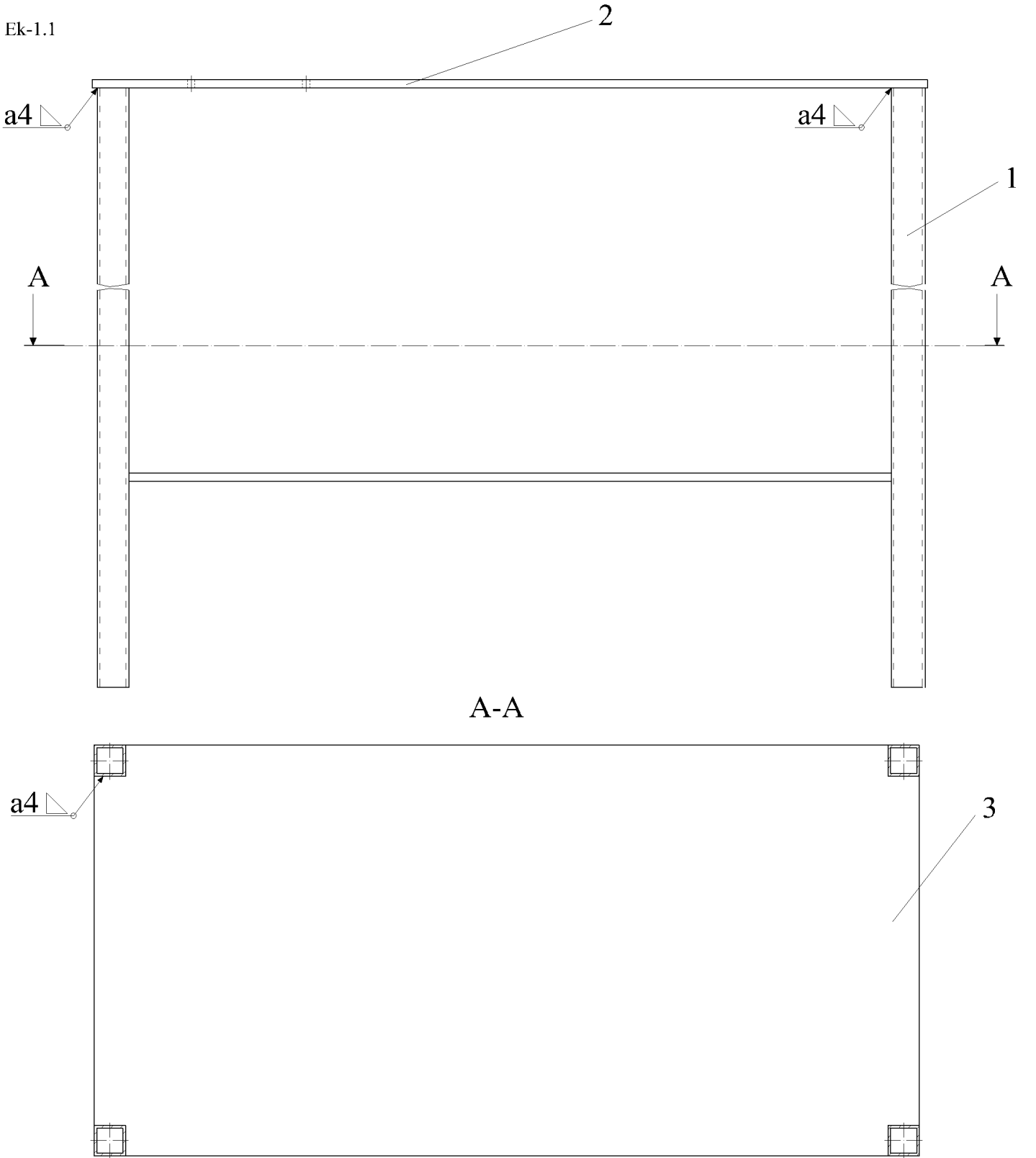
[20] **Alcı, M. ve Karatepe, E.**, 2002. Bulanık Mantık ve Matlab Uygulamaları, İzmir.



4	Somun M6	TS 1026/1	21			
4	Altı Köşe Başlı Civata M6x25	TS 1021/6	20			
1	Bağlantı Parçası	DD-19-0	19			
2	Altı Köşe Başlı Civata M6x15	TS 1021/6	18			
1	Lüle Bağlantı Parçası-2	DD-17-0	17	C 1040		
1	Lüle Bağlantı Parçası-1	DD-16-0	16	C 1040		
1	Fındık Besleme Haznesi ve Karıştırma Düzenegi	DD-15-0	15	C 1040		
1	Deney Lülesi-6	DD-14-0	14	C 1040		
1	Deney Lülesi-5	DD-13-0	13	C 1040		
1	Deney Lülesi-4	DD-12-0	12	C 1040		
1	Deney Lülesi-3	DD-11-0	11	C 1040		
1	Deney Lülesi-2	DD-10-0	10	C 1040		
1	Deney Lülesi-1	DD-9-0	9	C 1040		
1	Fındık Kırma Haznesi Kapağı	DD-8-0	8			
1	Fındık Çarpma Levhası ve Bağlantı Şasesi	DD-7-0	7			
2	Altı Köşe Başlı Civata M6x30	TS 1021/6	6			
2	Somun M6	TS 1026/1	5			
2	Altı Köşe Başlı Civata M6x25	TS 1021/6	4			
2	Somun M6	TS 1026/1	3			
1	Fındık Kırma Haznesi	DD-2-0	2			
1	Alt Masa	DD-1-0	1			
Sayı	Adı ve Açıklamalar		Resim Nu. Standart Nu.	Parça Nu.	Malzeme	Açıklamalar
Çizen	Tarih	Adı	İmza	Sayı	T.C FIRAT ÜNİVERSİTESİ	
Kontrol	21.01.2013	İsmail SARAÇ		1		
	21.01.2013	Prof. Dr. Ali İNAN				
Ölçek	HAVALI TİP FINDIK KIRMA DENEY DÜZENEGİ				Resim numarası	
1:6					DD-0-0	



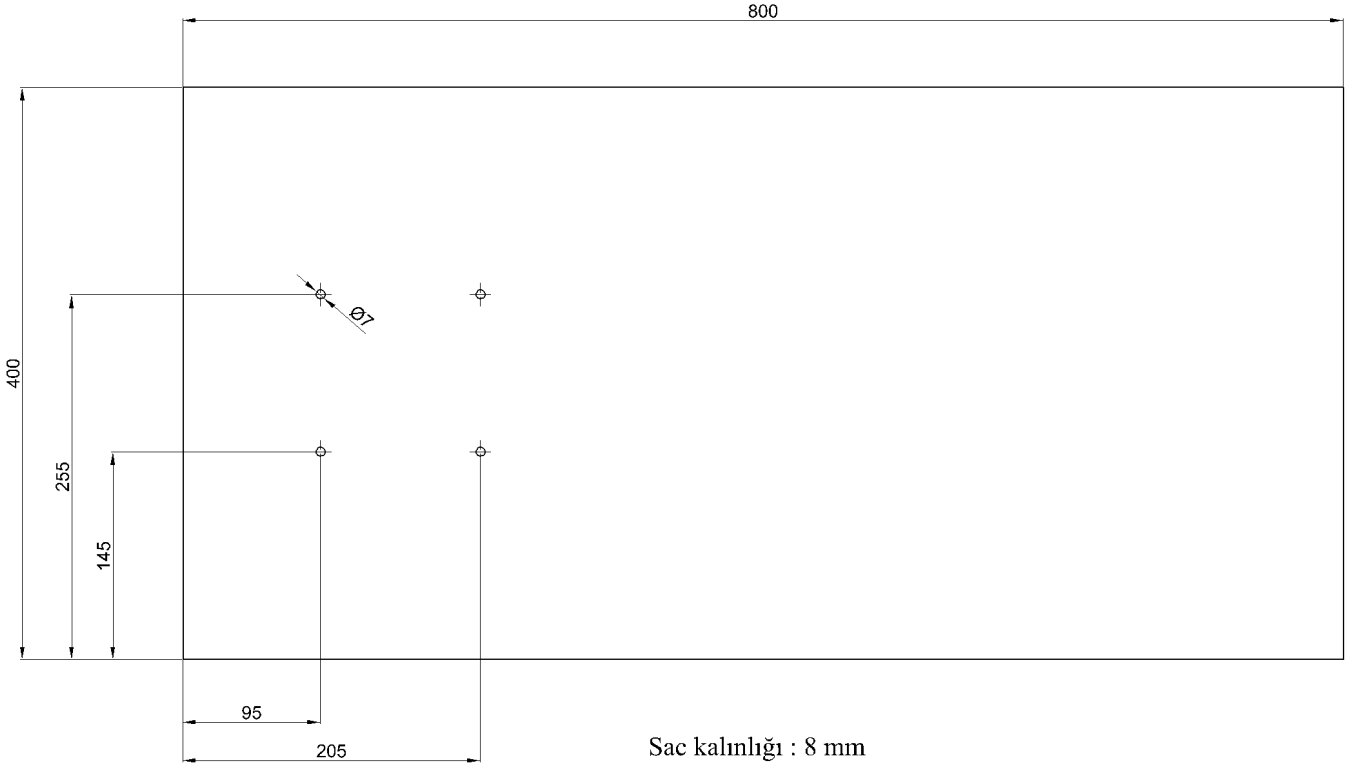
Ek-1.1



2	Masa Alt Sacı	DD-1-3	3	St-37		
1	Masa Üst Sacı	DD-1-2	2	St-37		
4	Masa Ayağı	DD-1-1	1	St-37	30x30 Kare Profil	
Sayı	Adı ve Açıklamalar		Resim Nu. Standart Nu.	Parça Nu.	Malzeme	Açıklamalar
	Tarih	Adı	İmza	Sayı	T.C FIRAT ÜNİVERSİTESİ	
Çizen	21.01.2013	İsmail SARAÇ		1		
Kontrol	21.01.2013	Prof. Dr. Ali İNAN				
Ölçek	ALT MASA				Resim numarası	
1:5					DD-1-0	

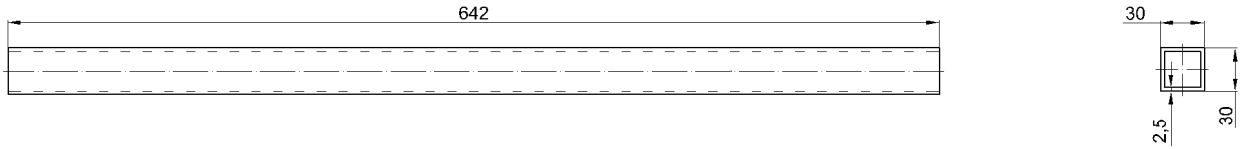
Ek-1.2

12,5



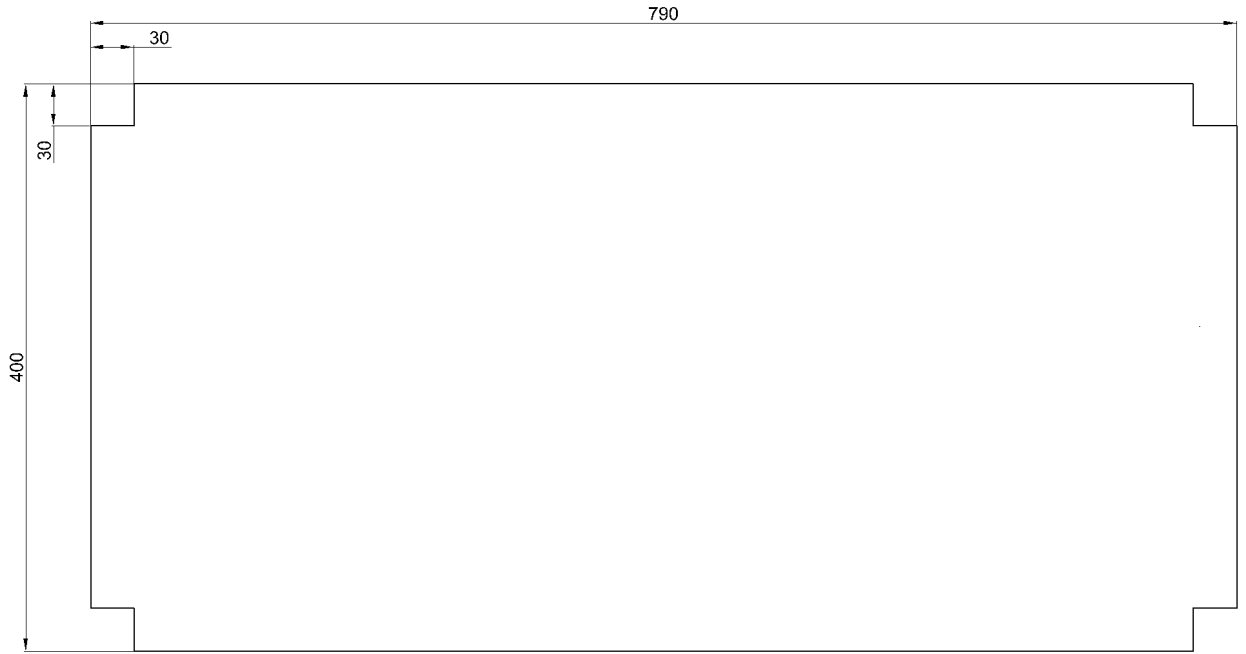
St-37	1:5	1	Masa Üst Sacı	İ.Saraç	DD-1-2
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.

12,5



30x30x2.5 Kare Profil

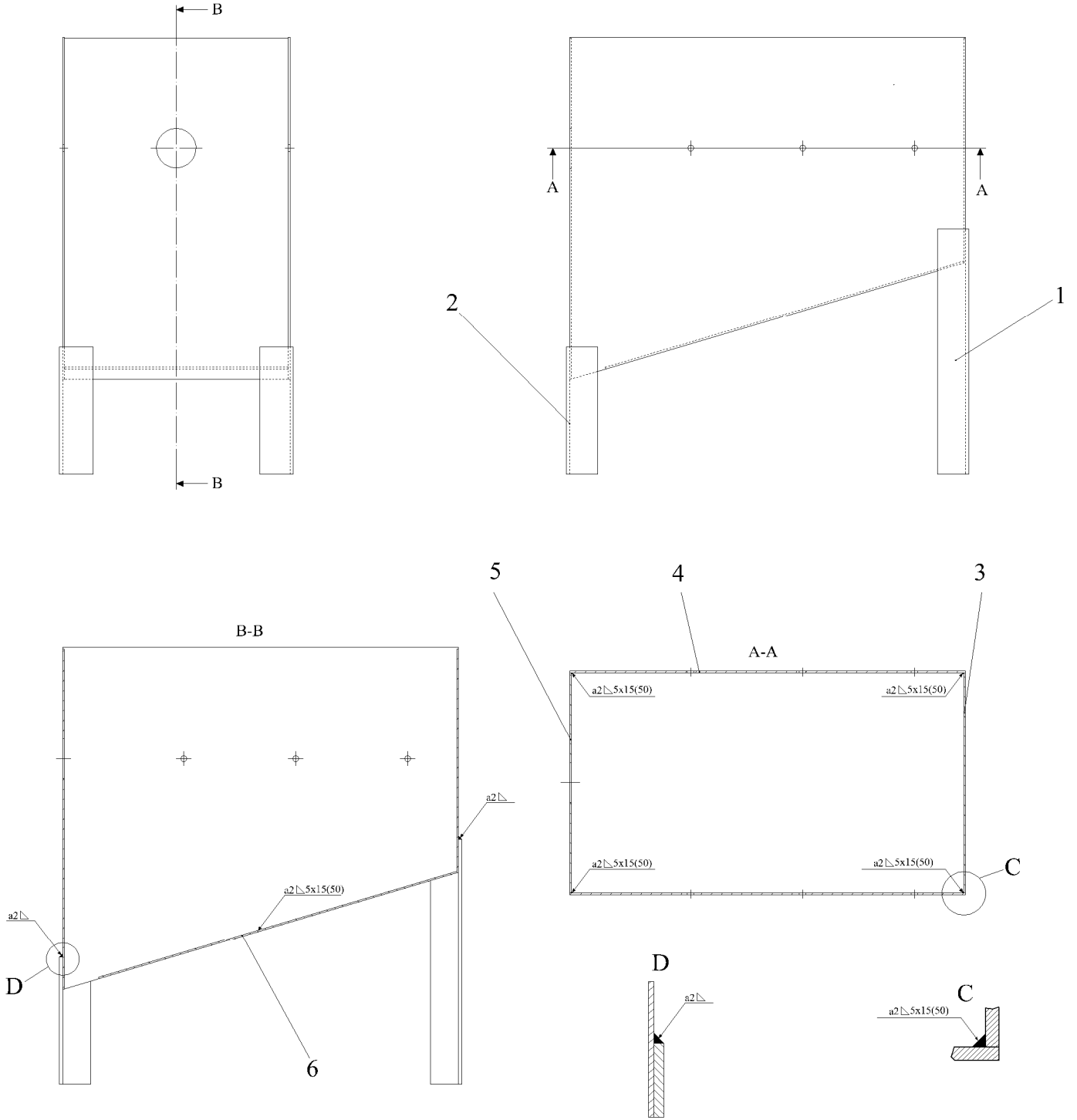
St-37	1:5	4	Masa Ayağı	İ.Saraç	DD-1-1
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.



Sac kalınlığı : 5 mm

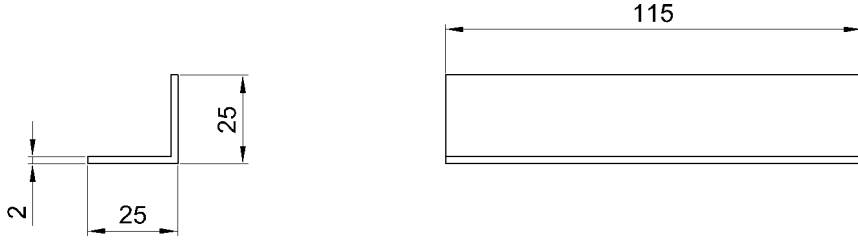
St-37	1:5	1	Masa Alt Sacı	İ.Saraç	DD-1-3	
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.	

Ek-1.4

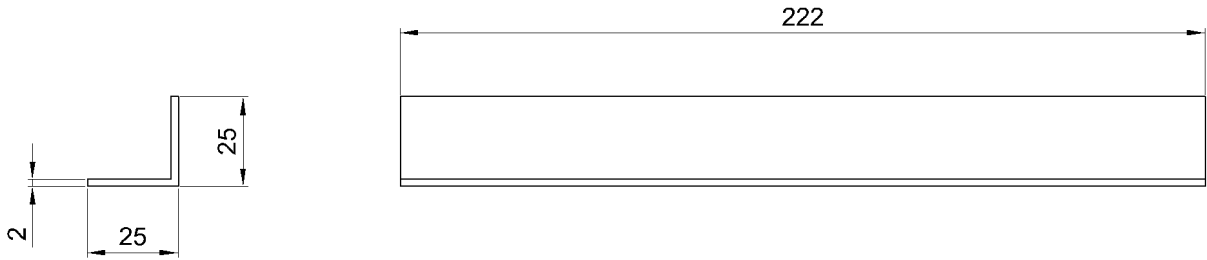


1	Kırma Haznesi Alt Sacı	DD-2-6	6	St-37	
1	Kırma Haznesi Ön Sacı	DD-2-5	5	St-37	
1	Kırma Haznesi Yan Sacı	DD-2-4	4	St-37	
1	Kırma Haznesi Arka Sacı	DD-2-3	3	St-37	
2	Kırma Haznesi Ayağı	DD-2-2	2	St-37	
2	Kırma Haznesi Ayağı	DD-2-1	1	St-37	

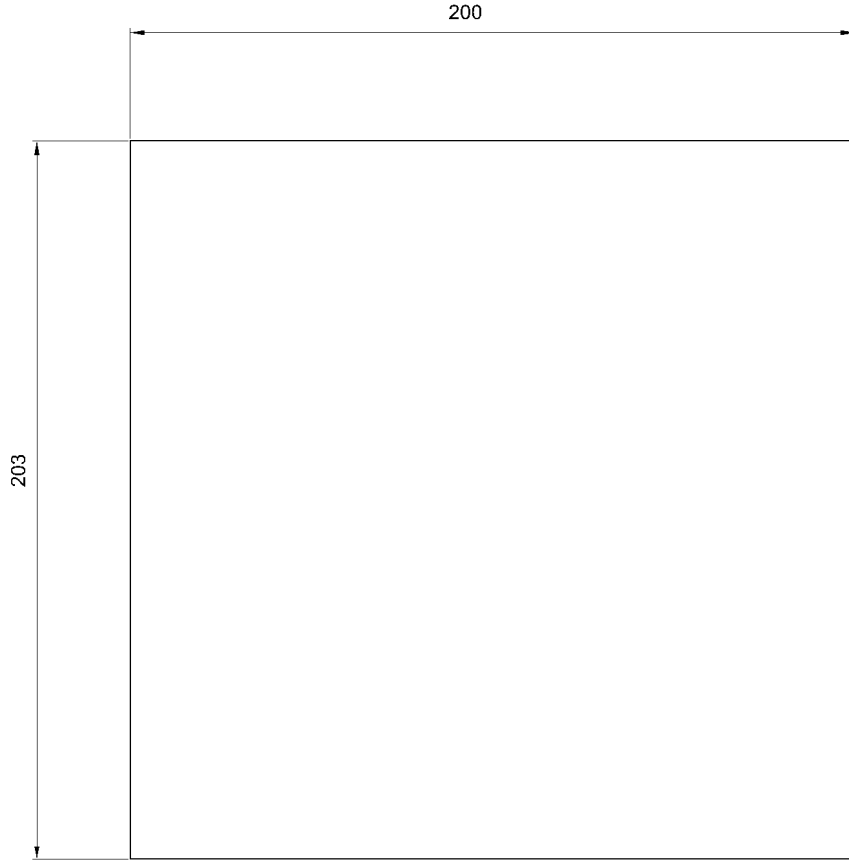
Sayı	Adı ve Açıklamalar			Resim Nu. Standart Nu.	Parça Nu.	Malzeme	Açıklamalar
Çizen	Tarih	Adı	İmza	Sayı	T.C FIRAT ÜNİVERSİTESİ		
Kontrol	21.01.2013	İsmail SARAÇ		1			
Ölçek	21.01.2013	Prof. Dr. Ali İNAN					
1:5	FINDIK KIRMA HAZNESİ				Resim numarası	DD-2-0	



St-37	1:2	2	Kırma Haznesi Ayağı	İ.Saraç	DD-2-2	
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.	

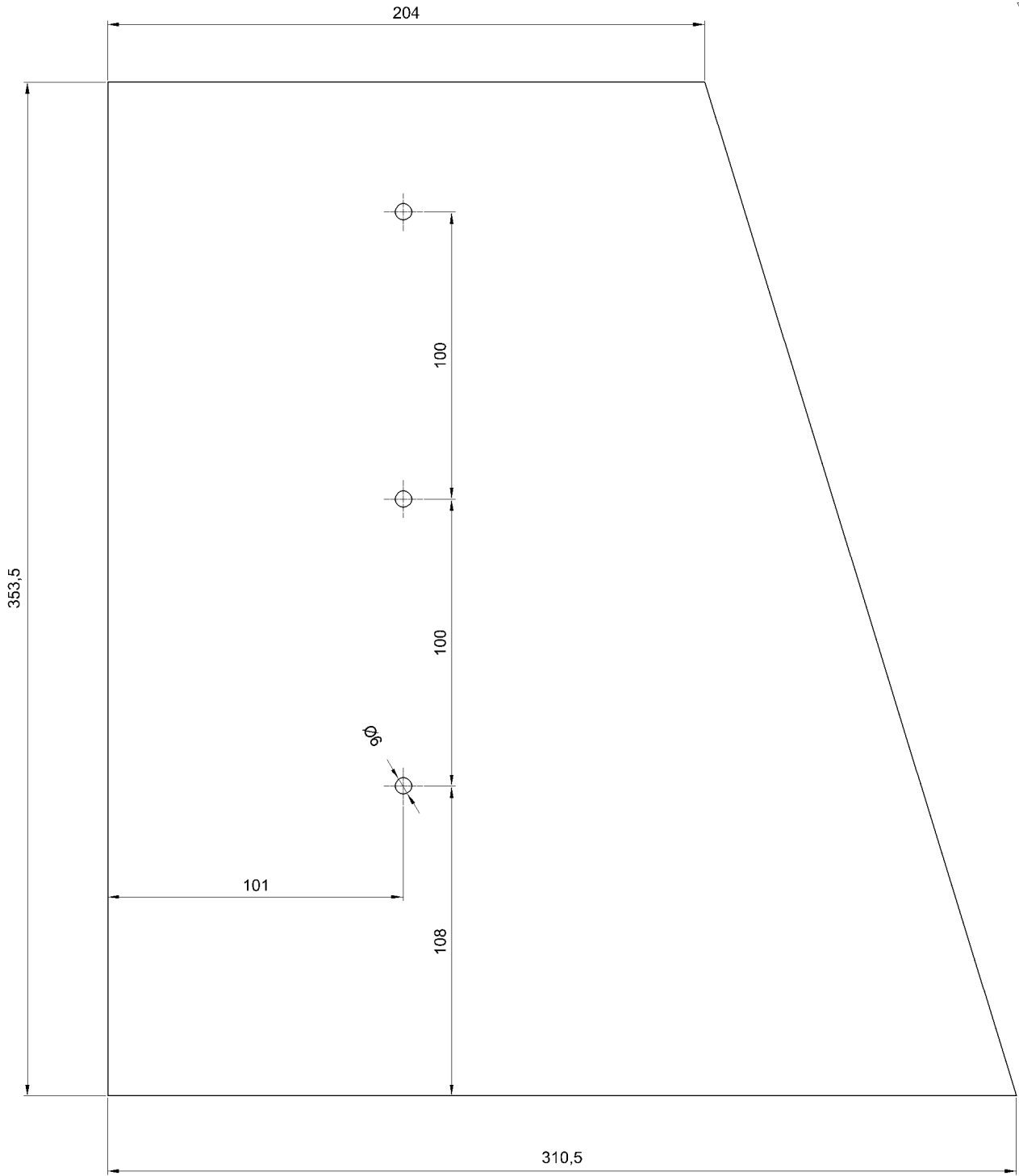


St-37	1:2	2	Kırma Haznesi Ayağı	İ.Saraç	DD-2-1	
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.	



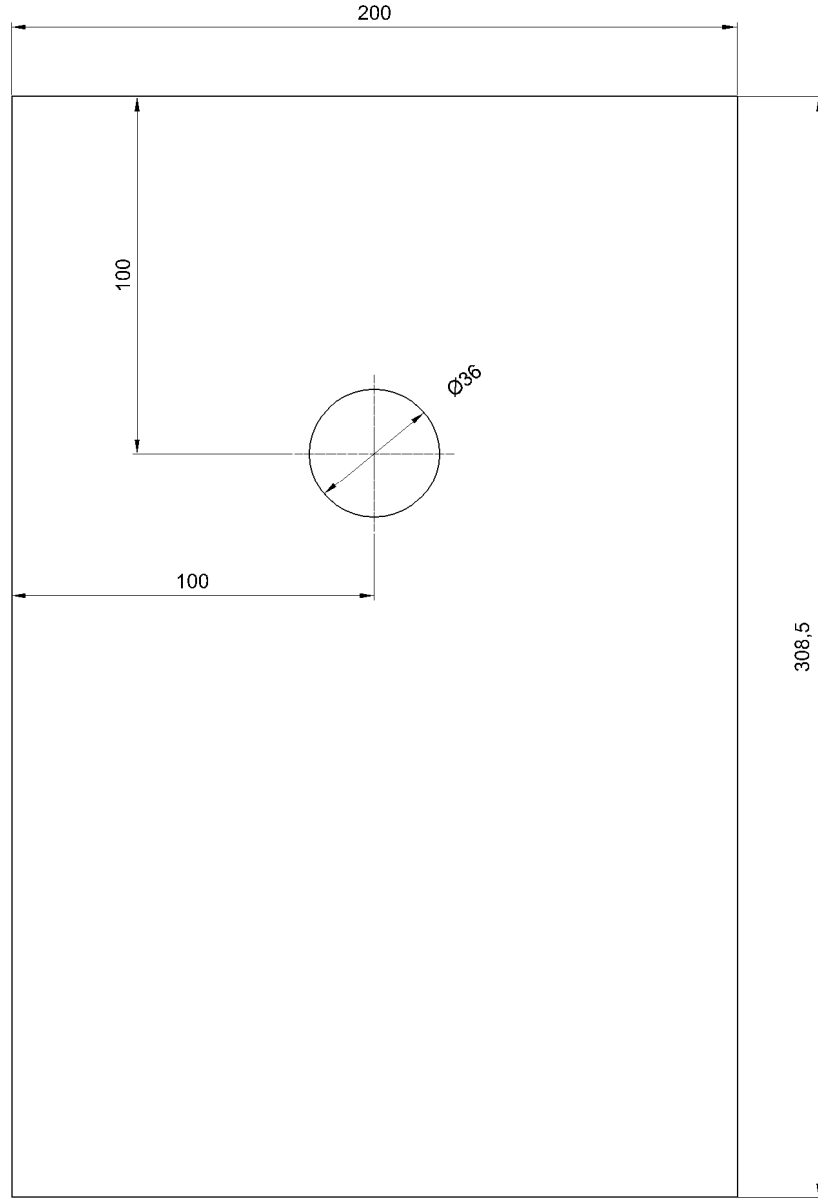
Sac kalınlığı: 1,5 mm

St-37	1:2	1	Kırma Haznesi Arka Sacı	İ.Saraç	DD-2-3	
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.	



Sac kalınlığı : 1,5 mm

St-37	1:2	2	Kırma Haznesi Yan Sacı	İ.Saraç	DD-2-4
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.



Sac kalınlığı : 1,5 mm

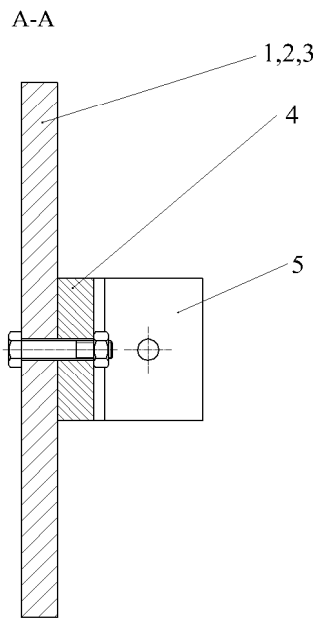
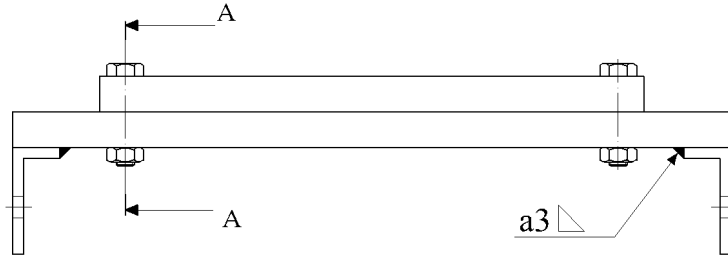
St-37	1:2	1	Kırma Haznesi Ön Sacı	İ.Saraç	DD-2-5
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.





Sac kalınlığı : 1 mm

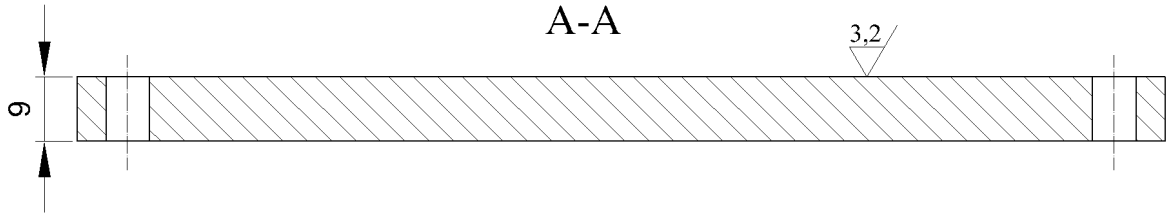
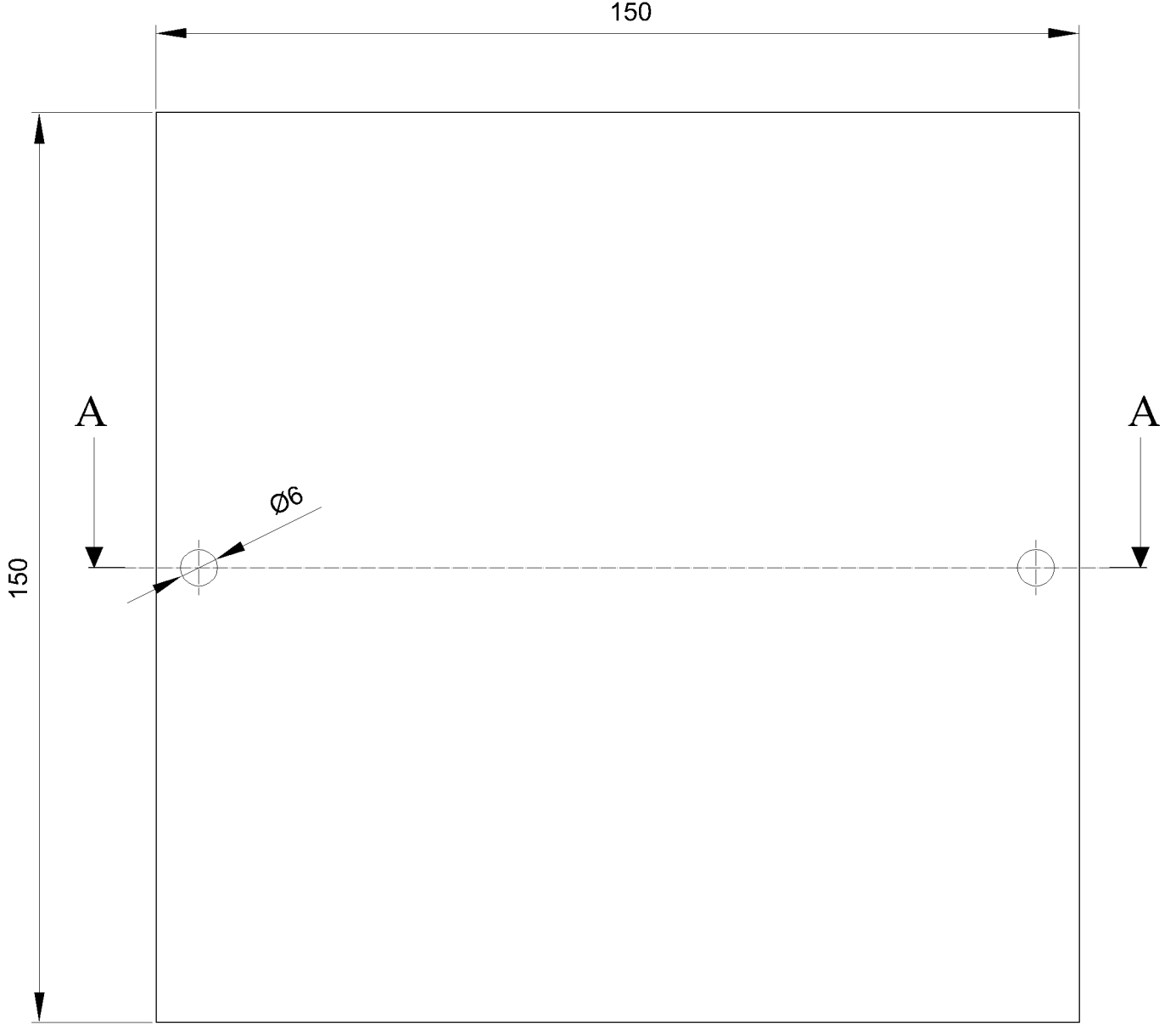
St-37	1:2	1	Kırma Haznesi Alt Sacı	İ.Saraç	DD-2-6	
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.	



2	Bağlantı Parçası	DD-7-5	5	St-37	
1	Bağlantı Parçası	DD-7-4	4	St-37	
1	Kare Uçlu Fındık Çarpma Levhası	DD-7-3	3	St-37	
1	Sivri Uçlu Fındık Çarpma Levhası	DD-7-2	2	St-37	
1	Düz Fındık Çarpma Levhası	DD-7-1	1	St-37	
Sayı	Adı ve Açıklamalar	Resim Nu. Standart Nu.	Parça Nu.	Malzeme	Açıklamalar
	Tarih	Adı	İmza	Sayı	T.C FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Çizen	21.01.2013	İsmail SARAÇ		1	
Kontrol	21.01.2013	Prof. Dr. Ali İNAN			
Ölçek	FINDIK ÇARPMA LEVHASI VE BAĞLANTI ŞASESİ			Resim numarası	
1:2				DD-7-0	

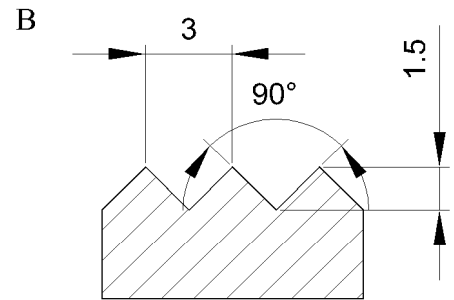
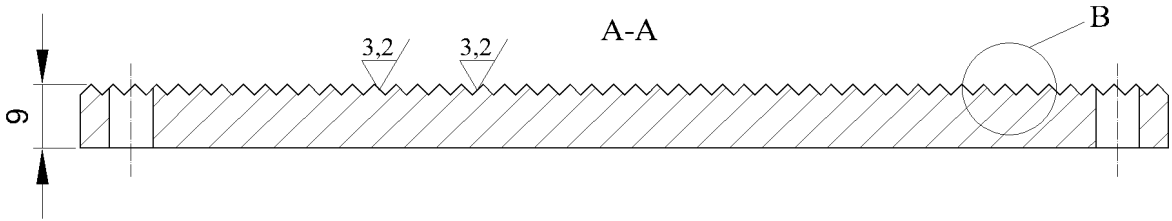
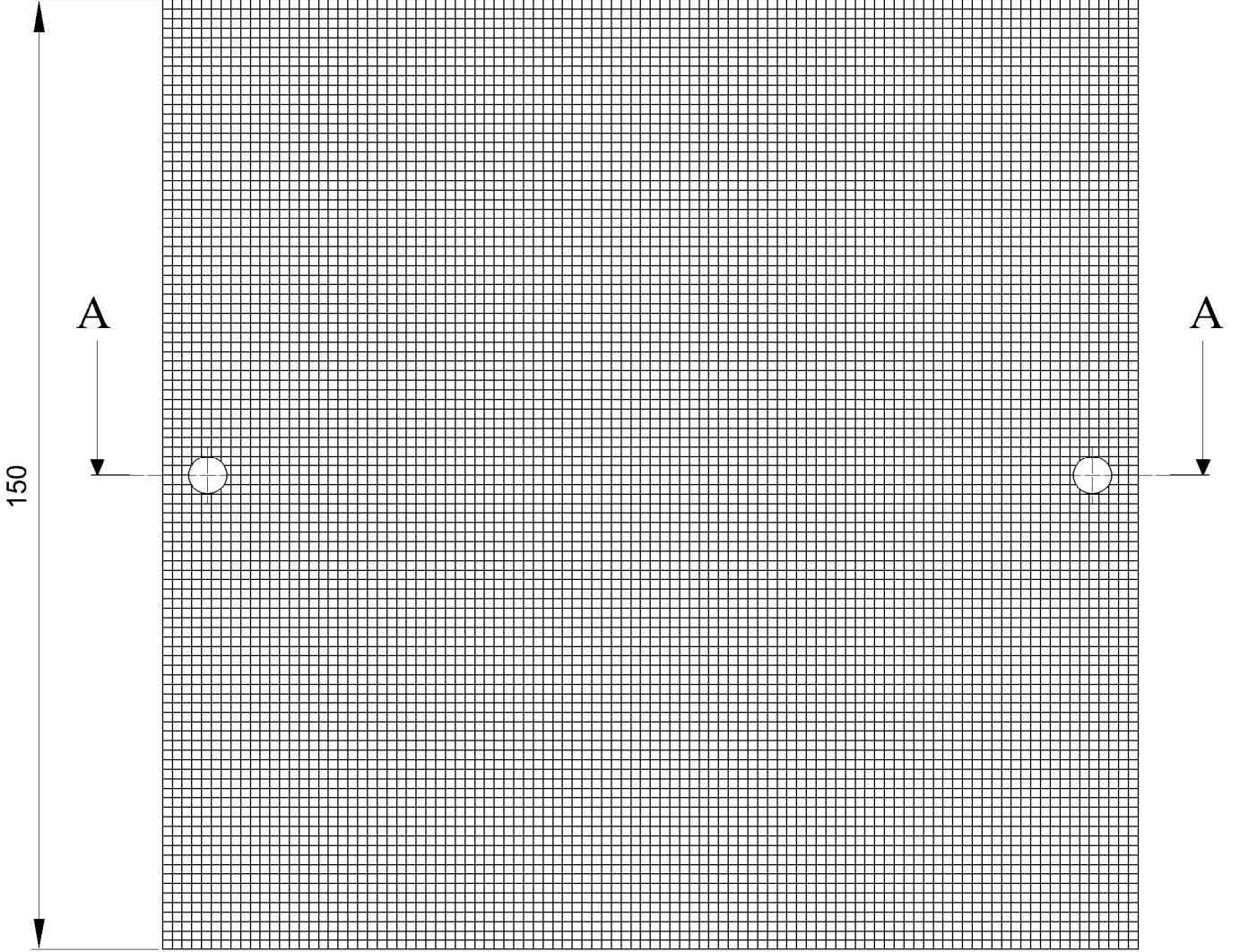
Ek-1.11

12,5/ (3,2/)

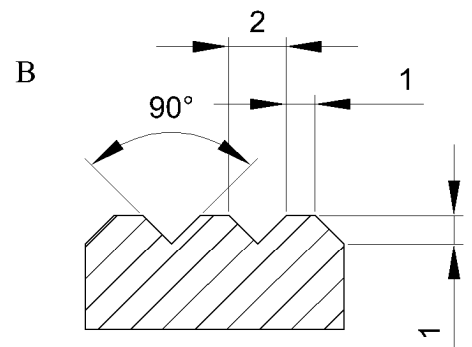
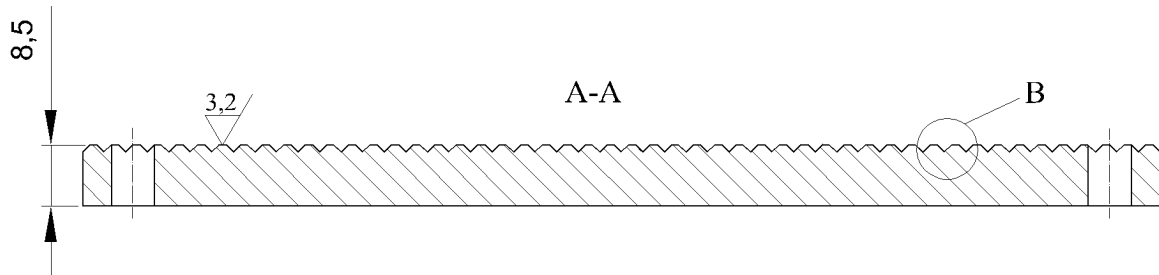
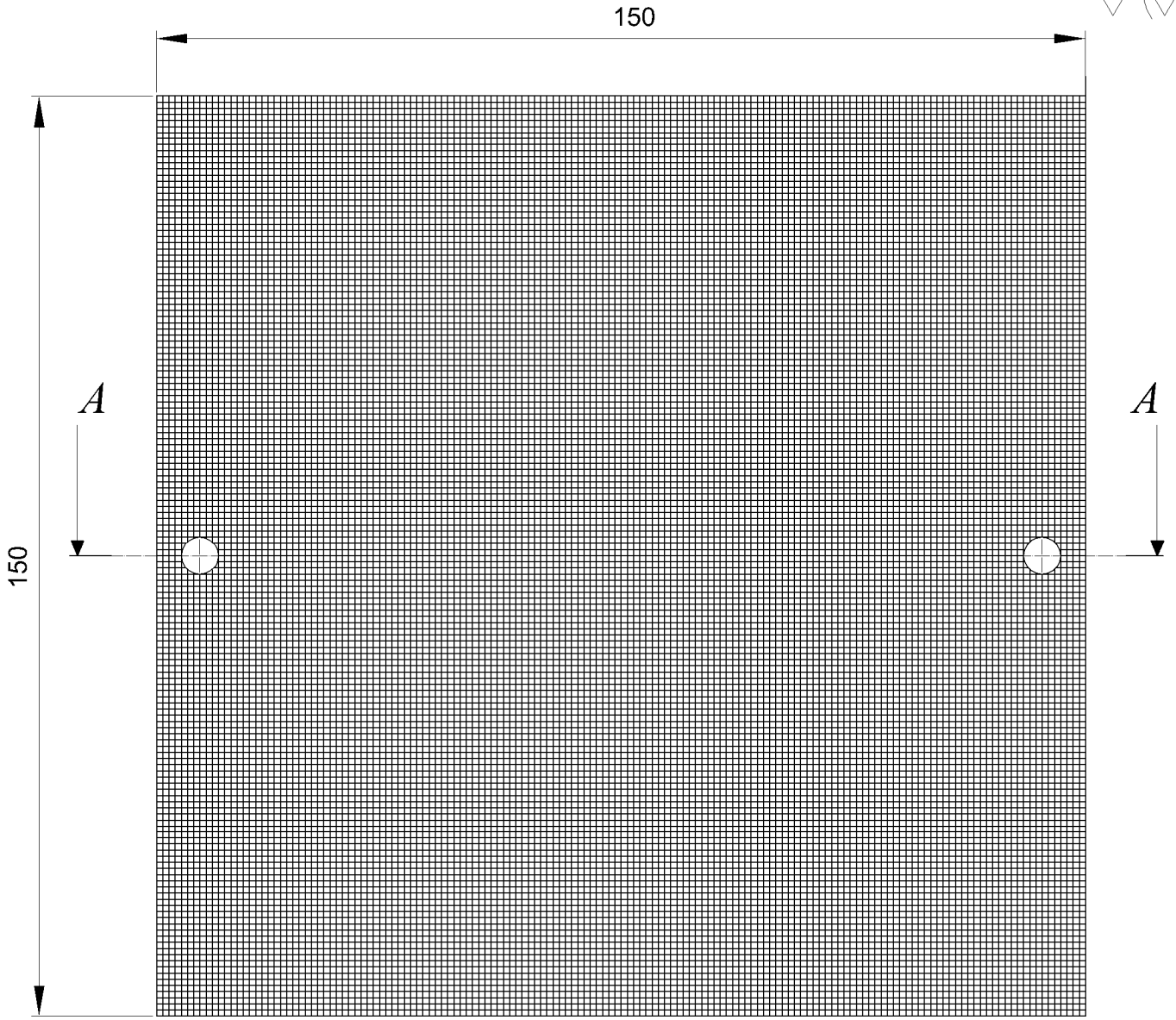


St-37	1:1	1	Düz Çarpma Levhası	İ.Saraç	DD-7-1
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.

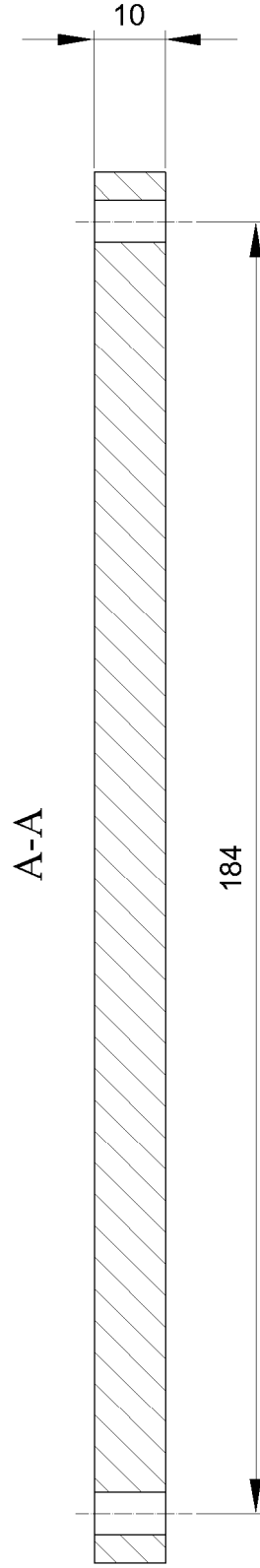
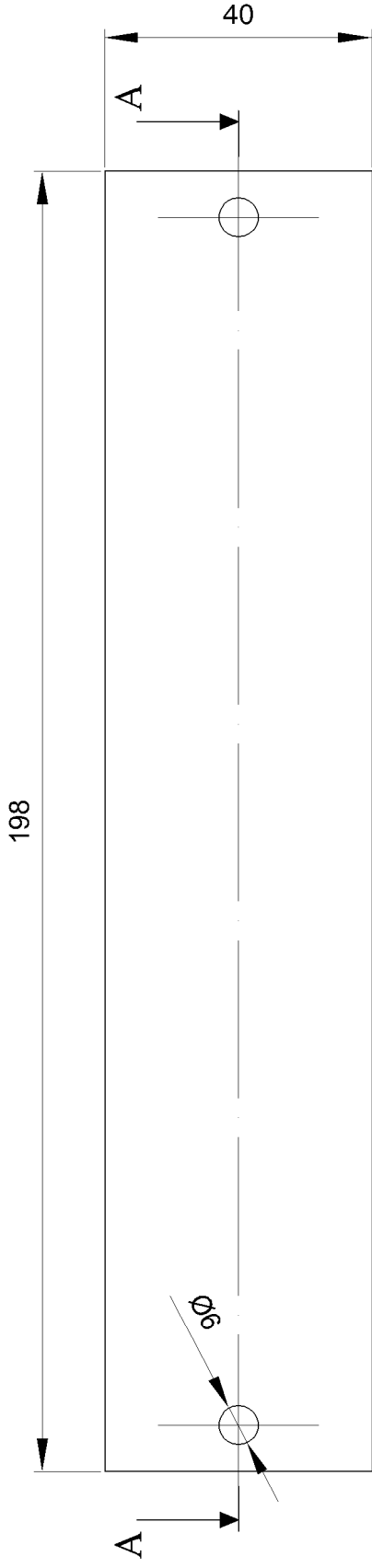
150



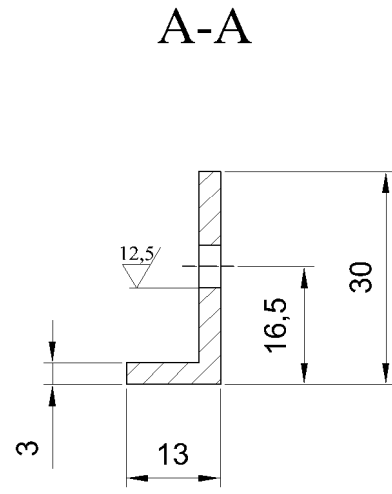
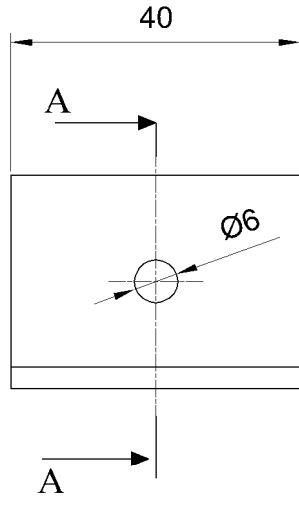
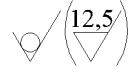
St-37	1:1	1	Sivri Uçlu Çarpma Levhası	İ.Saraç	DD-7-2
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.



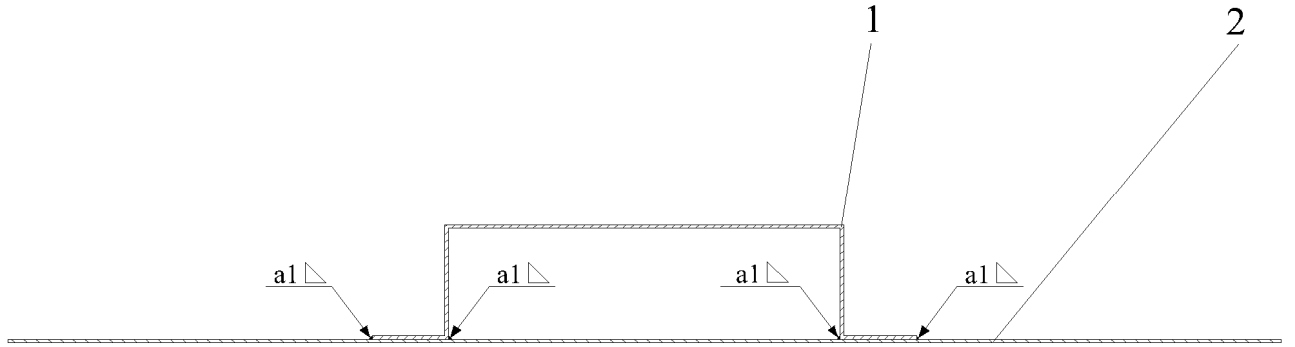
St-37	1:1	1	Kare Uçlu Çarpma Levhası	İ.Saraç	DD-7-3
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.



Malzeme	1:1	1	Bağlantı Parçası	İ.Saraç	DD-7-4
St-37	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.

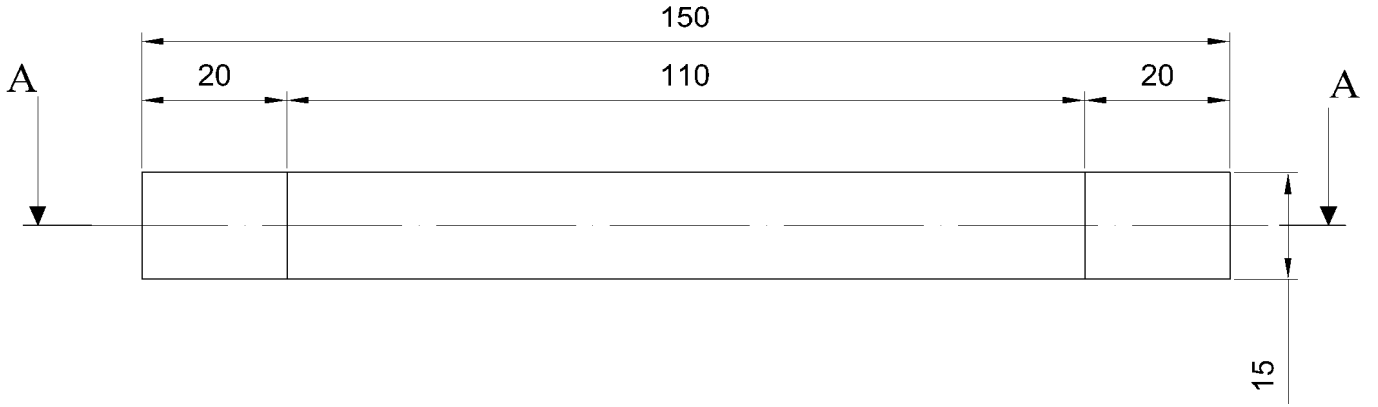


St-37	1:1	2	Bağlantı Parçası	İ.Saraç	DD-7-5	
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.	

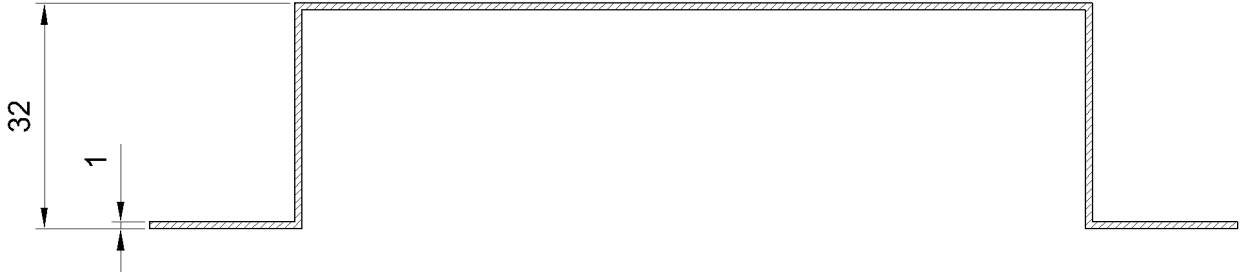


1	Kapak Sacı	DD-8-2	2	St-37	
1	Tutma Parçası	DD-8-1	1	St-37	
Sayı	Adı ve Açıklamalar	Resim Nu. Standart Nu.	Parça Nu.	Malzeme	Açıklamalar
	Tarih	Adı	İmza	Sayı	T.C FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Çizen	21.01.2013	İsmail SARAÇ		1	
Kontrol	21.01.2013	Prof. Dr. Ali İNAN			
Ölçek	FINDIK KIRMA HAZNESİ KAPAĞI			Resim numarası	
1:2				DD-8-0	





A-A



St-37	1:1	1	Tutma Parçası	İ.Saraç	DD-8-1	
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.	

Ek-1.18

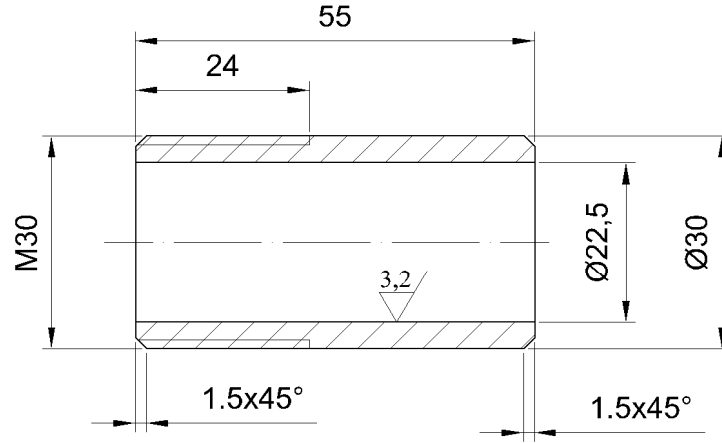
353,5

199

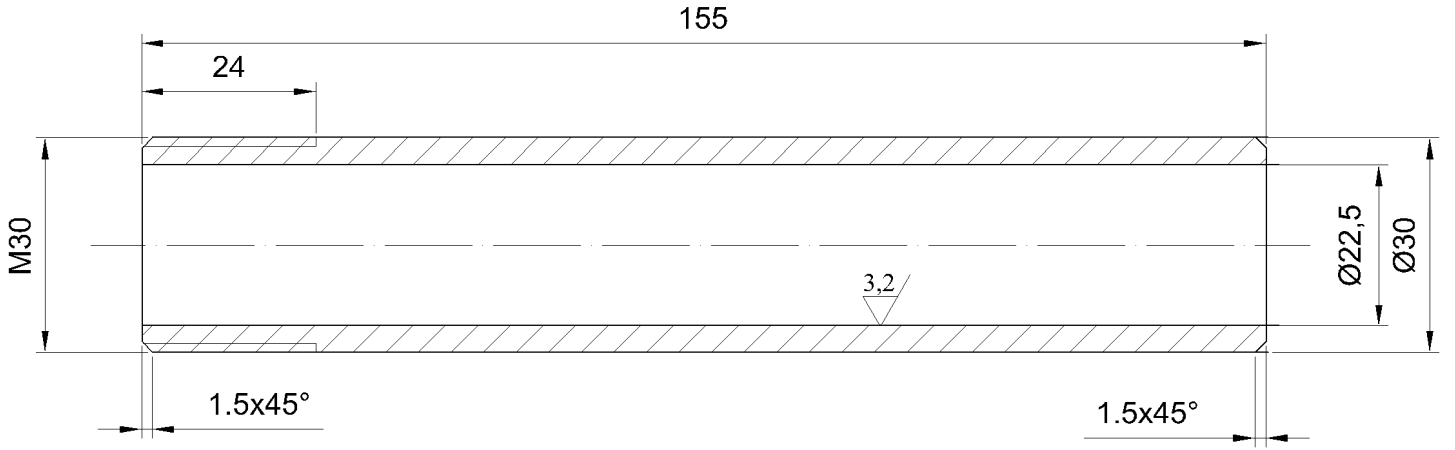
Sac kalınlığı : 1 mm

12,5

St-37	1:2	1	Kapak Sacı	İ.Saraç	DD-8-2
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nü.

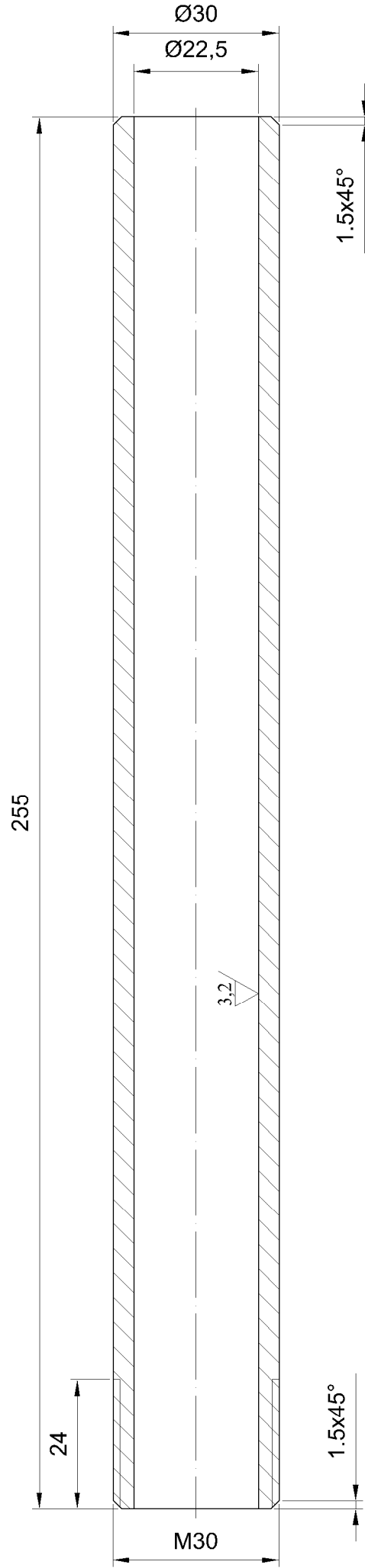
$\frac{12,5}{\sqrt{\quad}} \left( \frac{3,2}{\sqrt{\quad}} \right)$ 

C 1040	1:1	1	Deney Lültesi-1	İ.Saraç	DD-9-0	
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.	

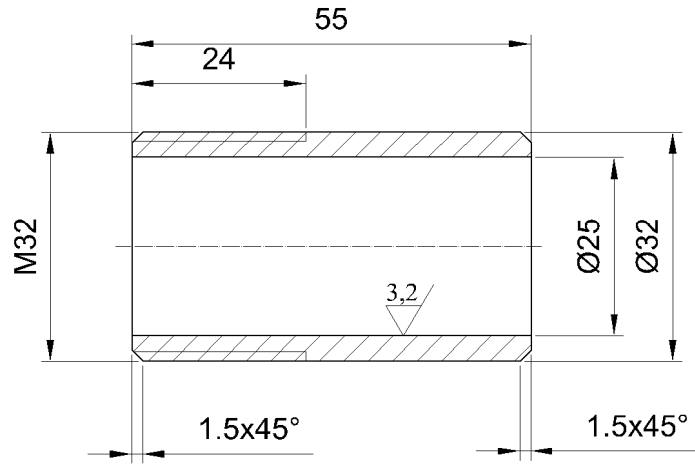
$\frac{12,5}{\sqrt{\text{V}}} \left( \frac{3,2}{\sqrt{\text{V}}} \right)$ 

C 1040	1:1	1	Deney Lülesi-2	İ.Saraç	DD-10-0
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.

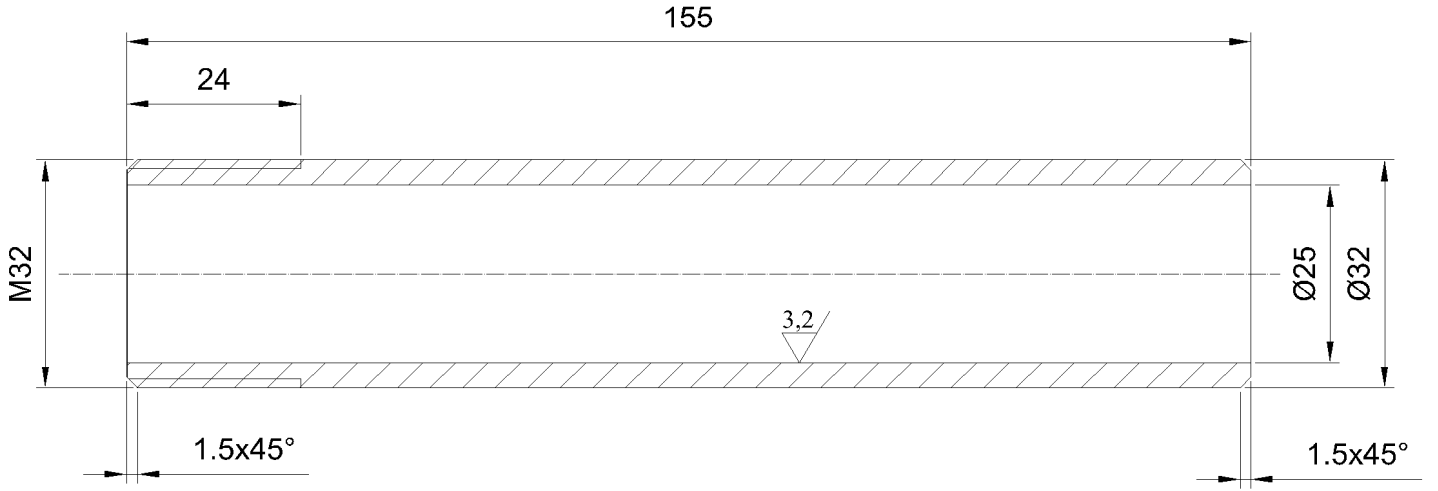
Ek-1.21



C 1040	1:1	1	Deneý Lülesi-3	İ.Saraç	DD-11-0
Malzeme	lek	Sayı	Adı	izen	Resim Nu.

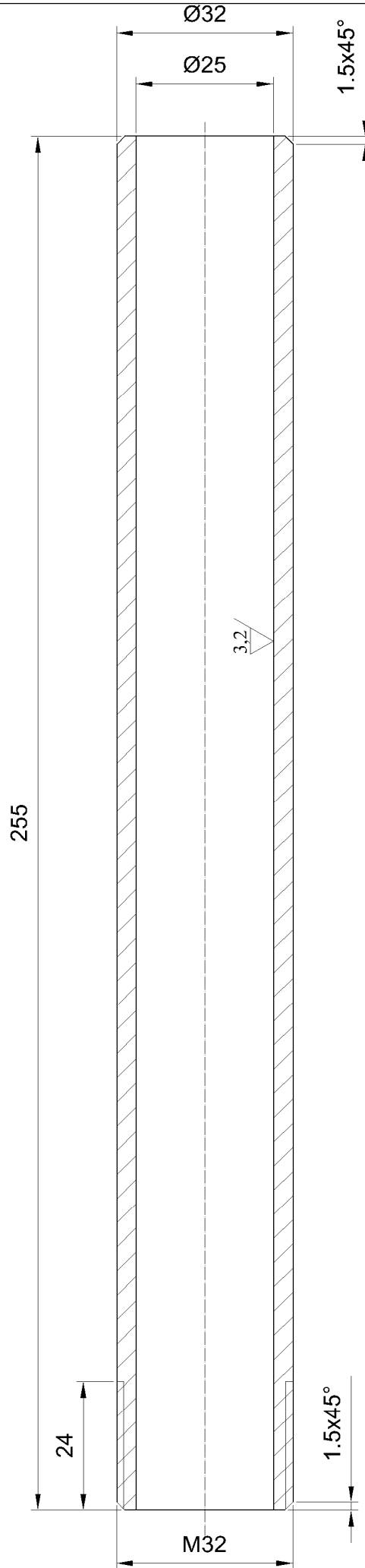
$\frac{12,5}{\sqrt{\text{A}}}$  ( $\frac{3,2}{\sqrt{\text{A}}}$ )

C 1040	1:1	1	Deney Lülesi-4	İ.Saraç	DD-12-0
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.



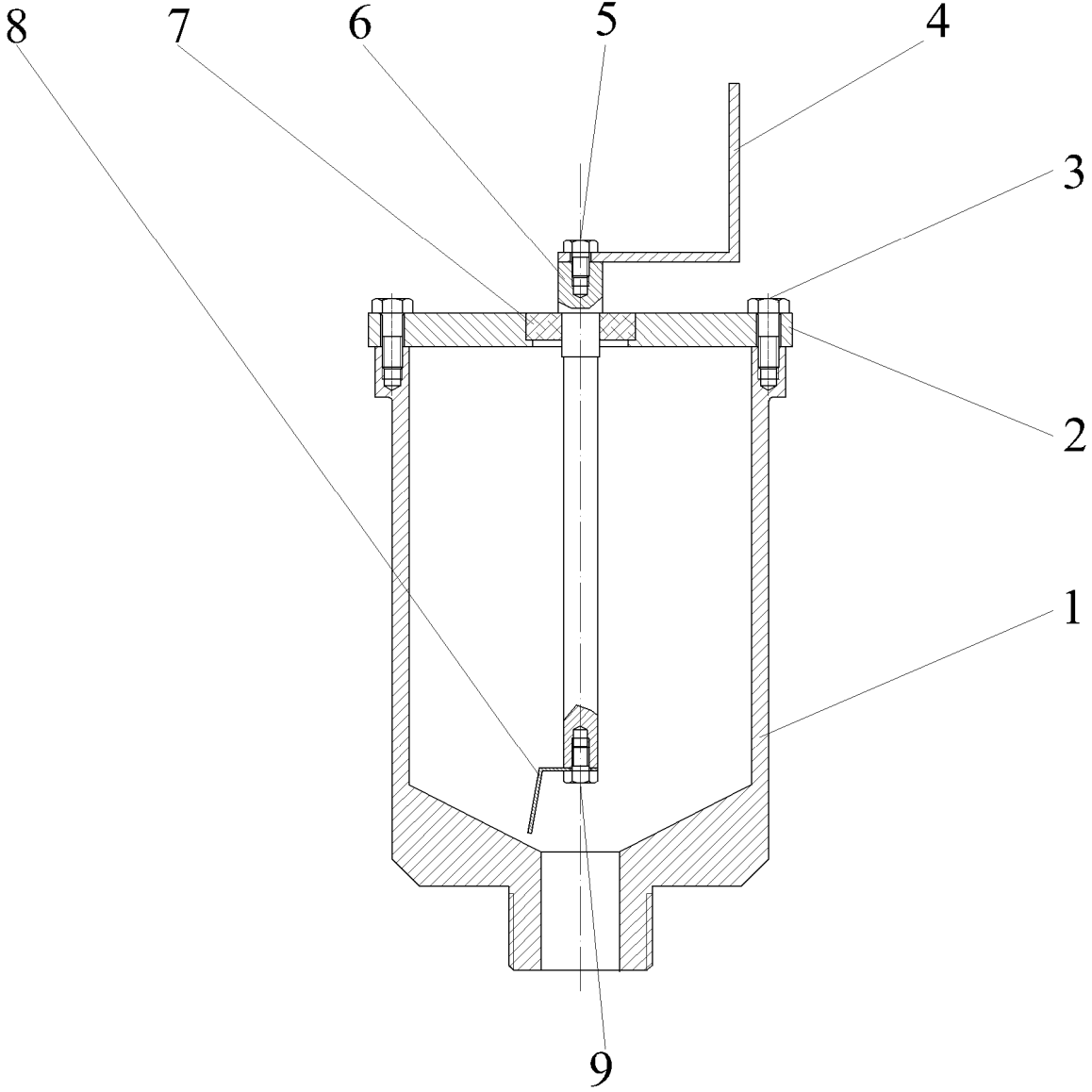
C 1040	1:1	1	Deney Lülresi-5	İ.Saraç	DD-13-0
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.

Ek-1.24

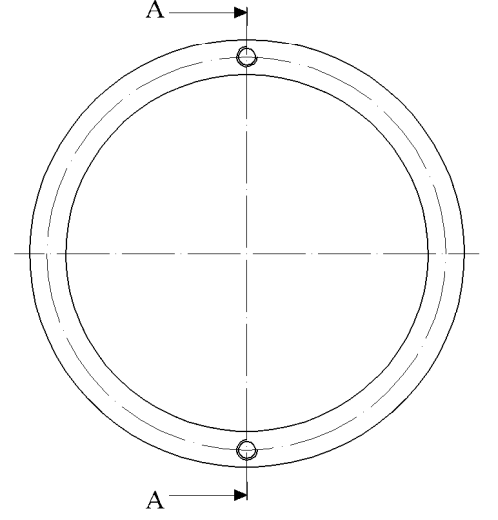
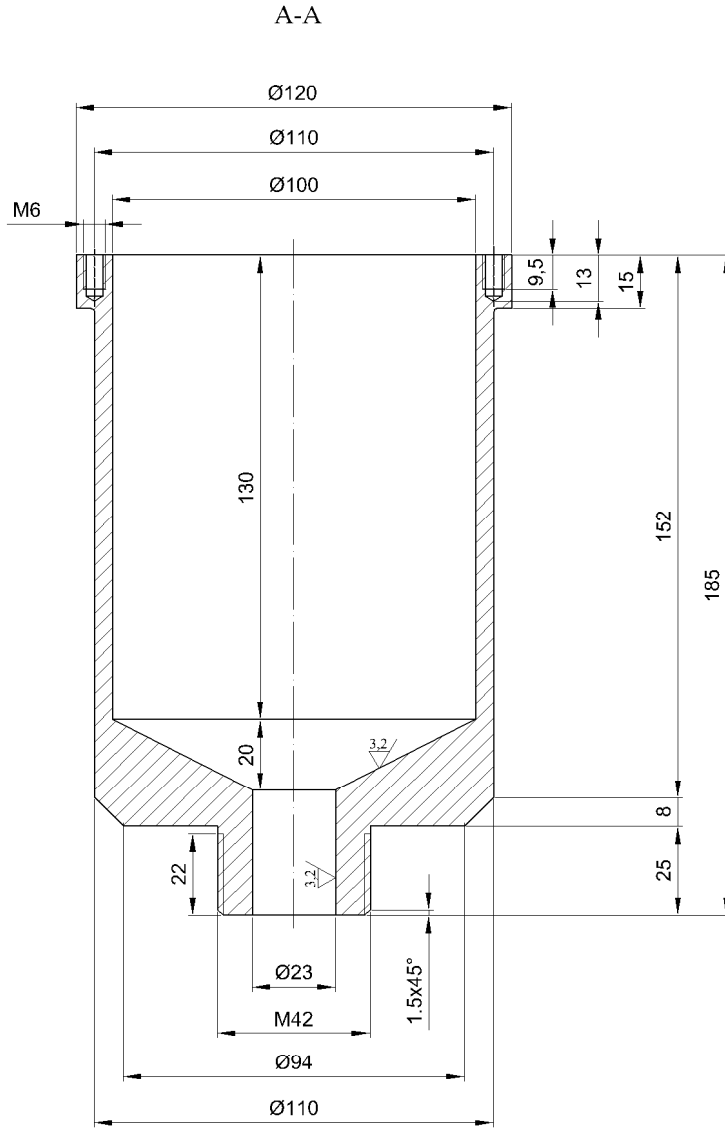


C 1040	1:1	1	D deney Lüllesi-6	İ.Saraç	DD-14-0
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.

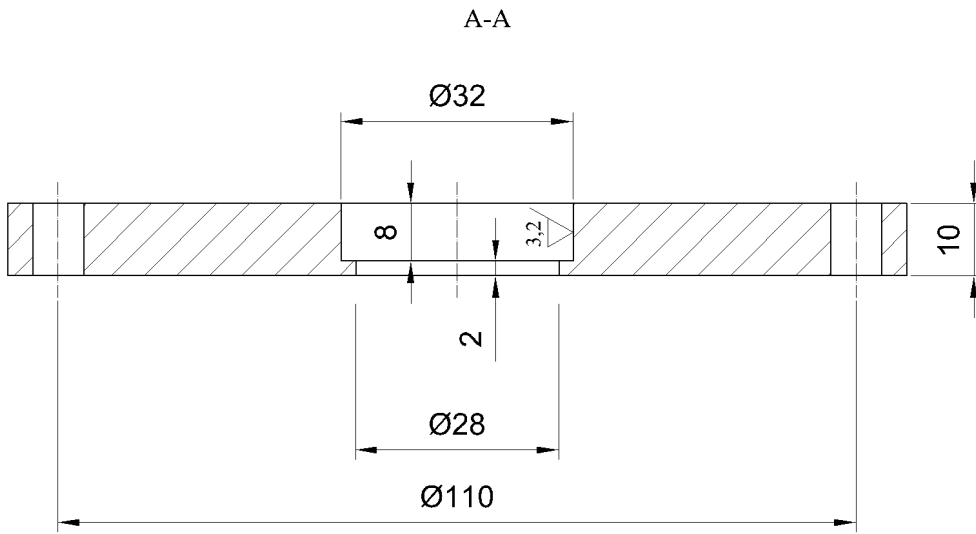
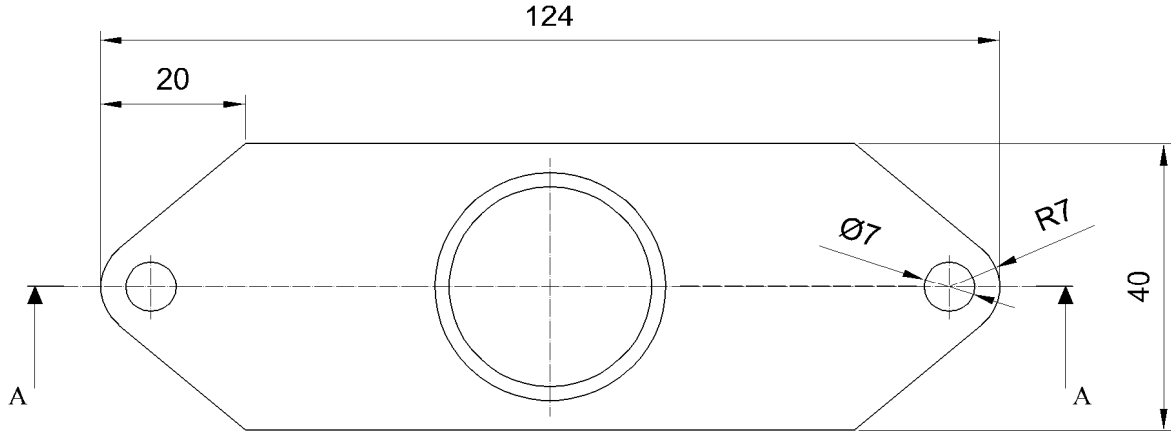




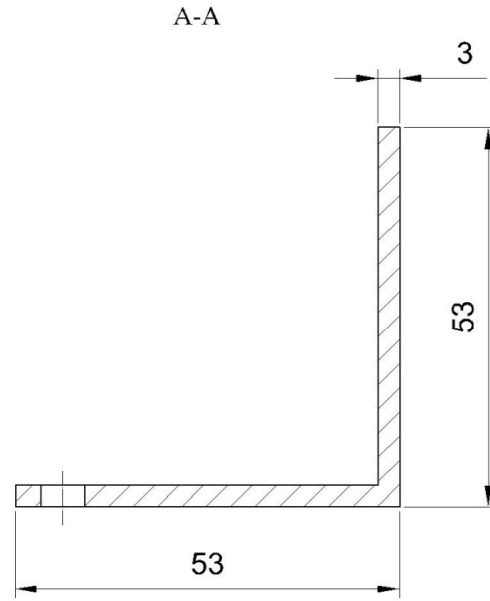
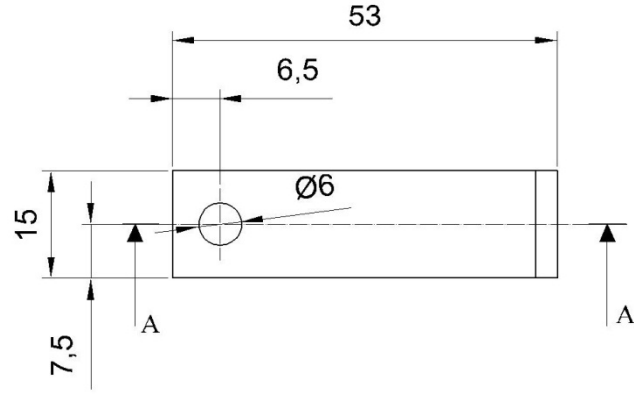
1	Altı Köşe Başlı Civata M5x10	TS 1021/6	9	8.8	
1	Karıştırıcı	DD-15-8	8	St-37	
1	Yatak	DD-15-7	7	PA	
1	Karıştırıcı Mili	DD-15-6	6	C 1040	
1	Altı Köşe Başlı Civata M6x10	TS 1021/6	5	8.8	
1	Karıştırıcı Sistem Çevirme Aparatı	DD-15-4	4	St-37	
2	Altı Köşe Başlı Civata M5x15	TS 1021/6	3	8.8	
1	Karıştırıcı Bağlantı Parçası	DD-15-2	2	St-37	
1	Fındık Besleme Hazinesi	DD-15-1	1	C 1040	
Sayı	Adı ve Açıklamalar	Resim Nu. Standart Nu.	Parça Nu.	Malzeme	Açıklamalar
	Tarih	Adı	İmza	Sayı	T.C FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Çizen	21.01.2013	İsmail SARAÇ		1	
Kontrol	21.01.2013	Prof. Dr. Ali İNAN			
Ölçek	FINDIK BESLEME HAZNESİ VE KARIŞTIRICI SİSTEM			Resim numarası	DD-15-0
1:2					



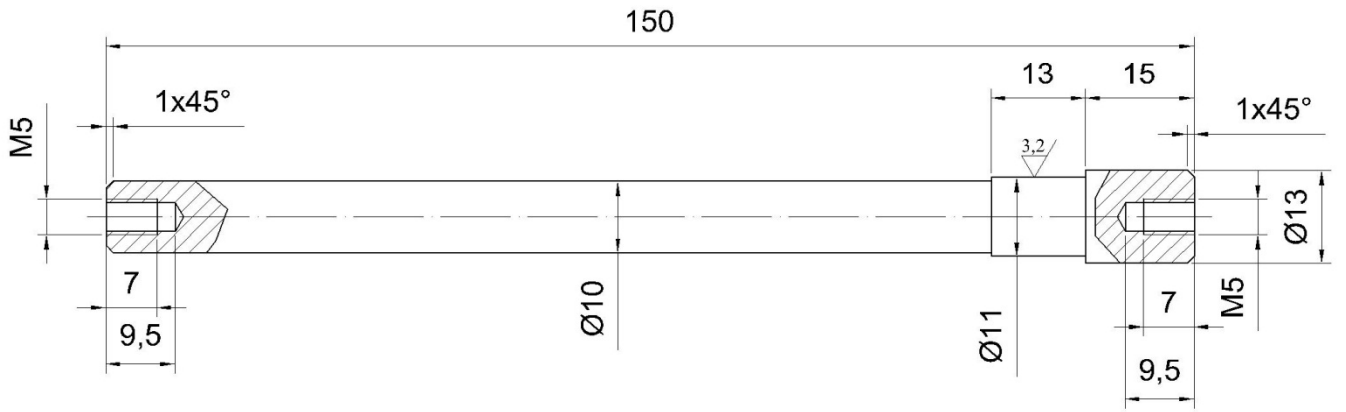
C 1040	1:2	1	Fındık Besleme Haznesi	İ.Saraç	DD-15-1
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.



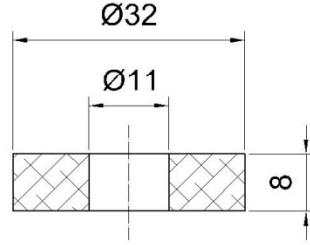
St-37	1:1	1	Karıştırıcı Bağlantı Parçası	İ.Saraç	DD-15-2
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.



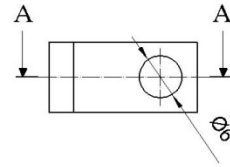
St-37	1:1	1	Karıştırıcı Sistem Çevirme Aparatı	İ.Saraç	DD-15-4
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.

$12,5 / (3,2)$ 

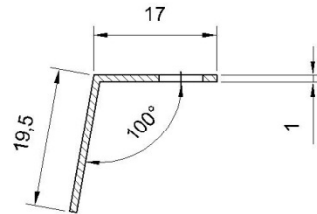
C 1040	1:1	1	Karıştırıcı Mili	İ.Saraç	DD-15-6
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.



PA	1:1	1	Yatak	İ.Saraç	DD-15-7
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.



A-A

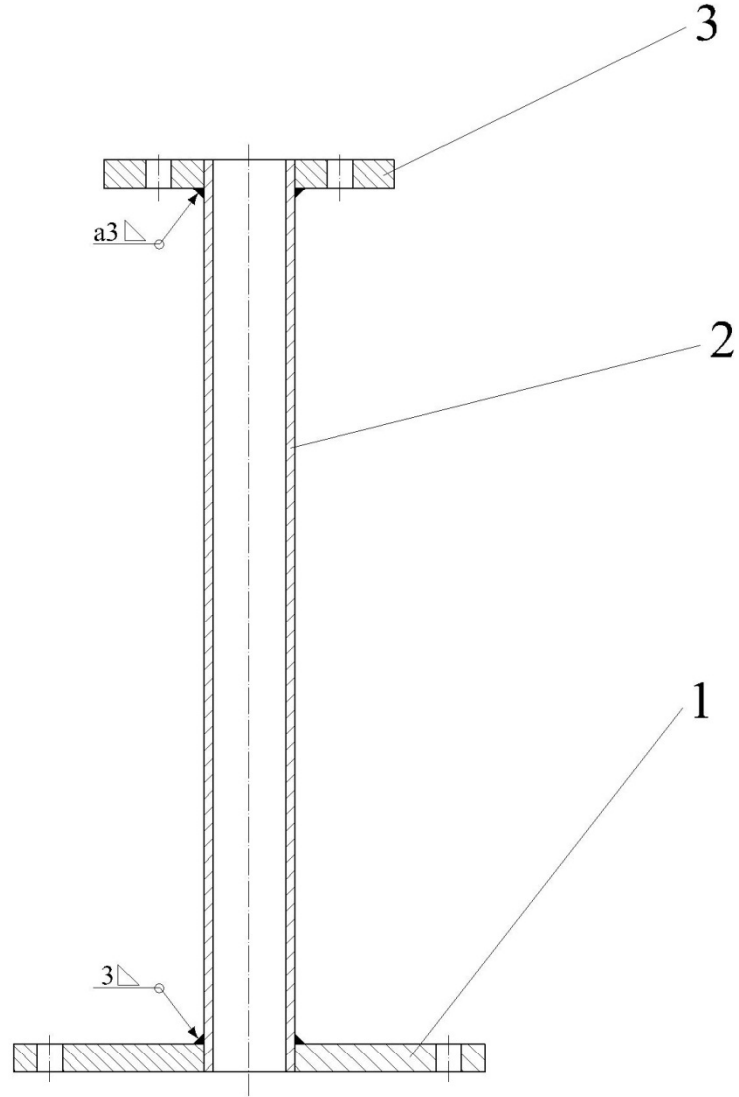


St-37	1:1	1	Karıştırıcı	İ.Saraç	DD-15-8
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.

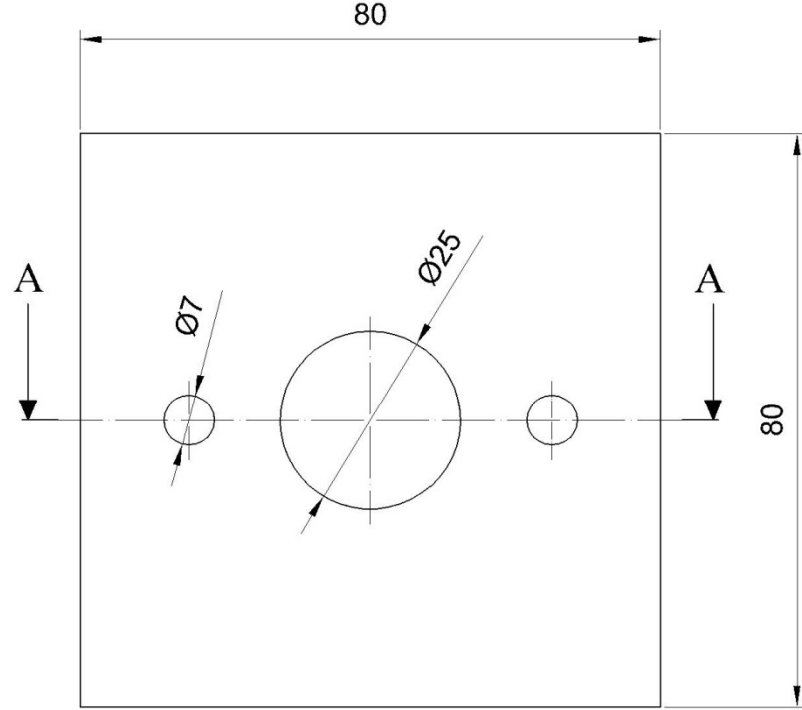




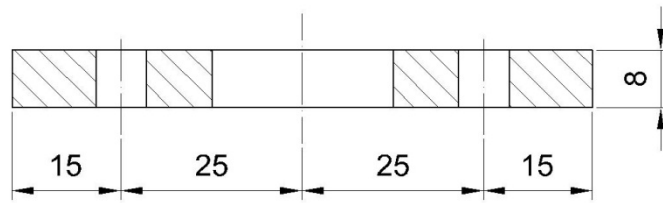




1	Bağlantı Üst Sacı	DD-19-3	3	St-37		
1	Bağlantı Borusu	DD-19-2	2	St-37		
1	Bağlantı Alt Sacı	DD-19-1	1	St-37		
Sayı	Adı ve Açıklamalar		Resim Nu. Standart Nu.	Parça Nu.	Malzeme	Açıklamalar
	Tarih	Adı	İmza	Sayı	T.C FIRAT ÜNİVERSİTESİ	
Çizen	21.01.2013	İsmail SARAÇ		1		
Kontrol	21.01.2013	Prof. Dr. Ali İNAN				
Ölçek	BAĞLANTI PARÇASI				Resim numarası	
1:2					DD-19-0	



A-A



St-37	1:1	1	Bağlantı Üst Sacı	İ.Saraç	DD-19-3
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.

Ek-1.35

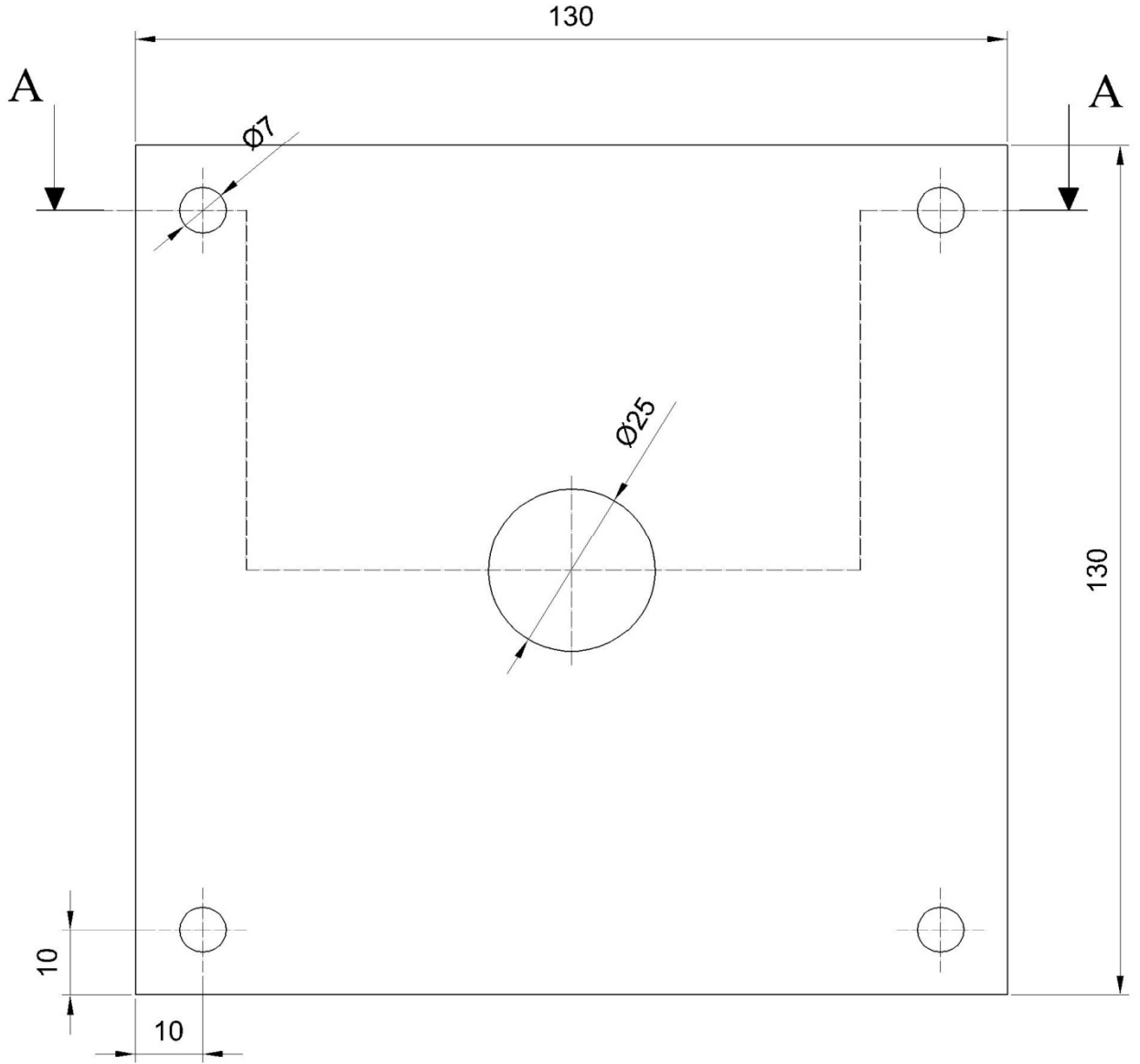
12,5/

255

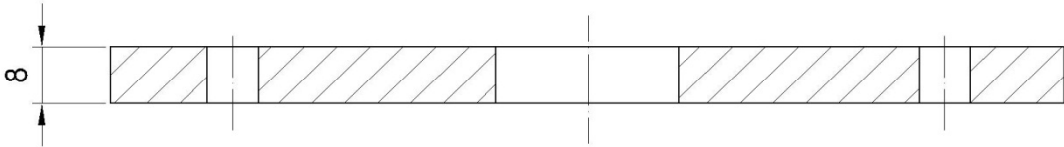
Ø20

Ø25

St-37	1:1	1	Bağlantı Borusu	İ.Saraç	DD-19-2
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.



A-A



St-37	1:1	1	Bağlantı Alt Sacı	İ.Saraç	DD-19-1	
Malzeme	Ölçek	Sayı	Adı	Çizen	Resim Nu.	

## **ÖZGEÇMİŞ**

1980 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1998 yılında Pamukkale Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2002 yılında mezun oldu. 2003 yılında Ankara'da dış cephe temizlik asansörleri imal eden özel bir firmada 8 ay çalıştı. 2004 yılında Eti Maden İşletmeleri'nde bakım mühendisi olarak 1 yıla yakın çalıştı. 2005 yılında TPAO Batman Bölge Müdürlüğü Bakım Onarım biriminde çalışmaya başladı ve halen devam etmektedir. 2010 yılında Fırat Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü Konstrüksiyon ve İmalat Ana Bilim dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı ve halen devam etmektedir.

**İsmail SARAÇ**