

**T.C
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI MANUEL BUDAMA MAKASLARININ ERGONOMİK
VE
KESME PERFORMANSI AÇISINDAN İNCELENMESİ**

MEHMET ALİ ERDOĞAN

**TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**SAMSUN
2019**

Her Hakkı Saklıdır.

TEZ ONAYI

Mehmet Ali ERDOĞAN tarafından hazırlanan “Farklı manuel budama makaslarının ergonomik ve kesme performansı açısından incelenmesi” adlı tez çalışması 04/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir.

Danışman Dr. Öğr. Üyesi Kemal Çağatay SELVİ
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan Doç. Dr. Gürkan A.K. GÜRDİL ..imza..
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye Dr. Öğr. Üyesi Kemal Çağatay SELVİ ..imza..
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye Dr. Öğr. Üyesi Fuat LÜLE ..imza..
Adıyaman Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği
Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum. .././20..

...imza....

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

Tarih .././2019

İmza

Mehmet Ali ERDOĞAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI MANUEL BUDAMA MAKASLARININ ERGONOMİK VE KESME PERFORMANSI AÇISINDAN İNCELENMESİ

Mehmet Ali Erdoğan

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kemal Çağatay Selvi

Bu çalışma, piyasa koşullarında budama makası adı altında satılan bazı makasların kesme kuvvetleri ve ergonomik açıdan karşılaştırılmalı olarak incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Konu kapsamında değerlendirilmeye alınan makaslar piyasada rahatlıkla bulunabilecek bıçaklar arasından 10 farklı tipte seçilmiş ve her birine makasları temsilen 1'den 10 kadar bir numara verilmiştir. Denemelerde bitkisel materyal olarak fındık dip sürgünleri kullanılmıştır. Materyallerin kesilme işlemi ön denemeleri de yapılarak elle kesimi simüle edecek şekilde, 300 mm/min sabit hızda ve 5 farklı çap grubunda (5.85, 8.00, 10.00, 10.87, 12.35 mm) 10 tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kuvvet verileri Lloyd test cihazı ile içerisinde NEXYGEN yazılımı bulunan bir bilgisayar kullanılarak alınmıştır. Fındık dip sürgünlerine ait çap değerleri kovaryet olarak modele dahil edilmiş, bunların etkisi modelden elemine edilerek sadece makasların ergonomik özelliklerinin kuvvet değerleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Ortalamalar arasındaki karşılaştırmalar için LSD testi, verilerin analizinde ise kovaryans analizi kullanılmıştır. Sonuçlar %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre tüm çap gruplarında en küçük kuvvet değerleri 5'nolu makasla, en büyük kuvvet değerleri ise 10'nolu makasla yapılan kesme işleminde gerçekleşmiştir. Makaslar çap gruplarına bağlı olarak kendi içerisinde değerlendirildiğinde kuvvet değerlerinde değişim açısından en büyük değişim % 526 ile 1 no'lu makasta gerçekleşmiştir. En küçük yüzde değişim ise % 246 ile 7 no'lu makasta gerçekleşmiştir. Bütün veriler birlikte dikkate alındığında kesme kuvvetleri açısından 5'nolu makasın diğer makaslara göre ergonomik açıdan daha az kuvvetle aynı işlemi gerçekleştirdiği görülmüştür.

Aralık 2018, 40 sayfa

Anahtar Kelimeler: Budama makası, Kesme kuvveti, Fındık dip sürgünü, Ergonomi

ABSTRACT

Master Thesis

EXAMINATION OF DIFFERENT MANUEL PRUNING SHEARS IN TERMS OF ERGONOMIC AND CUTTING PERFORMANCE

Mehmet Ali Erdoğan

Ondokuz Mayıs University

Graduate Schools of Sciences

Department of Agriculture Machinery and Technologies Engineering

Advisor: Assist.Prof.Dr. Kemal Çağatay Selvi

This study was carried out in order to examine the cutting forces and the ergonomics of some scissors sold under the name of pruning shears in the market conditions. The pruning shears, which were evaluated in the scope of the subject, were selected from 10 different types among the blades which can be found easily in the Turkish market and each one was given a number from 1 to 10 representing the shears. In the tests, hazelnut suckers were used as cutting material. The materials were pre-experimented to simulate manual cutting, with a repetition of 300 mm / min at constant speed and 5 different diameter groups (5.85, 8.00, 10.00, 10.87, 12.35 mm) with 10 replications. Force data were obtained using a computer with NEXYGEN software with the Lloyd tester. Diameter values of hazelnut suckers were included in the model as covariates and their effect was eliminated from the model and only the effect of ergonomic properties of shears on force values was investigated. LSD test was used for comparisons between means and covariance analysis was used for data analysis. Results were statistically significant at 1% significance level. According to the results; the smallest force values were obtained by fifth shear, while the highest force values were acquired by tenth in all diameter groups. When the shears were evaluated within their own diameter groups, the biggest changing in the force values was % 526 and the 1st in the shears. The smallest percentage change was observed in the 7th shears with the number of % 246. When all the data were taken into consideration, it was seen that the fifth shears performed the same process with less force than the other shears in terms of cutting forces.

January 2019, 40 pages

Keywords: Pruning shears, Shear force, Hazelnut sucker, Ergonomic

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Akademik eğitim sürecimin bir üst noktası olan yüksek lisans tez çalışmalarım boyunca bu çalışmanın konu seçiminde beni cesaretlendiren ve çalışmanın her aşamasında yardımcı olan, görüşlerini ve sabrını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Kemal Çağatay SELVİ' ye teşekkürü bir borç bilirim.

Beni bugünlere getirmek için maddi, manevi hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan anneme, babama, abim ve kardeşime sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen tüm çalışma arkadaşlarıma, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli arkadaşlarıma, Arş. Gör. Tuğba KARAKÖSE ve Arş. Gör. Çimen DEMİREL'e teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Ocak 2019, Samsun

Mehmet Ali ERDOĞAN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜRLER.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK TARAMASI.....	5
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1.Materyal.....	10
3.1.1. Bitkisel materyal.....	10
3.1.2 Denemelerde kullanılan budama makasları.....	10
3.1.3. Deney ünitesi.....	13
3.1.4. Denemelerde kullanılan cihazlar.....	13
3.1.5. Etüv.....	14
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1.Deneme planı.....	15
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	19
4.1 Farklı Budama Makaslarının Farklı Çap Gruplarında Maksimum Kesme Kuvveti Üzerine Olan Etkilerine İlişkin Sonuçlar.....	19
4.2 Farklı Çap Gruplarında Elde Edilen Maksimum Kesme Kuvvetlerine İlişkin Sonuçlar.....	20
4.3 Budama Makaslarına Ait Farklı Çap Gruplarında Elde Edilen Maksimum Kesme Kuvvetlerine İlişkin Sonuçlar.....	25
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	35
KAYNAKLAR.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	39

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

mm	Milimetre
mm ²	Milimetrekare
MPa	Megapaskal
cm	Santimetre
ha	Hektar
J	Joule
°	Derece
m/s	Metre / saniye
mm/min	Milimetre / dakika
GPa	Gigapaskal
g	Gram
kg	Kilogram
TL	Türk lirası
N	Newton
kN	KiloNewton
V	Volt
AC	Alternatif akım
Hz	Hertz
°C	Santigrat derece

KISALTMALAR

TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
------	---------------------------

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Anvil tipi dal budama makası	3
Şekil 1.2.	Bypass tipi dal budama makası.....	3
Şekil 3.1.	Budama makasına ait genel görünüş.....	12
Şekil 3.2.	Lloyd Instruments LRX Plus test cihazı	13
Şekil 3.3.	Denemelerde kullanılan dijital terazi ve dijital kumpas	14
Şekil 3.4.	Denemede kullanılan etüv.....	14
Şekil 3.5.	İmal edilen budama makası bağlama aparatının yandan görünüşü (ölçüler mm'dir)	16
Şekil 3.6.	İmal edilen budama makası bağlama aparatının önden görünüşü (ölçüler mm'dir)	16
Şekil 3.7.	Lloyd LRX Plus test cihazına budama makası bağlama aparatının ve budama makasının sabitlenmesi.....	17
Şekil 3.8.	Çapı 12.6 mm olan fındık dalının, 6.budama makası ile kesilmesinde zamana bağlı kesme kuvveti değişimi	18
Şekil 4.1.	Birinci çap grubu için budama makalarının kesme kuvveti değerleri.....	20
Şekil 4.2.	İkinci çap grubu için budama makalarının kesme kuvveti değerleri.....	21
Şekil 4.3.	Üçüncü çap grubu için budama makalarının kesme kuvveti değerleri.....	22
Şekil 4.4.	Dördüncü çap grubu için budama makalarının kesme kuvveti değerleri.....	23
Şekil 4.5.	Beşinci çap grubu için budama makalarının kesme kuvveti değerleri.....	24
Şekil 4.6.	Birinci budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri.....	25
Şekil 4.7.	İkinci budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri.....	26
Şekil 4.8.	Üçüncü budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri.....	27
Şekil 4.9.	Dördüncü budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri	28
Şekil 4.10.	Beşinci budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri.....	29
Şekil 4.11.	Altıncı budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri.....	30
Şekil 4.12.	Yedinci budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri.....	31

Şekil 4.13. Sekizinci budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri.....	32
Şekil 4.14. Dokuzuncu budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri.....	33
Şekil 4.15. Onuncu budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri.....	34



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Denemelerde kullanılan budama makaslarının genel özellikleri.....	11
Çizelge 3.2.	Budama makaslarında bulunan yay çeşitleri	12
Çizelge 3.3.	Denemelerde kullanılan etüvün teknik özellikleri	14
Çizelge 4.1.	Denemelerde kesilen fındık dip sürgünlerine ait nem değerleri	19
Çizelge 4.2.	Denemelerde kullanılan makaslara ait boşta yük değerleri	19



1.GİRİŞ

Birleşmiş milletlerin 2017 verilerine göre Dünyada nüfus artış hızının bu şekilde devam etmesi durumunda 2050 yılındaki nüfusun 9.7 milyara ulaşması beklenmektedir. Bu artış sınırlı üretim alanlarına sahip dünyamızda birim alandan daha fazla ürün alabilmenin önemini her geçen gün daha da arttırmaktadır. Diğer bütün tarımsal ürünlerde olduğu gibi meyve yetiştiriciliğinde de benzer durum söz konusudur. Dolayısıyla, bu alanda da kaliteli ve bol ürün alabilmek için toprak işleme, sulama, gübreleme ve tarımsal mücadele gibi verimi ve kaliteyi arttırıcı kültürel işlemlerin yanı sıra, özellikle bu alanda verim ve kaliteyi olumlu yönde destekleyen budamanın da zamanında ve belirli bir teknik ile uygulanması gerekmektedir. Türkiye'nin tarım alanlarının %8.81'i yani 3 348 000 ha'lık kısmının meyve bahçelerinden oluştuğu düşünüldüğünde (TÜİK, 2018) birim alandan elde edilecek ürün miktarındaki küçük artışların dahi ülke ekonomisine yapacağı katkı çok açıktır.

Yukarıda da belirtildiği üzere kültürel bir bakım işlemi olan budama bu ürün artışını destekleyecek uygulamaların başında gelmektedir. Morettini (1972), verimi arttıracak destekleyici bir uygulama olan budamayı; en fazla gelir elde etmek amacıyla ağaçların doğal şekillerini değiştirme sanatı” olarak tanımlarken, Ülkümen ve Özbek (1950) “Meyve ağaçlarının düzgün ve kuvvetli bir taç oluşturmalarını, verim çağında uzun zaman kalmalarını ve kuvvetten düşmeye başlamış olan ağaçları yeniden kuvvetlendirerek bir süre daha yüksek kaliteli meyve vermelerini sağlamak.” şeklinde tanımlamışlardır (Özkan, 2002). Budama, ayrıca düzgün ve kuvvetli taç oluşumunu, ağaçların daha uzun süre verim çağında kalmasını, verim artışı ve kaliteli meyve elde edilmesini, ışıklanmayı ve havalanmayı sağladığı gibi tozlanma oranını da arttıran bir uygulamadır.

Karadeniz bölgesi özeline bakıldığında da sert kabuklu meyveler sınıfına giren ve bir endüstri bitkisi olan fındık ağaçlarında da şekil budaması, verim ve gençleştirme budaması gibi işlemlerin sıklıkla yapıldığı görülmektedir. Özellikle fındık bitkilerinde dikimden 20-25 yıl sonra, sürgünler sıklaşmakta ve yıllık sürgünler kısalarak verim düşmektedir. Ayrıca, fındıkta sürgün gelişiminin zayıflamasından dolayı verim düşüklüğü gözlenen bitkilerde, yan dallar üzerindeki dallarda seyreltme, dal içlerine ve tacın dışına taşan uzun sürgünlerde kısaltma yapılması gerektiği ifade edilmektedir

(Beyhan vd, 1999). Ayrıca, fındığın üretim dönemi boyunca gelişen dip sürgünlerinin yılda en az 2 kez temizlenerek ana dalların sabit tutulmasını önerilmiştir. (Beyhan, 1996). Bu anlamda kaliteli ve bol ürün alabilmek için diğer kültürel tedbirlerin yanında her yıl budamanın da yapılması zorunludur (Budak, 2010).

Bakım işlemleri içinde önemli bir yere sahip olan budama, uygulanan toplam işçiliğin Aytan (2012) %10-20'sini, %42'lik oranla da en yüksek iş gücü gereksinimini oluşturmaktadır (Beyhan, 1996). Bu işlemlerin daha kolay yapılabilmesi amacıyla özellikle meyve ağaçlarında taç, üçgen veya dikdörtgen kesitli duvar oluşturan yan budamaları için mekanize budama sistemleri geliştirilmiştir. Ancak, diğer budama şekillerine göre işçilik zamanından %2-3 tasarruf sağlamakla birlikte, agroteknik isteklerin sağlanamaması sonucu meyve kalitesi düşmekte ve hasat zorlaşmaktadır (Moser vd, 1989). Bu nedenle, budama makası kullanımı halen önemini korumaktadır. Mekanize edilmiş tekli budama makasında kesme kuvveti, pnömomatik veya az uygulanan hidrolik ve elektrik sistemlerden sağlanmaktadır. Wakula vd (2000) mekanize edilmiş budama makasları ile kesme işleminin, el makasları ile kesme işleminden %30'a varan oranda daha fazla verimli olduğunu ortaya koyarken, Moser vd (1989) basit el makaslarına göre, bu sistemlere sahip budama makaslarıyla çalışmanın, budanacak yerin seçimi ve kesilecek dala makasın yönlendirilmesi gibi ekstra işgücü gerektirdiğini ve bununla toplam budama işinin %40-50'sini oluşturduğundan iş başarısında önemli bir artış sağlamadığını bildirmişlerdir. Mekanize edilmiş tekli budama makaslarının, yorgunluğu arttıracak derecede ağır olması ve satın alma fiyatının yüksekliği de, el budama makaslarının kullanımını cazip hale getirmektedir. Ancak el budama makasları ile yapılan çalışmalarda, parmak-el bilek sistemi üzerinde hareket eden dış kuvvetler ile üst kol omuz sistemi üzerindeki statik çalışma gibi tekrarlanan hareketlerin işçiler üzerinde yüksek strese neden olduğu da bilinmektedir (Wakula vd, 2000). Ülkemizde de yaygın olarak kullanılan el budama makaslarının gereksinim duyduğu kesme kuvvetinin azaltılması; iş başarısı, çalışma rahatlığı, el bileğinde meydana gelebilecek rahatsızlıkların azaltılması açısından önemli olacaktır (Paivinen ve Heinimaa, 2003).

Genel olarak elle yapılan budama ve kesme işlemleri için imal edilen makas bıçaklarının şekilsel tasarımlarında bypass ve anvil olarak adlandırılan tasarımlar tercih edilmektedir. Anvil tipinde imal edilen bıçakların ölü dokular ya da kurutulmuş bitkisel materyallerin kesilmesinde (Şekil 1.1), bypass tipinde (Şekil 1.2) imal edilen

bıçakların ise canlı dokulu materyallerin kesilmesinde daha uygun sonuçlar verdiğine vurgu yapılmaktadır (Anonim, 2018).



Şekil 1.1. Anvil tipi dal budama makası



Şekil 1.2. Bypass tipi dal budama makası

Uygun bir kesme işleminin yapılabilmesi için gereksinim duyulan kesme kuvveti çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörlerden en önemlileri; materyalin kesme gerilmesi, bıçağın yapısı ve bıçağın kullanılma şeklidir. Ayrıca, kesme kuvveti; kesilen materyalin kuru madde miktarı, materyal çapı ve kesme hızı gibi faktörlerden de önemli düzeyde etkilenmektedir (Beyhan, 1996).

Uygun bir kesme işleminin yapılabilmesi için bıçak keskin kenar basıncını oluşturan P kuvvetinin değeri aşağıda verilen eşitlik ile ifade edilmektedir.

$$P > R_c + R_{zg} + T_1 + T_2$$

R_c : Materyalin kesilme direnci

R_{zg} : Materyalin ezilme direnci

T_1 ve T_2 : Bıçak kenarları ile materyal arasındaki sürtünme direncini

göstermektedir (Kanafoiski ve Karwowski, 1976; Beyhan, 1996). Materyalin kesilmeye karşı gösterdiği direnç, $R_c = l \Delta \sigma_c$ eşitliği ile belirlenmekte ve uygun bir kesmenin sağlanabilmesi için gereksinim duyulan yararlı kuvveti ifade etmektedir. Burada;

l , bıçak kenar uzunluğu

Δ , bıçak kenar kalınlığı (bıçak keskinliği),

σ_c ise materyalin kesme gerilmesidir.

Kesme gerilmesi değeri, her bir materyal için sadece deneylerle belirlenebilmektedir. Eşitlikteki diğer bileşenler (R_{zg} , T_1 , T_2) ise materyal kalınlığına, bıçak parametrelerine ve bıçağın kullanılma şekline bağlı değişken dirençlerdir ve gerçek kesme deneyleri ile belirlenirler (Kanafoiski ve Karwowski, 1976; Beyhan, 1996).

Piyasada meyve bahçelerinin bakımlarının yapılması amacıyla satılan makaslar dikkatli bir şekilde incelendiğinde gerek ergonomik gerekse de imalatları esnasında tasarımsal açıdan (uzunluk, kalınlık, sap kalınlıkları, ağırlık, basma yayları v.b.) büyük değişkenlikler gösterdiği görülmektedir. Yukarıda da yapılan açıklamalar doğrultusunda; bu çalışmada, piyasada budama makasları adı altında satılan ve denemeye alınan bazı ürünlerin fındık dip sürgünlerinin kesilmesi esnasında ihtiyaç duydukları kesme kuvvetleri ve ergonomik tasarım özellikleri açısından karşılaştırılmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

2.KAYNAK TARAMASI

Roquelaur vd (2002), bağcılıkta çalışan işçilerin asmaların budanması sırasında el-bilek sistemi üzerindeki biyomekanik gerilmeleri değerlendirmişlerdir. Denemeler altı sağlıklı bağ işçileri arasında benzer yaş, kilo, uzunluk ve vücut kütle indeksi göz önünde bulundurulup sağ el kullanılarak budama makası ile asmaları budamışlardır. Çalışma gerçek koşullarda asmaların budanması sırasında el-el bileği sistemi üzerindeki biyomekanik gerilmenin derecesini göstermektedir. Budama yapan bağ işçilerinde uygulanan kuvvet asma dalının çapına bağlı olmasına rağmen, bilek duruşu sadece asma dallarının çaplarına değil, aynı zamanda işçinin dallara göre pozisyonuna da bağlıdır. Budama sırasında bağ işçileri arasındaki el rahatsızlığı yaygınlığının nedeni fiziksel farklı büyüklükteki kuvvete maruz kalmaları ve ergonomik budama makasının kullanımı için budama sırasında uygunsuz bilek duruşlarının sıklığını azaltarak daha az kesme kuvveti uygulanacağı ortaya koyulmuştur.

İnce vd (2005) yaptıkları çalışmada, ayçiçeği (*Heliantus annus L.*) sapı için nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak, eğilme gerilmesinin, elastiklik modülünün, kesme gerilmesinin ve ayçiçeği sapının spesifik kesme enerjisini belirlenmiştir. Kesme kuvvetlerinin ölçülmesi için, ayçiçeği sapları bilgisayar destekli bir kesme aparatı kullanılarak kesilmiştir. Ayçiçeği kesme analizleri farklı nem içeriklerinde gerçekleştirilmiştir. Eğilme gerilimi sapın nem içeriği arttıkça sapın kırılma dayanımını azalttığı görülmüştür. Ayçiçeği sapının daha düşük nem içeriğinde daha kırılma dayanımlı olduğunu göstermektedir. Eğilmede elastiklik modülü, nem içeriğine ve sapın çaplarına göre değerlendirilmiş olup, nem içeriği ve sapların çapı arttıkça elastiklik modülü azalmıştır. Nem içeriği arttıkça kesme gerilmesi ve ayçiçeği sapı spesifik kesme enerjisi değerlerinin arttığı görülmüştür. Tarımsal faaliyetlerde tarımsal ürünlerin nem içeriği önem arz ettiği görülmüştür.

İtalya'da iki farklı bölgede sekiz araziden kış budamasından elde edilen asma dalları, sensörlerle donatılmış makasla yapılan asma dallarının kesilmesi sırasında elin farklı bölgeleri tarafından uygulanan kuvvetleri değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada 11 farklı asma çeşidi, 4 farklı çapta (5, 7, 10 ve 12 mm), her çap iki defa ve her çeşit için 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Sensörlerle donatılmış budama makası ile elin beş farklı bölgesinden maksimum kesme kuvveti ve kesme süresi değerlerini elde etmişlerdir. Kesimi yapmak için ihtiyaç duyulan kesme kuvvetini, elin farklı

bölgelerinin, çeşit farklarının ve dal çapının etkilediğini bildirmişlerdir (Romano vd, 2010).

Sessiz vd (2015), sekiz farklı çeşit şaraplık üzüm (Tannat, Merlot, Cot, Chardonnay, Viognier, Cabernet Sauvignon, Shiraz, Cabernet Franc) dallarının kesme özelliklerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, üç farklı nem içeriği (%35.5, %42.4 ve %46) ve dört farklı kesit alanında (12.56, 28.27, 50.26 ve 78.54 mm²) asma dallarını Lloyd LRX Plus aletinde 100 mm/min kesme hızında keserek denemeler gerçekleştirmişlerdir. Maksimum kesme kuvveti, kesme dayanımı ve kesme enerjisi Cabernet Franc üzüm çeşidinde sırasıyla 1397.60 N, 21.68 MPa ve 3.68 J olarak elde edilmiş ve bu değerleri sırasıyla Shiraz, Cabernet, Viognar Chardonnay, Cot, Merlot ve Tannat çeşitlerinin takip ettiği belirtilmiştir. Bu çalışma sonucunda kesme kuvveti, kesme dayanımı ve kesme enerjisinin çeşitten çeşide farklılıklar gösterdiğini söylemişlerdir.

Dange vd, (2011) yılında, bezelye bitkisinin hasadı için gerekli kesme kuvveti ve enerjisinin hesaplanması üzerine bir çalışma yapmışlar ve bu amaçla sarkaç tipi dinamik test cihazı imal etmişlerdir. Bu çalışmada, kesme hızı, bıçak konik açısı (30° ve 45°), sapın çapı (8, 12, 18, 24, 30 mm) ve nem içeriği faktörlerini incelemişlerdir. Nem içeriğinin artmasıyla kesme kuvveti ve enerjisinde azalma görüldüğünü ve nem oranının %45'i aşması ile ters bir etkinin ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Çalışmaya göre sap çapı arttıkça kesme kuvveti ve enerjisi de artmıştır. Minimum kesme enerjisini 30° konik açılı bıçakta 2.28 m/s de bulmuşlar ve 45° açılı bıçaktan daha az kesme enerjisi ve kuvveti gerektirdiğini bildirmişlerdir.

Hoseinzadeh ve Shirneshan (2012) yaptıkları çalışmada, kanola sapının elastik modülü, kesme kuvveti ve bükülme gerilmesini bilgisayar destekli bir kesme cihazında belirlemişlerdir. Bu çalışmayı dört farklı nem içeriğinde, üç farklı çeşitte (Opera, Okapi ve Zarfam) ve üç azot gübresi seviyesinde (250, 400 ve 550 kg/ha) incelemişlerdir. Maksimum kesme kuvveti ve eğilme gerilmesi sırasıyla Opera çeşidinde 1.32 MPa, 48.1 MPa olarak gerçekleşmişken, minimum kesme kuvveti ve eğilme gerilmesi Zarfam çeşidinde 0.92 MPa, 44.83 MPa olarak gerçekleşmiştir. Elastikiyet modülü ortalama değerlerini sırasıyla Zarfam, Okapi ve Opera çeşitleri için 1.57, 1.71 ve 2.04 GPa bulmuşlar ve kesme kuvvetinin azotlu gübre seviyesinin artması ile azaldığını söylemişlerdir.

Wakula vd (2000) yaptıkları saha çalışmasında, güç gerektiren (manuel) ve güç gerektirmeyen (elektrikli ve pnömatik) üç farklı imalatçıdan elektrikli, pnömatik ve beş tane manuel budama makası ile 20 mm'den küçük ve büyük dalları keserek kesme kuvveti ve kesme gerilmelerini analiz etmişlerdir. Güç gerektirmeyen budama makaslarının, güç gerektirenlere göre %30 daha verimli olduğunu ve üzüm bağının budanmasında kişiye ve bağ koşullarına bağlı (bahçenin eğimi ve asmaların yaşı) olarak kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ve hastalıklara neden olabilecek çalışma durumlarının ortaya çıkabileceğini söylemişlerdir.

Crossland vd (1997), yaptıkları çalışmada altı adet budama makasına ait tasarımları laboratuvar koşullarında kesme enerjisi ve kuvveti açısından karşılaştırmışlardır. Ağırlıkları 1.58 ile 2.28 kg arasında değişen, dört tanesi tek kesme kenarlı diğer ikisi çift kesme kenarlı budama makaslarıyla çapları 9-65 mm arasındaki Yeni Zellanda ormanlarında sık bulunan Raidata ve Dauglas-fir çeşidindeki çam dallarını kesmişlerdir. Makasların başları saplarından çıkarılıp özel olarak yapılmış test makinesine bağlanmış ve eksene dik düzlemde 400 mm/min hızında dallar kesilmiştir. Bıçağın kalınlığına, bileme açısına bağlı olarak bazı makasların diğerlerine göre %50 daha fazla kesme kuvveti ve enerjisi gerektirdiğini bulmuşlardır.

Beyhan (1996), Tombul ve Palaz fındık çeşitlerine ait dip sürgünlerinde sürgün çapı, öz dokusu çapı, odunsu kesit alanı ve yüklenme hızı gibi faktörlerin kesme gerilmesi üzerine etkilerini araştırmıştır. 6 farklı çap (3, 3.5, 4, 4.5, 5 ve 5.5 mm) ve 4 farklı hız (2.53, 9.53, 27.37 ve 44.82 mm/min) kademesini kullandığı çalışmada, çaplar arasında kesme gerilmesinin 740.0 ile 4492.4 N/cm² arasında değiştiğini belirtmiş ve yapılan istatistik analizleri sonucunda çeşitler arasında farklılık olmadığını, fındık dip sürgünlerinin kesilmesi esnasında elde edilen kuvvet değerlerinin; sürgün çapı, öz dokusu çapı ve odunsu kesit alanından etkilediğini bildirmiştir.

Sessiz vd (2013), zeytin dallarının kesme özelliklerini belirlemek için Halhali, Güllaki, Mavis, Belloti ve Zoncuk isimli beş zeytin çeşidini kullanmışlardır. Kesme kuvveti ve enerjisini belirlemek için Instron universal test aleti olan Lloyd LRX Plus aletine bıçağı sabitlemişler ve 100 mm/min kesme hızında dalları kesmişlerdir. Kesme değerleri üç farklı nem içeriğinde (17.05, 34.44, ve 39.47) ve dört kesit alanında (12.56, 28.27, 50.26, 78.54 mm²) yapılan denemeler sonucunda elde edilmiştir. Zeytin

dallarının kesme kuvveti ve kesme enerjilerinin, zeytin çeşitlerinin tamamında artan nem içeriği ile azaldığını, artan kesit alanıyla arttığına vurgulamışlardır.

Esehaghbeygi vd (2009), Alvand çeşidi buğday saplarının eğilme ve kesilme özelliklerini incelemiştir. Buğday sapının kesme gerilmesini belirlemek için, dört nem içeriğinde (%15, 25, 35 ve 45), üç kesme hızında (100, 200 ve 300 mm/min), üç farklı açıda (0°, 15° ve 30°), düzgün ve tırtıklı olmak üzere iki tip kesme bıçağı ile denemeler yapmışlardır. Kesme gerilmesinin ortalamasının 3.25 ile 3.86 MPa arasında değiştiğini bulmuşlardır. Nem içeriğinin azalmasıyla, düzgün kesme bıçağının, tırtıklı kesme bıçağına göre daha az sürtünmeden dolayı ve 30°lik bıçak eğim açısında kesme gerilmesini daha düşük çıktığını bulmuşlardır. Kesme kuvvetinin, sap yüksekliği arttıkça sap çapındaki incelmeden dolayı giderek azaldığını bildirmişlerdir.

Parish (1998) yaptığı bir çalışmada, altı üreticiden dokuz farklı budama makasıyla (Corona AP 3110, Corona BP 3160, Felco 2, Felco 8, Sandvick P1-22, Seymour Smith/SnapCut 19T, Wallace/Fiskars 4135, Wallace/Fiskars 9110, Wolf/Burpee B), altı farklı çapta (6.4, 7.9, 9.5, 12.7, 15.9 ve 19.1 mm) dallar keserek makaslar arasındaki kesme kuvveti farklılıklarını incelemiştir. Kesme kuvvetini belirlemek için, makasın bir kolunun dış ucuna dikey (kapama) bir kuvvet uygulayan bir yay skalası ile ölçmüş, diğer kolunu ise bir test fikstüründe yatay olarak sabitleyerek sert ağaç dallarını kesmiştir. Minimum kesme kuvveti gerektiren dört budama makasından ikisi (Seymour Smith/SnapCut 19T ve Wallace/Fiskars 9110) anvil tipinde; diğer ikisi (Sandvik P1-22 ve Wallace/Fiskars 4135) bypass tipi budama makası olduğunu bildirmiştir. El hareketlerini en aza indiren verimli budama makalarının seçilmesi durumunda, çalışanların verimliliğinin artırılabilirliğini ve işçiler arasında tekrarlayan hareket bozukluklarının azalmasına katkıda bulunabileceğini ortaya koymuştur.

Aytan (2012), laboratuvar koşullarında 0900 Napolyon Kiraz çeşidinde, dört farklı (3-6, 6-9, 9-12, 12-15 mm) ve Gala Elma çeşidi dallarında beş farklı (0-3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15 mm) çapta, her bir çap grubu için beş farklı hızda (100, 200, 300, 400, 500 mm/min) Lloyd LRX Plus test cihazında dalları keserek budama makası bıçağının teflonla (PTFE) kaplanmasının, kaplanmamış bıçağına göre maksimum kesme kuvvetini ve kesme enerjisini nasıl etkilediği araştırmış ve maksimum kesme kuvveti ile meyve türü, dal çapı, kuru madde miktarı ve kesme hızı faktörlerine bağlı olarak

değişimlerini araştırmıştır. Maksimum kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerlerindeki değişimin, odunsu doku kesit alanı, kuru madde oranı ve kesme hızı faktörlerine bağlı olduğunu vurgulamıştır. Teflon (PTFE) kaplı bıçağın, kaplamasız bıçağa göre, maksimum kesme kuvvetini, özellikle düşük kuru madde oranlarına sahip (%40-50) 12-15 mm çaplı dal gruplarında, %17-31 aralığında azalttığını belirtmiştir. Gala elma çeşidi dallarının kesilmesinde gereksinim duyulan maksimum kesme kuvveti ve kesme enerjisi değerlerini, 0900 Ziraat kiraz çeşidine göre, sırasıyla %10 ve %10.34 daha yüksek bulmuştur. Yapılan regresyon analiz sonuçlarına göre, her iki bıçak tipinde, kesme hızının maksimum kesme kuvvetini azaltacak yönde etki ettiğini ortaya koymuştur.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal


Fındık, gen merkezi Anadolu olan ve yetiştiriciliği çok eskilere dayanan başlıca sert kabuklu meyve türümüzdür. Fındık, dünyada en uygun yetiştirme ekolojisini Karadeniz Bölgesinde bulmuştur (Beyhan vd, 1999). Karadeniz bölgesinde yoğun olarak yapılan fındık tarımı, bölge halkının en önemli geçim kaynağı olmaktadır. Ülkemiz meyveciliğinde ve dış satımında çok önemli payı olduğu için bu çalışmada, bitkisel materyal olarak fındık bitkisi kullanılmıştır.

Kesme deneylerinde kullanılan dallar, 2018 yılı içerisinde Ekim-Kasım aylarını kapsayan dip sürgünü budamalarından elde edilmiştir. Laboratuvar deneylerinde kesilmek üzere elde edilen dallar deneyler süresince nemini yitirmemesi için uygun ortam koşulları sağlanarak (+2°C' de %90 bağıl nem) muhafaza edilmiştir.



3.1.2 Denemelerde kullanılan budama makasları

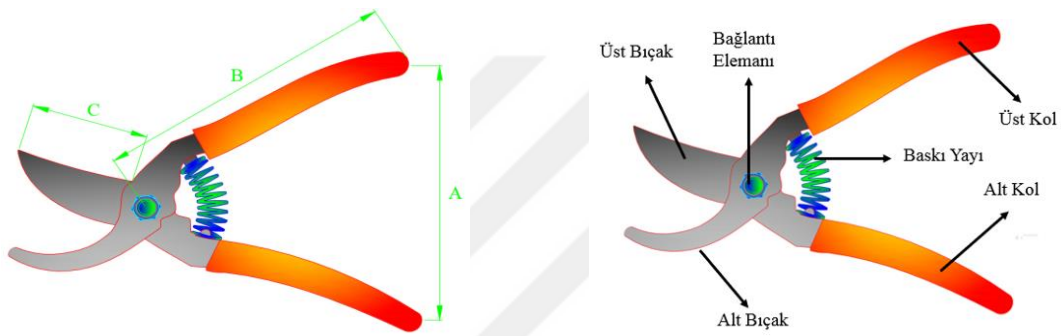
Çalışmada kullanılan budama makasları, pazar koşullarında bulunma kolaylıkları da göz önüne alınarak ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olan ve ergonomik açıdan farklı tasarım özelliklerine sahip olacak şekilde seçilmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda farklı satıcı firmalar tarafından satışı yapılan ve tasarımsal özellikler açısından (yay şekli, bıçak kalınlığı, bıçak bileme açısı, tutma sapı uzunluğu, ağırlık gibi) farklı özelliklere sahip biri anvil ve diğerleri bypass özellikli olmak üzere on farklı budama makası denemeye alınmıştır. Denemeye alınan bıçaklara ait genel özellikler Çizelge 3.1'de ve makaslara ait örnek şematik gösterim ise Şekil 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan budama makaslarının genel özellikleri

Makas No	Resim	Tipi	Makas Ölçüleri (mm)	Bıçak Kalınlığı (mm)	Bıçak Açıları (°)	Ağırlık (g)	Fiyat (TL)
1		Bypass	A=150 B=150 C=60	4.4	13.71	365	24.69
2		Bypass	A=127 B=133 C=50	2.1	8.58	147	34.67
3		Bypass	A=123 B=136 C=52	3.7	21.00	187	31.10
4		Bypass	A=132 B=130 C=50	2.5	12.35	214	49.53
5		Anvil	A=102 B=146 C=42	2.6	6.84	280	59.31
6		Bypass	A=150 B=156 C=67	2.2	8.25	471	33.89
7		Bypass	A=120 B=136 C=57	2.9	10.20	167	17.90
8		Bypass	A=103 B=142 C=50	3.2	18.21	168	29.90


Çizelge 3.1 (Devam)

9		Bypass	A=120 B=141 C=59	5.2	18.21	268	20.00
10		Bypass	A=158 B=146 C=71	7.4	21.00	422	20.00



Şekil 3.1. Budama makasına ait genel görünüş

Çizelge 3.2. Budama makaslarında bulunan yay çeşitleri

Yay Çeşitleri	Yay çeşidi	Kullanılan Makaslar
	Helisel baskı yayı	1-2-3-6-7-8-9
	Tel baskı yayı	4
	Sac baskı yayı	5



3.1.3. Deney ünitesi

Kesme deneyleri, Şekil 3.2’de görülen Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü biyolojik malzeme laboratuvarında bulunan kuvvet aralığı 2.5 kN, başlıklar arasındaki hız 0.1’den 1020 mm/min olan Lloyd Instruments LRX Plus test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kesme deneylerinin sonuçları NEXYGEN yazılım programı kullanılarak elde edilmiştir.



Şekil 3.2. Lloyd Instruments LRX Plus test cihazı

3.1.4. Denemelerde kullanılan cihazlar

Bitkisel materyallerin nem ölçümlerinin tespit edilebilmesi amacıyla ağırlık ölçümleri için 2500g kapasiteli ve 0.01g hassasiyete sahip dijital terazi kullanılmıştır. Çap

ölçümleri ise 0-200 mm ölçüm aralığına sahip ve hata sınırı 0.01 mm olan dijital kumpas kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan dijital terazi ve dijital kumpas

3.1.5. Etüv

Denemelerde kullanılan fındık dallarının nem içeriğinin belirlenmesi için MMM Group Ecocell 111 etüv kullanılmıştır. Kesilen fındık dalları 105° C’de 24 saat kurutulmuştur.



Şekil 3.4. Denemede kullanılan etüv

Çizelge 3.3. Denemelerde kullanılan etüvün teknik özellikleri

Özellikler	Değerler
Hacim	111 litre
İç Ebatlar	64x76x86 cm
Sıcaklık	Oda sıcaklığı +5- 250 ° C
Sıcaklık Hassasiyeti	0.8° C

Çizelge 3.3 (Devam)

Raf Sayısı	2
Besleme Gerilimi	230 V AC/50-60 Hz
Dış Ebatlar	73x83x1060 cm

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Deneylerde Samsun bölgesinde geç sonbahar döneminde yapılan dip sürgünü budamalarından elde edilen fındık dip sürgünleri kullanılmıştır. Deneyler sırasında bıçaklar arasındaki farklılıkların ortaya konulması amacıyla makasların ihtiyaç duydukları kesme kuvveti gereksinimlerini belirlemek amacıyla her bir budama makası ile 5 farklı çap grubundan toplamda 50 adet kesim yapılmıştır. Fındık dalları 5.35, 8.00, 10.00, 10.87, 12.35 mm aralığında beş farklı çap grubuna ayrılmış ve her bir makas için, 300 mm/min sabit kesme hızı uygulanmıştır. Bu hız değeri belirlenirken deneme dışındaki bir budama makasıyla ön denemeler yapılarak gerçek zamanlı kesme denemeleri gerçekleştirilmiş ve ortalama hız deneme esnasında kullanılacak hız olarak belirlenmiştir. Ayrıca, her bir kesme işlemini takiben dal parçalarının kesilme esnasındaki nem değerleri, alınan örnekler etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutularak aşağıda verilen eşitlik yardımıyla yaş baza göre hesaplanmıştır (Sauk, 2007).

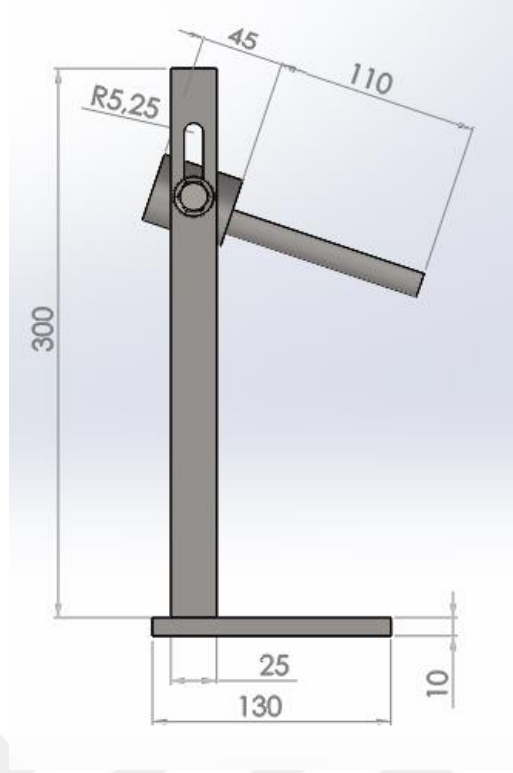
$$Nem (\%) = \frac{W_o - W}{W_o} \cdot 100$$

W_o : Eşitlikte;

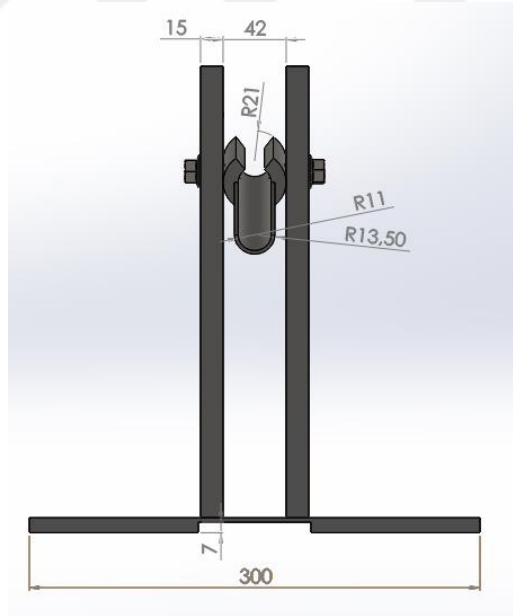
W_o : Yaş ürün ağırlığı (g),

W : Kuru ürün ağırlığı (g).

Denemelerde kesme makaslarının düşey doğrultuda yatayla 90°'lik açı yapacak şekilde kesme işlemini gerçekleştirebilmesi ve test süresince stabilitesinin muhafaza edilmesi amacıyla test cihazına monte edilebilmesi için bir bağlama aparatı imal edilmiştir. İmalatı gerçekleştirilen budama makası bağlama aparatının detay resmi ve ölçüleri Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'de verilmiştir.



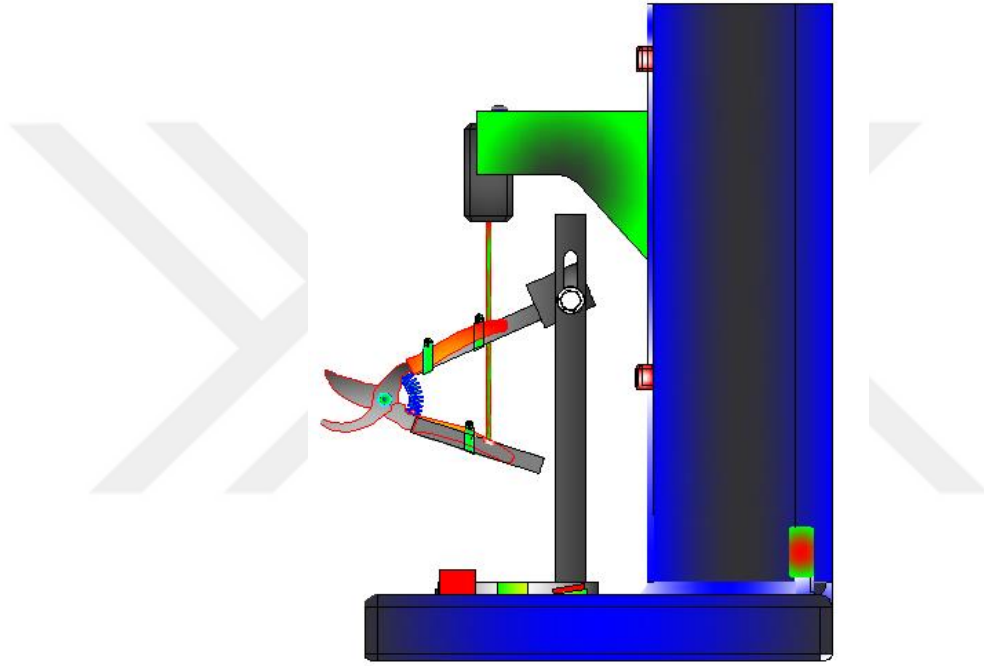
Şekil 3.5. İmal edilen budama makası bağlama aparatının yandan görünüşü (ölçüler mm'dir).



Şekil 3.6. İmal edilen budama makası bağlama aparatının önden görünüşü (ölçüler mm'dir).

İmal edilen budama makası bağlama aparatı test cihazının üstüne sabitlendikten sonra budama makasının iki kuvvet kolundan biri (üst kol) Şekil 3.6'daki gösterildiği gibi aparatın oluklu kanalına metal bir kelepçe yardımıyla iki

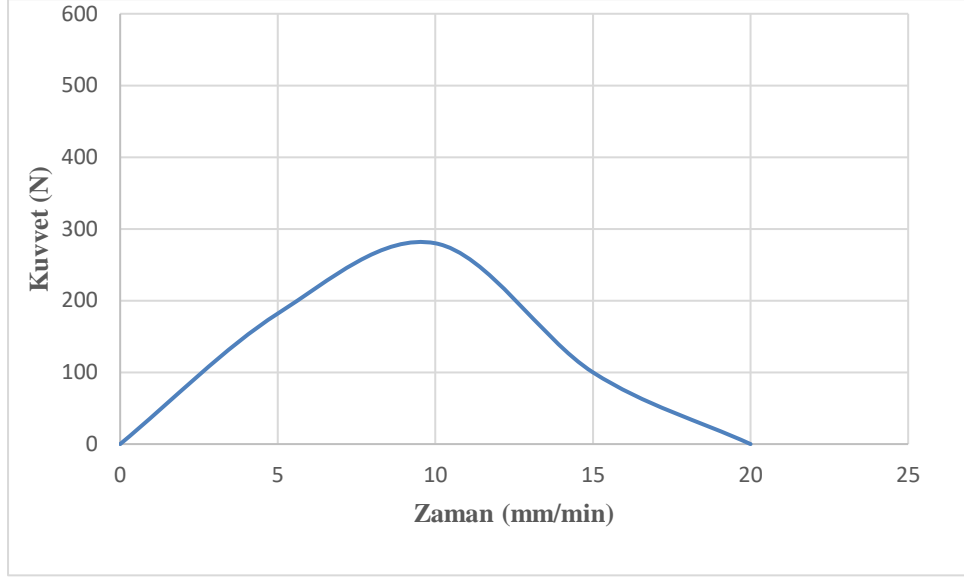
farklı noktadan makasın yatay ve düşey düzlemlerde hareketine izin vermeyecek şekilde sıkıştırılmıştır. Kuvvet, budama makaslarının uygulamada da kullanıldığı şekliyle aşağıdan yukarı yönlü ve çekiye çalışacak şekilde makasların alt koluna uygulanmıştır. Makas alt kollarının yukarı yönlü hareketi gerilmelerden kaynaklanabilecek herhangi bir uzamaya izin verilmemesi açısından çelik bir tel kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu sayede el ile yapılan budama esnasındaki kesme işleminin simüle edilmesi ve hatanın en aza indirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3.7. Lloyd LRX Plus test cihazına budama makası bağlama aparatının ve budama makasının sabitlenmesi

Ayrıca makasların boştaki yükleri de aynı yöntem ile belirlenmiş ve böylelikle kesme işlemi ile boşta çalışma esnasında oluşan kuvvetler arası farkın hesaplanması amaçlanmıştır. Böylece makasların kesme esnasında ihtiyaç duyacağı net kuvvet değerlerinin de hesaplanabilmesi sağlanmıştır.

Kesme işlemleri sırasında, her bir kesme işlemi için Lloyd test cihazı ile maksimum kesme kuvvetleri (N) elde edilmiştir. Lloyd test cihazı ile içerisinde NEXYGEN yazılımı bulunan bir bilgisayar kullanılarak değerler otomatik olarak kayıt altına alınmıştır. Denemeler esnasında zamana bağlı olarak gerçekleşen kuvvet değişimini gösteren temsili bir grafik Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.8. Çapı 12.6 mm olan fındık dalının, 6. budama makası ile kesilmesinde zamana bağlı kesme kuvveti değişimi

Değerler üzerinde çapın etkisi kovaryans analizi ile belirlenmiş ve ölçülmüş çap değerleri kovaryet olarak modele dahil edilmiştir. Ortalamalar arasındaki karşılaştırmalar için LSD testi kullanılmıştır. Verilerin analizinde kovaryans analizi kullanılmıştır. Budama makaslarının ergonomik tasarımlarından kaynaklanan farklılıklarının kesme kuvveti üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada verilerin homojenliğine ise Levene Homojenlik testi ile bakılmış olup; verilerin homojen olduğu görülmüştür ($p>0.05$). Her bir çap grubu için kovaryet değerleri sırasıyla 5.8460, 8.0005, 10.0110, 10.8710, 12.3495 mm olarak hesaplanmıştır. Kesme kuvveti değerleri için makaslar her bir çap grubunda karşılıklı olarak değerlendirilmiştir. Makaslar arasındaki farklılıklar Bonferroni çoklu karşılaştırma yöntemi ile değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Farklı Budama Makaslarının Farklı Çap Gruplarında Maksimum Kesme Kuvveti Üzerine Olan Etkilerine İlişkin Sonuçlar

Denemelerde 10 farklı tasarımsal yapıya sahip budama makası teste tabi tutulmuştur. Denemede kullanılan fındık dip sürgünlerine ait nem değerleri Çizelge 4.1’de ve makaslara ait boşta yük değerleri ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemelerde kesilen fındık dip sürgünlerine ait nem değerleri

Bıçak No	Çap Gruplarına Ait % Nem Değerleri				
	1	2	3	4	5
1	56.6	44.0	43.2	46.3	46.9
2	45.6	42.6	42.7	46.2	42.1
3	45.8	42.8	43.9	43.0	44.2
4	48.1	40.2	42.1	46.2	47.4
5	46.6	43.6	42.9	41.4	45.7
6	43.6	42.9	43.2	42.4	44.1
7	48.6	46.5	44.8	44.6	43.3
8	44.8	42.1	43.7	41.7	42.1
9	44.6	42.2	46.6	40.9	42.4
10	45.1	40.1	42.1	44.5	43.3

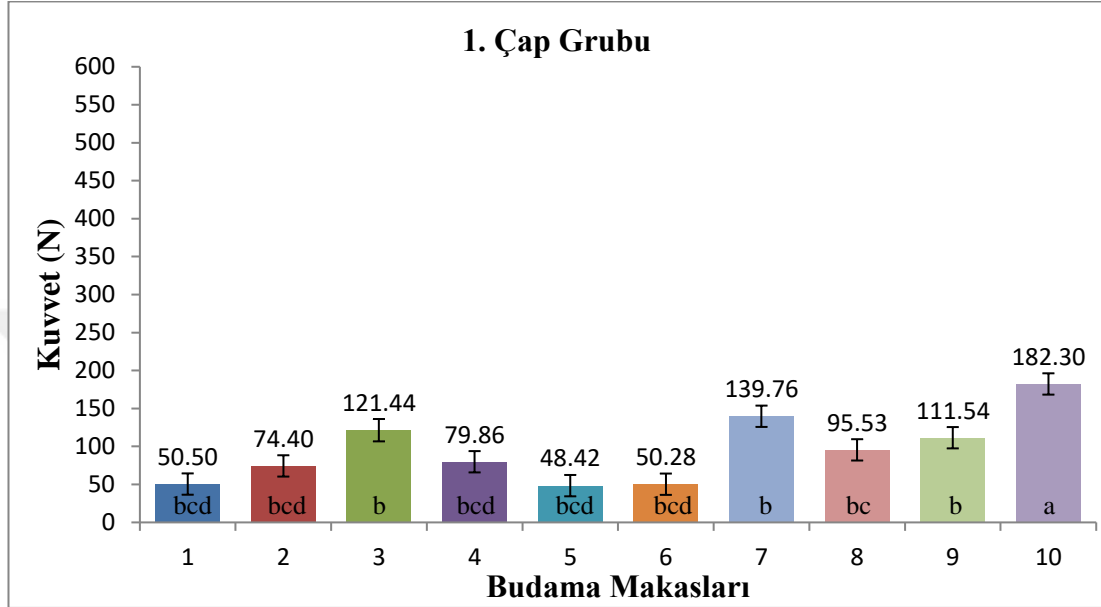
Materyale ait nem değerleri de kovaryet olarak alınmış ve analizler sonucunda makasların kesme kuvveti üzerine etkisi anlamlı bulunmadığından modelden elemine edilmiştir.

Çizelge 4.2. Denemelerde kullanılan makaslara ait boşta yük değerleri

Bıçak No	Boşta Yük Değerleri (N)
1	15.41
2	31.42
3	31.12
4	23.69
5	12.68
6	41.20
7	48.32
8	14.29
9	12.97
10	51.49

Ayrıca, elde edilen her bir makasa ait kesme kuvvetleri öncelikli olarak beş farklı çap gurubu için her bir çap grubunda ayrı ayrı olacak şekilde karşılaştırmalı olarak verilmeye çalışılmıştır (Şekil 4.1...Şekil 4.5).

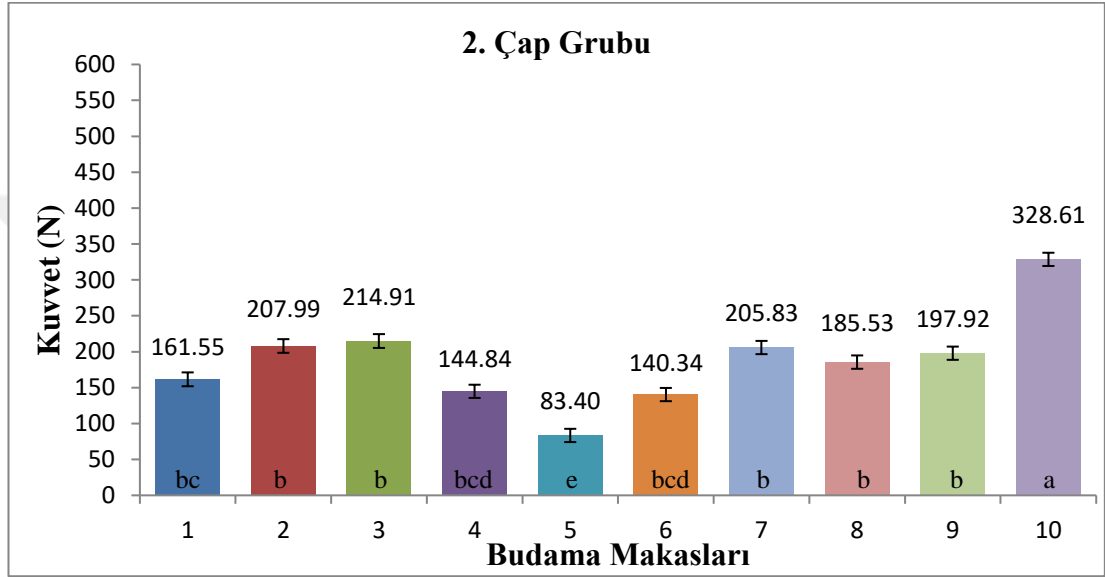
4.2 Farklı Çap Gruplarında Elde Edilen Maksimum Kesme Kuvvetlerine İlişkin Sonuçlar



Şekil 4.1. Birinci çap grubu için budama makaslarının kesme kuvveti değerleri

Yapılan testler sonucunda birinci grup fındık dip sürgünlerine ait kovaryet değerleri belirlendikten sonra hesaplanan ortalama çap değeri 5.84 mm olarak bulunmuştur. Dip sürgünlerine ait birinci çap grubunun kesme kuvveti değerleri incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti değerine 182.30 N ile 10 no'lu makasta ulaşıırken, bu değeri sırasıyla 7 (139.76) ve 3'ünlü (121.44) makaslara ait değerler takip etmektedir. En küçük kesme kuvveti değerine ise 48.42 N ile 5 no'lu budama makasında ulaşılmıştır. Makaslara ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 3.8 (%376) katlık bir değişim söz konusudur. 10 no'lu makas tasarım açısından incelendiğinde sarmal baskı yayına sahip olduğu görülmektedir. Sarmal baskı yayı 6 no'lu makasta kullanılan helisel baskı yayına oranla boşta çalışması durumunda daha fazla kuvvet gerektirmektedir. Makasların boşta çalıştırılması sonucunda 10 no'lu makasa ait boşta yük değeri 51.49 N olarak bulunmuştur. Bu durum aynı çap grubunda bu iki farklı makas arasında oluşan yaklaşık 3.8 katlık kuvvet farkını oluşturan faktörlerden biri olabilir. Aynı zamanda 10 no'lu makasa ait üst bıçak kalınlığı Çizelge 3.1'den de görüldüğü gibi 7.4 mm'dir.

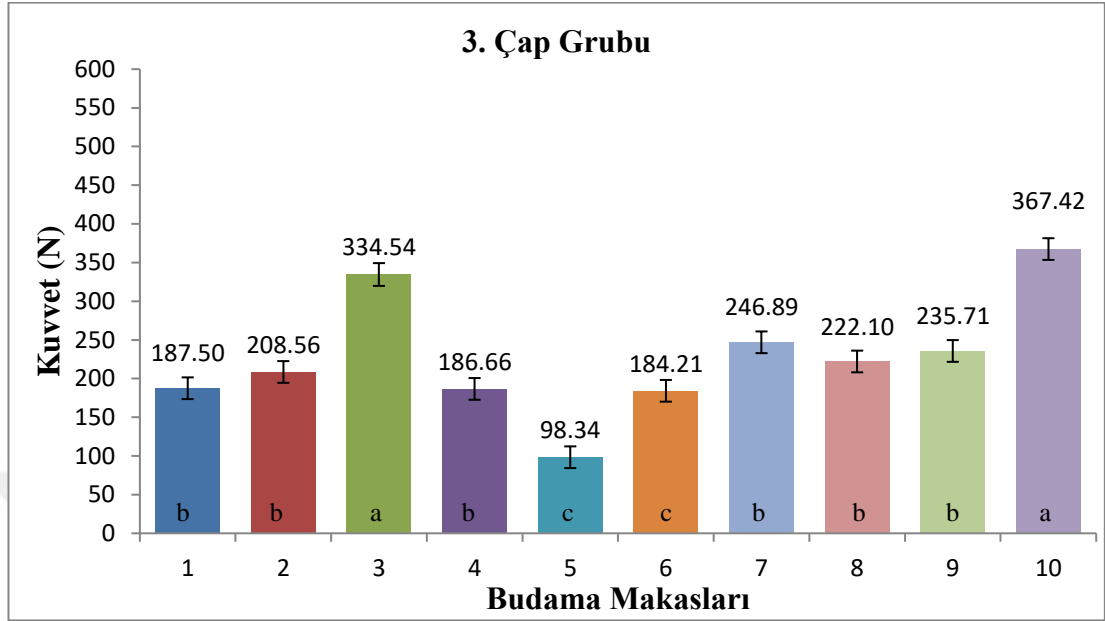
Bıçak kalınlığının da kesme işini etkileyen parametrelerden biri olduğu düşünüldüğünde bu durum makasın kesme esnasında materyale girerken ekstra bir dirençle karşılaşmasına neden olmuş olabilir. Crossland vd (1997), yaptıkları çalışmada benzer şekilde bıçak kalınlığına bağlı olarak bazı makaslarda %50 daha fazla kesme kuvveti ihtiyacı olduğuna vurgu yapmışlardır. Bıçakların satın alma fiyatları da incelendiğinde 10' nolu makasın 9' nolu makasla birlikte en düşük fiyata sahip olduğu da görülmektedir.



Şekil 4.2. İkinci çap grubu için budama makaslarının kesme kuvveti değerleri

Yapılan testler sonucunda ikinci grup findık dip sürgünlerine ait kovaryet değerleri belirlendikten sonra hesaplanan çap değeri ortalama 8.00 mm olarak hesaplanmıştır. Dip sürgünlerine ait ikinci çap grubunun kesme kuvveti değerleri incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti değerine 328.61 N ile 10 no'lu makasta ulaşılırken, bu değeri sırasıyla 3 (214.91 N), 2 (207.99 N) ve 7 no'lu (205.83 N) makaslara ait değerler takip etmektedir. En küçük kesme kuvveti değerine ise 83.40 N ile 5 no'lu budama makasında ulaşılmıştır. Makaslara ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 4 (%394) katlık bir değişim söz konusudur. Birinci çap grubuna göre ikinci çap grubunda en fazla kuvvet artışı sırasıyla 10 no'lu (%180) ve 2 no'lu (%177) makaslarda görülmüştür 10 no'lu makas tasarım açısından incelendiğinde sarmal baskı yayına, 2 no'lu makasta helisel basma yayına sahip olduğu görülmektedir. Diğer helisel yaylı makaslar incelendiğinde 2 no'lu makasta, helisel yayın çapı ve yayın tel çapı kalınlığının küçük olmasıyla yay özelliğini zaman

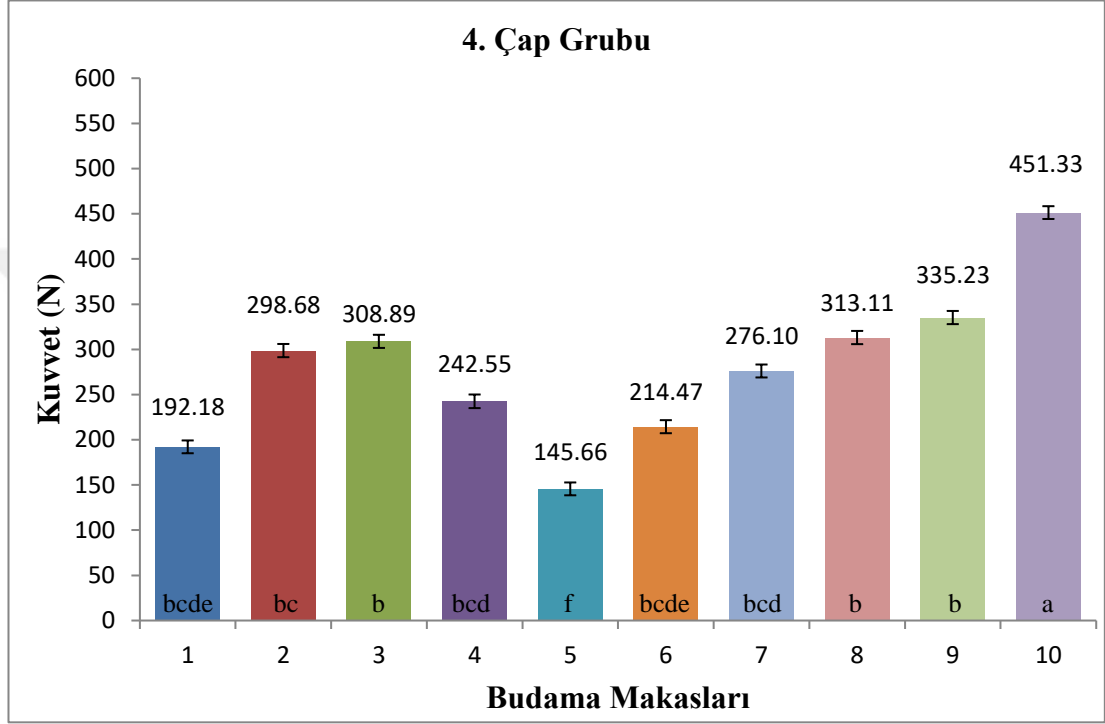
içerisinde kısmen kaybettiği söylenebilir. 2 no'lu makasın %177 oranında kuvvet artışının nedenlerinden biri yayın bu durumu olabilir.



Şekil 4.3. Üçüncü çap grubu için budama makaslarının kesme kuvveti değerleri

Testler sonucunda üçüncü grup fındık dip sürgünlerine ait kovaryet değerleri belirlendikten sonra hesaplanan çap değeri ortalama 10.01 mm olarak hesaplanmıştır. Dip sürgünlerine ait üçüncü çap grubunun kesme kuvveti değerleri incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti değerine 367.42 N ile 10 no'lu makasta ulaşılrken, bu değeri sırasıyla 3 (334.54 N), ve 7'nolu (246.89 N) makaslara ait değerler takip etmektedir. En küçük kesme kuvveti değerine ise 98.34 N ile 5 no'lu budama makasında ulaşılmıştır. Makaslara ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 3.7 (%373) katlık bir değişim söz konusudur. 10 no'lu makasın diğer çap gruplarında da belirtildiği üzere en yüksek boşta yay yük değerine sahip olması 5 no'lu makasta kullanılan sac yayına oranla boşta çalışılması durumunda daha fazla kuvvet gerektirmektedir. Makasların boşta çalıştırılması sonucunda 10 no'lu makasa ait boşta yük değeri 51.49 N, 5 no'lu makasta ise 12.68 N olarak gerçekleşmiştir. Bu durum aynı çap grubunda bu iki farklı makas arasında oluşan yaklaşık 3.7 katlık kuvvet farkını oluşturan faktörlerden biri olabilir. Ayrıca tasarım açısından incelendiğinde Çizelge 3.1'de görüldüğü gibi 10 no'lu ve 3 no'lu budama makasları 21.00° ile en büyük bileme açısına 5 no'lu makas ise 6.84° ile en düşük bileme açısına sahip makaslardır. Bileme açısının büyük olması makasın kesme esnasında materyale girerken ekstra bir dirençle karşılaşmasına ve bıçak yüzeyinin sürtünme direncinin

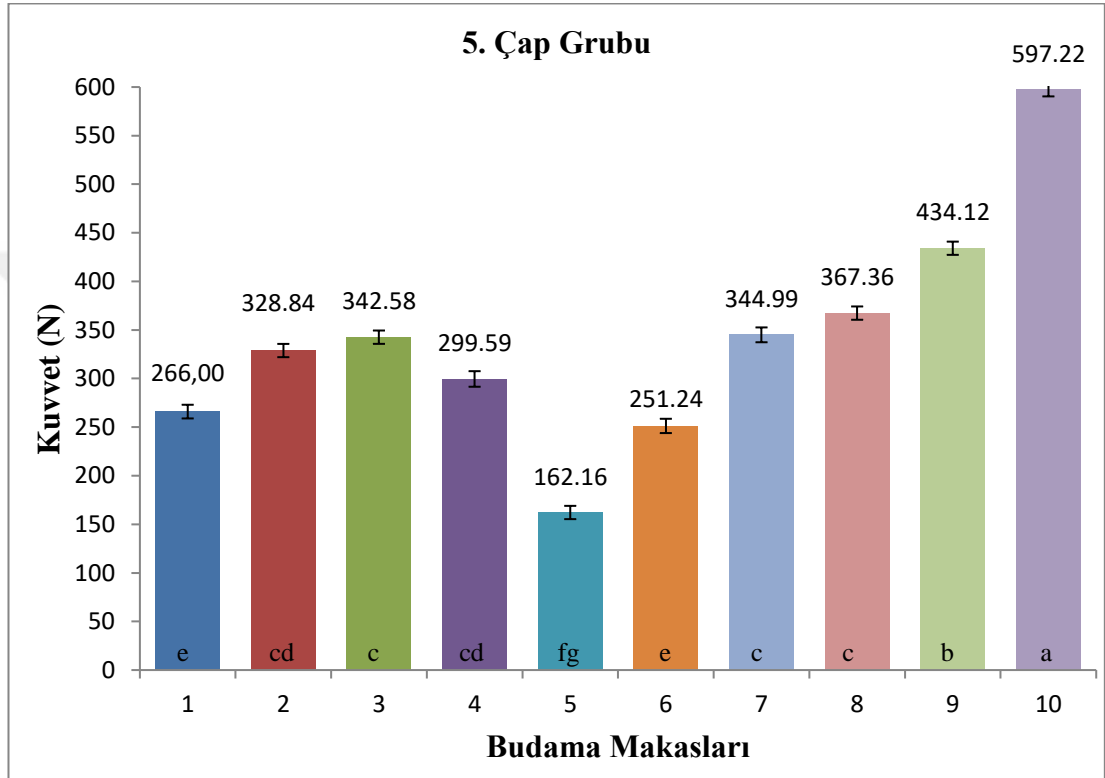
fazla olmasından kesme kuvvetinin yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir. Beyhan (1996) maksimum kesme kuvvetini etkileyen parametrelerden birinin de bıçak bileme açısının olduğunu, Crossland vd (1997), yaptıkları çalışmada benzer şekilde bıçak kalınlığına ve bileme açısına bağlı olarak bazı makaslarda %50 daha fazla kesme kuvveti ihtiyacı olduğuna, Güzel (2002), bileme açısının büyük olması kesme için gerekli kuvvetin artmasına neden olacağını söylemiştir.



Şekil 4.4. Dördüncü çap grubu için budama makaslarının kesme kuvveti değerleri

Yapılan testler sonucunda dördüncü grup fındık dip sürgünlerine ait kovaryet değerleri belirlendikten sonra hesaplanan ortalama çap değeri 10.87 mm olarak hesaplanmıştır. Dip sürgünlerine ait dördüncü çap grubunun kesme kuvveti değerleri incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti değerine 451.33 N ile 10 no'lu makasta ulaşılırken, bu değeri sırasıyla 9 (335.23 N), 8 (313.11 N) ve 3 no'lu (308.89 N) makaslara ait değerler takip etmektedir. En küçük kesme kuvveti değerine sırasıyla 5 (145.66 N) ve 1 no'lu (192.18 N) budama makaslarında ulaşılmıştır. Makaslara ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kesme kuvvet değeri arasında yaklaşık 3.1 (%309) katlık bir değişim ile çap grupları arasındaki en düşük % de kesme kuvveti değişimi söz konusu olmuştur. Bunun sebebi olarak fındık dip sürgünlerinde üçüncü ve dördüncü çap grubunun kovaryet alınan çap değerlerinin birbirine yakın olması söylenebilir. 9 no'lu makastaki 3. çap grubuna göre 4. çap grubunda %142 artış ile

diğer makaslara ortanla daha büyük bir artış söz konusu olmuştur. Tasarım açısından incelendiğinde, çapın artmasının yanı sıra 9 no'lu makasın üst bıçak kalınlığı Çizelge 3.1'den de görüldüğü gibi 10 no'lu makastan sonra 5.2 mm ile diğer makaslara göre daha fazladır. Üst bıçağın kalın olması makasın kesme esnasında materyale girerken ekstra bir dirençle karşılaşmasına bağlı olarak kuvvet artışının nedenlerinden biri durumunda olabilir.



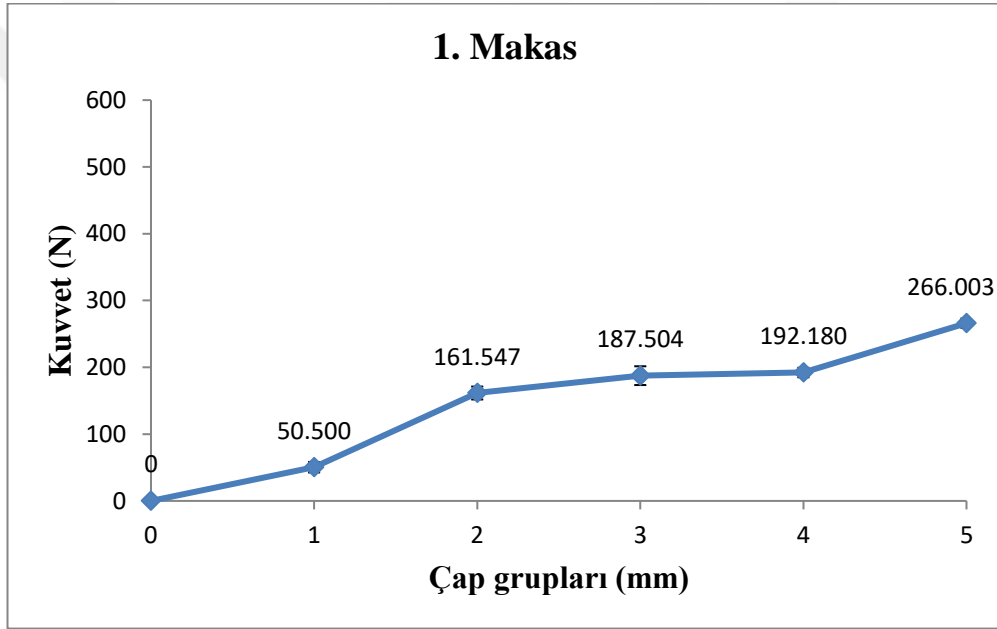
Şekil 4.5. Beşinci çap grubu için budama makaslarının kesme kuvveti değerleri

Yapılan testler sonucunda beşinci grup fındık dip sürgünlerine ait kovaryet değerleri belirlendikten sonra hesaplanan çap değeri ortalama 12.34 mm olarak hesaplanmıştır. Dip sürgünlerine ait beşinci çap grubunun kesme kuvveti değerleri incelendiğinde en yüksek kesme kuvveti değerine sırasıyla 10 (597.22 N) ve 9' nolu (434.12) budama makaslarında ulaşılırken, en küçük kesme kuvveti değerine 162.16 N ile 5 no'lu budama makasında ulaşılmıştır. Makaslara ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 3.7 (%368) katlık bir değişim söz konusudur. Dördüncü çap grubuna göre beşinci çap grubunda en fazla kuvvet atışı sırasıyla 10 no'lu (%146) ve 9 no'lu (%99) makaslarda görülmüştür. 10 ve 9 no'lu makaslar ergonomik tasarımları açısından incelendiğinde makaslara ait üst bıçak kalınlıkları sırasıyla Çizelge 3.1'den de görüldüğü gibi 10 no'lu (7.4 mm), 9 no'lu (5.2 mm)

makaslarda en yüksek değerlerdedir. Dolayısıyla makasın kalınlığı kesme esnasında materyalin ezilme direncinin yenilmesinin yanı sıra materyalin kesilmeye başlaması esnasında daha fazla bir dirençle karşılaşmasına neden olmuş olabilir. Bu durumun aynı çap grubunda bu iki farklı makas arasında oluşan yaklaşık 3.7 katlık kuvvet farkını oluşturan faktörlerden biri olduğu düşünülmektedir.

Bu açıklamalar doğrultusunda aynı makasla farklı çap gruplarındaki ihtiyaç duyulan kesme kuvveti değerleri de incelenmiş ve aşağıda sırasıyla verilmeye çalışılmıştır.

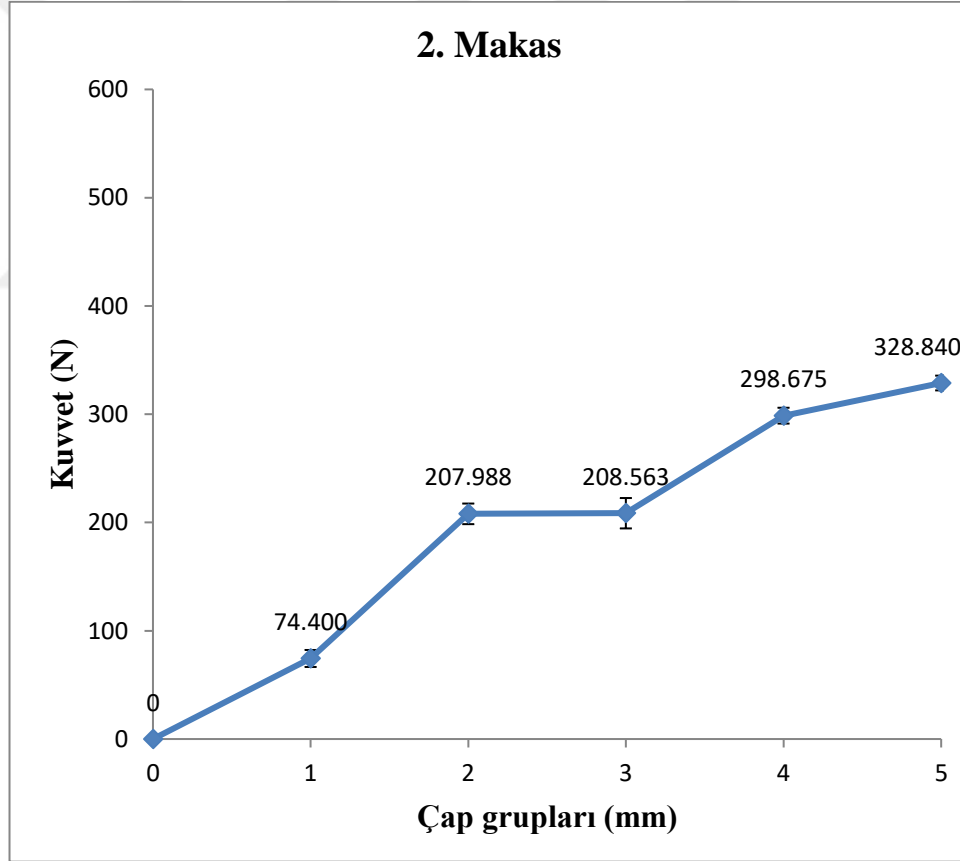
4.3 Budama Makaslarına Ait Farklı Çap Gruplarında Elde Edilen Maksimum Kesme Kuvvetlerine İlişkin Sonuçlar



Şekil 4.6. Birinci budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri

Yapılan testler sonucunda birinci budama makası ile kesilen farklı çap gruplarına ait dip sürgünlerinin kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır. Birinci makasa ait farklı çap grupları arasındaki en büyük kesme kuvveti değerine 266.00 N ile 5. çap grubunda ulaşılırken en küçük kesme kuvveti değerine ise 50.15 N ile 1. no'lu çap grubunda ulaşılmıştır. Çap gruplarına ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 5.2 (%526) katlık bir değişim görülmüştür. Bu değişim oranı ile birinci makas çap gruplarına bağlı olarak elde edilen kesme kuvveti değerleri arasındaki değişimler açısından en büyük değişimi gösteren makas durumundadır. Ayrıca, çap grupları değişimindeki kuvvet değerleri incelendiğinde de özellikle 2. 3.

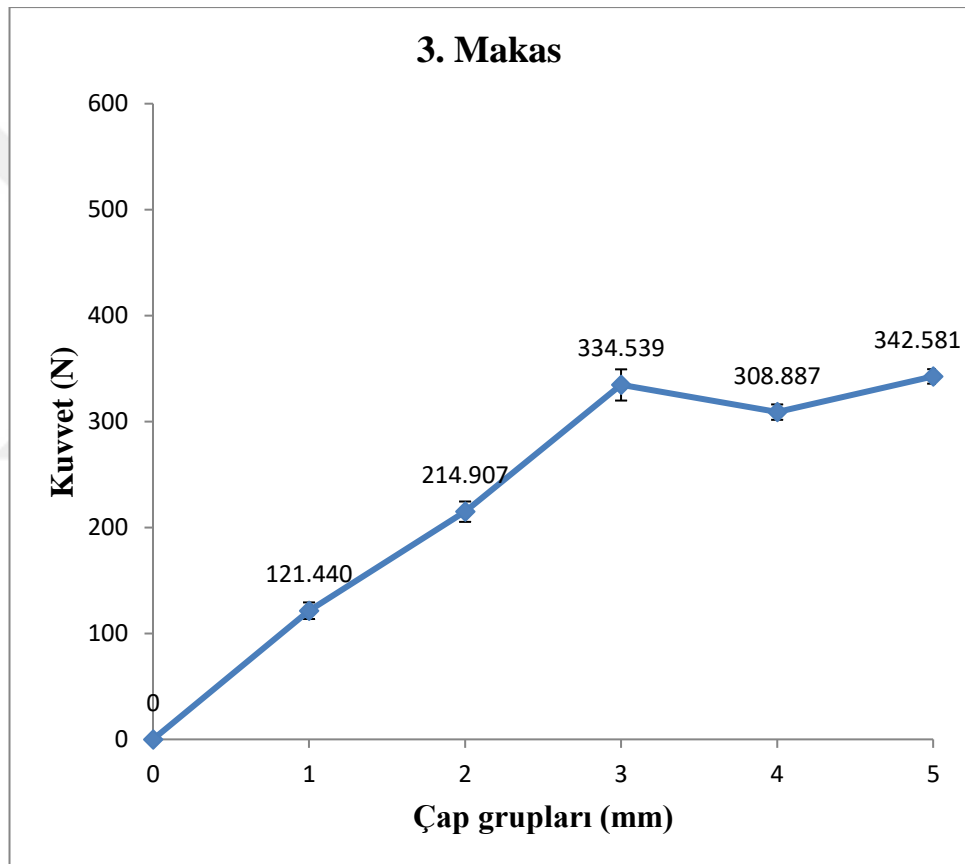
ve 4. ap grubuna ait kesme kuvveti değerleri arasındaki değişimin sadece %18 ile sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durum kısmen 2. ve 4. ap gruplarına ait ortalama çap değerleri arasındaki değişiminde düşük olmasının bir sonucu olarak açıklanabilir. Benzer şekilde Dange vd (2011) yaptıkları çalışmada kesme kuvvetinin kesilen materyalin çap değişimine bağlı olarak artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Benzer sonuçlar Parish (1998) tarafından yapılan el budama makaslarının operasyonel kuvvet ihtiyaçlarının belirlendiği çalışmada da açıklanmıştır. Ayrıca, Freivalds (1987), el aletleri kullanan sağlıklı genç erkeklerin maksimum kavrama kuvvetinin 600 N, kadınlarda ise 400 N olduğunu, tekrarlayan ve sürekli hareketlerde bu değerin %33-50 sini önermektedir. Bu verilere göre 1 no'lu makas ile gerçekleştirilen kesme işleminin neticesinde elde edilen değerler burada bahsedilen çalışmada da eşik değer olarak gösterilen sınır değerlerinde altında kalması açısından önem arz etmektedir.



Şekil 4.7. İkinci budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri

Yapılan testler sonucunda ikinci budama makası ile kesilen dip sürgünlerine ait dalların kesme kuvveti değerleri elde edilmiştir. İkinci makasa ait çap grupları arasında en büyük kesme kuvveti değerine 328.840 N ile 5. ap grubunda ulaşılrken

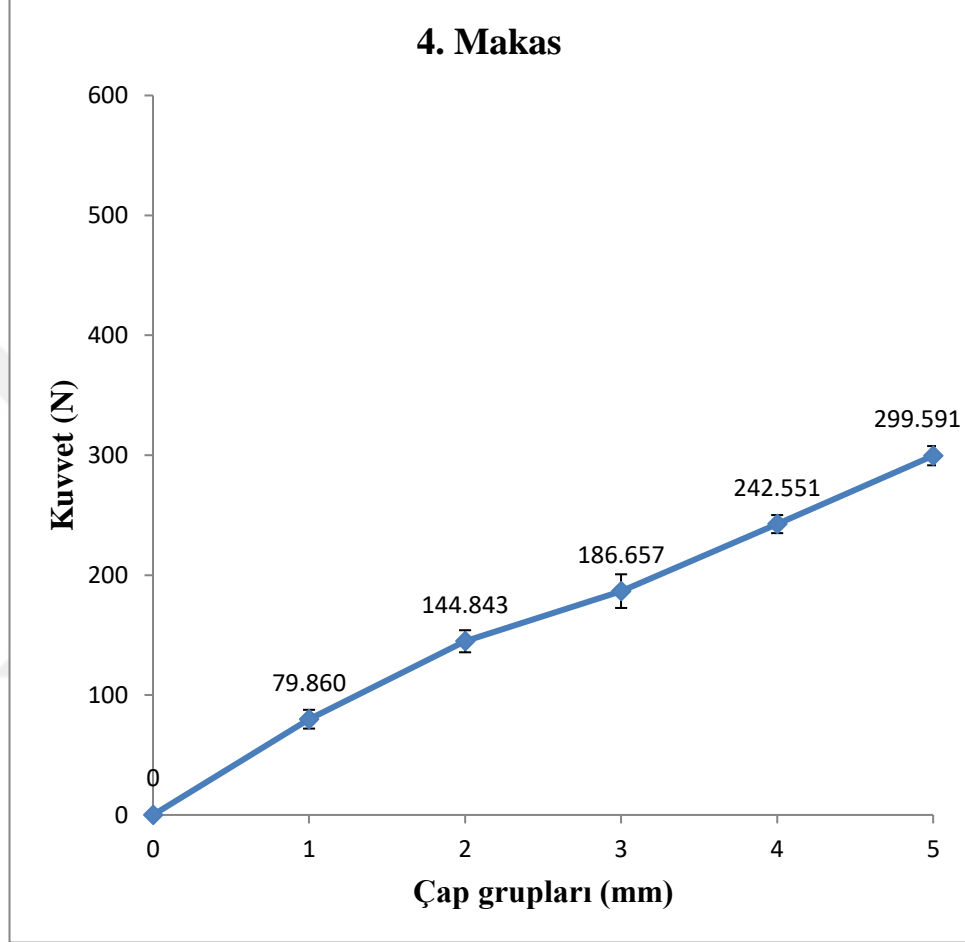
en küçük kesme kuvveti değerine ise 74.40 N ile 1. çap grubunda ulaşılmıştır. Çap gruplarına ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 4.4 (%441) katlık bir değişim görülmüştür. Çap grupları değişimindeki kuvvet değerleri incelendiğinde de özellikle 2. ve 3. çap grubuna ait kesme kuvveti değerleri arasındaki değişimin sadece %0.2 ile sınırlı kaldığı görülmektedir. İki no'lu makasa ait kuvvet değişim grafiği dikkatlice incelendiğinde bir no'lu makasa ait kesme kuvveti grafiğine benzer bir değişim olduğu da dikkati çekmektedir. İstatistiksel anlamda da bir ve iki no'lu makaslar benzer değişkenlikler göstermişler ve aynı gruplar altında yer almışlardır.



Şekil 4.8. Üçüncü. budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri

Üçüncü makasa ait farklı çap gruplarında elde edilen kesme kuvveti değerleri üçüncü çap grubuna kadar kuvvet değişimlerinin çap grubuna bağlı olarak doğrusal artışa benzer bir yükselişe sahip olduğunu göstermektedir. Üçüncü makasa ait çap grupları arasında en büyük kesme kuvveti değerine bir ve iki no'lu çap gruplarına benzer olacak şekilde 342.581 N ile 5. çap grubunda ulaşılırken en küçük kesme kuvveti değerine ise 121.44 N ile 1. çap grubunda ulaşılmıştır. Çap gruplarına ait en

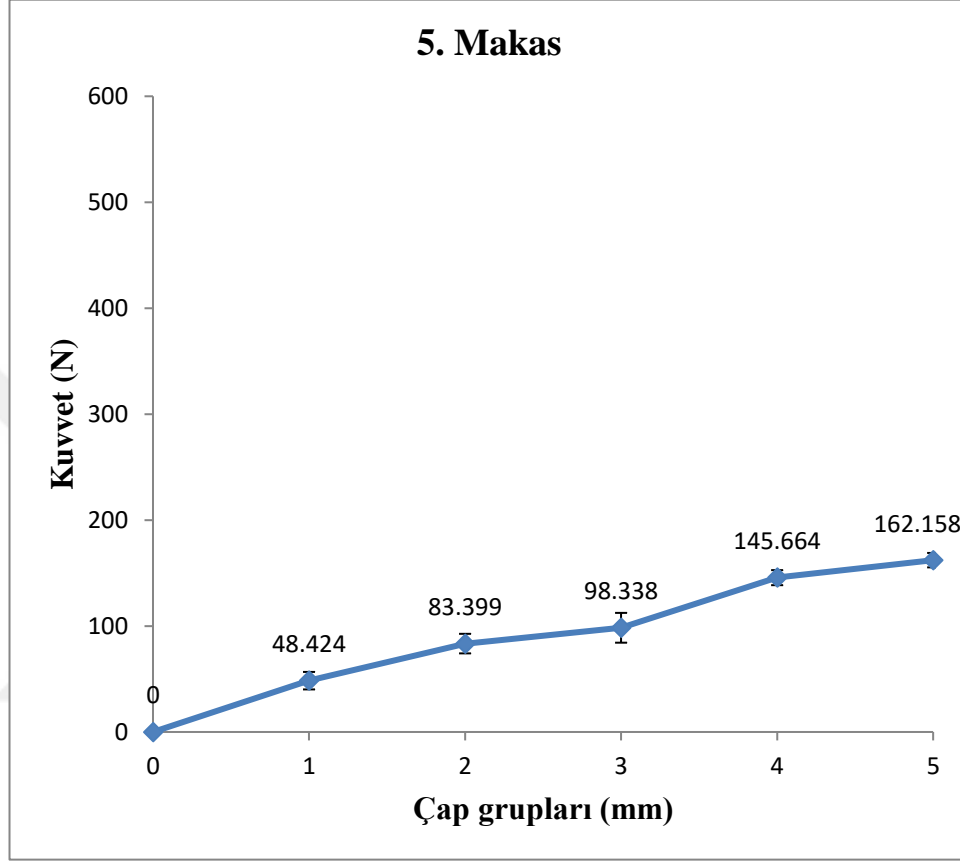
düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 2.8 (%282) katlık bir değişim görülmüştür. Çap grupları değişimindeki kuvvet değerleri incelendiğinde de özellikle 3. ve 4. çap grubuna ait kesme kuvveti değerleri arasında %8 bir azalma olduğu görülmektedir. Bu durum kısmen 3. ve 4. çap gruplarına ait ortalama çap değerleri arasındaki değişimde düşük olmasından kaynaklanmış olabilir.



Şekil 4.9. Dördüncü budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri

Dördüncü makasla yapılan testler sonucunda çap değişimine bağlı olarak kuvvet değişiminde de doğrusal bir değişim eğilimi olduğu görülmektedir. Yapılan testler sonucunda dördüncü makasa ait çap grupları arasında en büyük kesme kuvveti değerine 299.59 N ile 5. çap grubunda ulaşılmıştır. En küçük kesme kuvveti değerine ise 79.86 N ile 1. çap grubunda ulaşılmıştır. Çap gruplarına ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 3.7 (%375) katlık bir değişim görülmüştür. Bu değişimin gerçekleşmiş olmasına rağmen bir no'lu makastada belirtildiği üzere ergonomik açıdan risk teşkil edebilecek eşik değerlere bu makas ile yapılan testlerde de ulaşılamamıştır. Birçok araştırmacı tarafından yapılan benzer

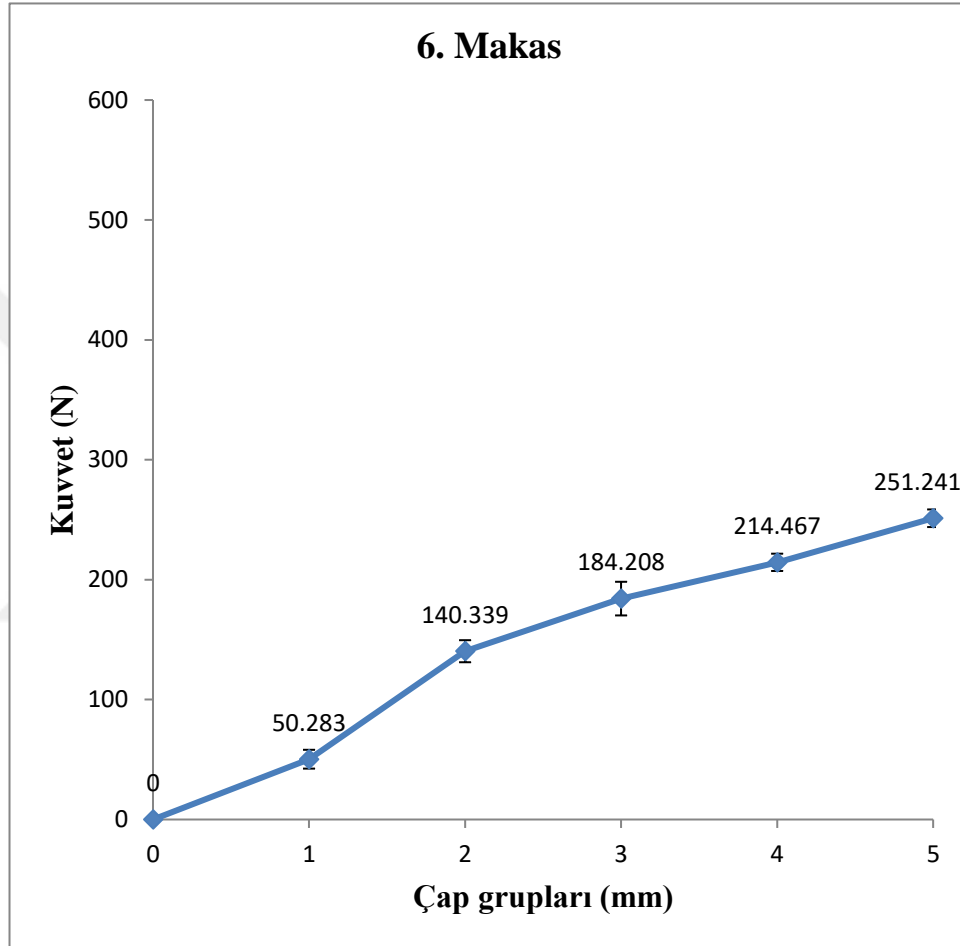
çalışmalarda da, dal çaplarının artmasıyla birlikte, ihtiyaç duyulan kesme kuvvetlerinin doğru orantılı olarak arttığı bildirilmiştir. (İnce vd, 2005; Romano vd, 2010; Dange vd, 2011; Aytan, 2012; Sessiz vd, 2013; Sessiz vd, 2015).



Şekil 4.10. Beşinci budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri

Yapılan testlerin sonucunda beşinci makasa ait farklı çap gruplarında ki elde edilen kesme kuvveti değerlerinin diğer makaslarla elde edilen kesme kuvveti değerlerine oranla daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Beşinci makas ile gerçekleştirilen testlerde en büyük kesme kuvveti değerine 162.15 N ile 5. çap grubunda ulaşılırken en küçük kesme kuvveti değerine ise 48.42 N ile 1. çap grubunda ulaşılmıştır. Çap gruplarına ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 3.3 (%334) katlık bir değişim görülmüştür. 3.3 katlık kuvvet artış oranına rağmen elde edilen maksimum kesme kuvveti değerinin 162.15 N 'da elde edildiği görülmektedir. Bu değer ergonomik açıdan budama işleriyle uğraşacak insanlar açısından da zarar eşiğinin altında kalmaktadır. Ayrıca, çap grupları değişimindeki kuvvet değerleri incelendiğinde de özellikle 2. ve 3. ile 4. ve 5. çap

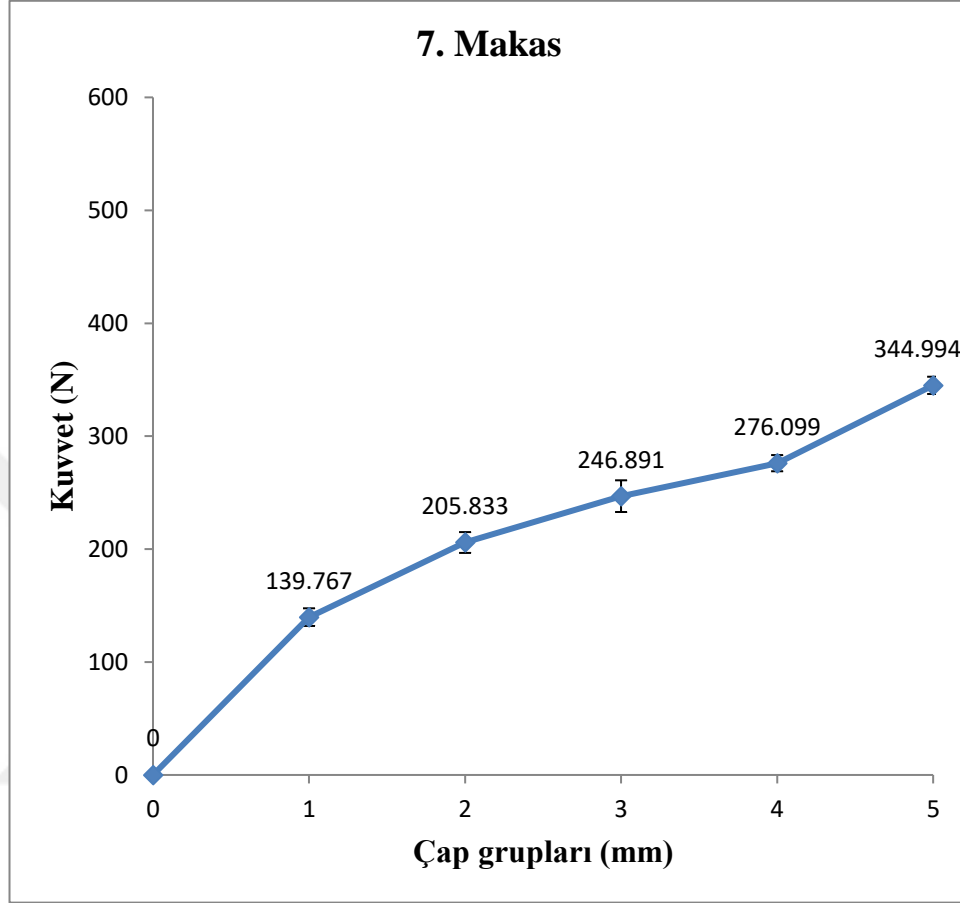
grubuna ait kesme kuvveti değerleri arasındaki değişimin sırasıyla %17 ve %11 ile sınırlı değerlerde kaldığı görülmektedir. Yapılan testler sonucunda, tüm çap grupları dikkate alındığında budama makasları arasında en az kesme kuvveti gerektiren makas olduğu görülmektedir. Beş no'lu makas tasarımsal açıdan da anvil tarzı tasarıma ve 6.84° ile en küçük bileme açısına sahip olması açısından da diğer makaslardan ayrı niteliktedir.



Şekil 4.11. Altıncı budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri

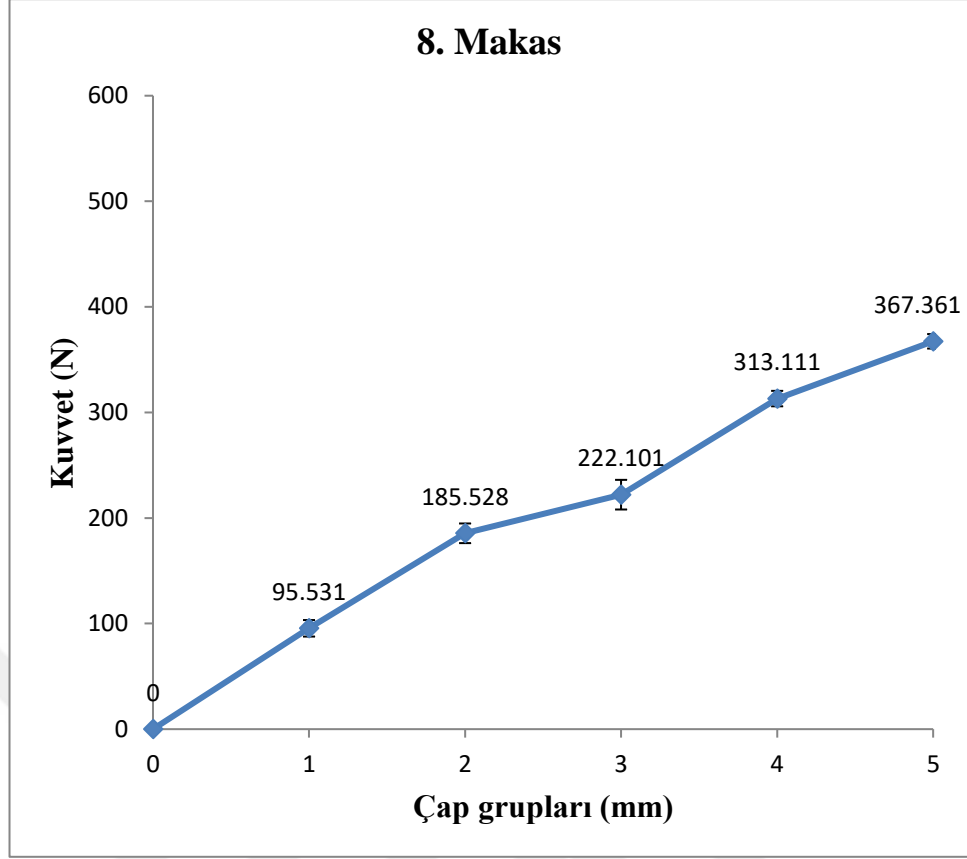
Yapılan testler sonucunda altıncı budama makası ile kesilen dip sürgünlerine ait dalların kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır. Altıncı makasa ait çap grupları arasında en büyük kesme kuvveti değerine 251.24 N ile 5. ap grubunda ulaşılrken en küçük kesme kuvveti değerine ise 50.28 N ile 1. ap grubunda ulaşılmıştır. ap gruplarına ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 4.9 (%499) katlık bir değişim görülmüştür. Bu değişim oranı ile birinci makastan sonra çap gruplarına bağlı olarak en büyük değişimi gösteren makas durumundadır. Ayrıca, ap grupları değişimindeki kuvvet değerleri incelendiğinde de özellikle 2. 3. ve 4. ap

grubuna ait kesme kuvveti değerleri arasındaki değişimin sadece %15 ile sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durum kısmen 2. 3. ve 4. ap gruplarına ait ortalama çap değerleri arasındaki değişiminde düşük olmasının bir sonucu olarak açıklanabilir.



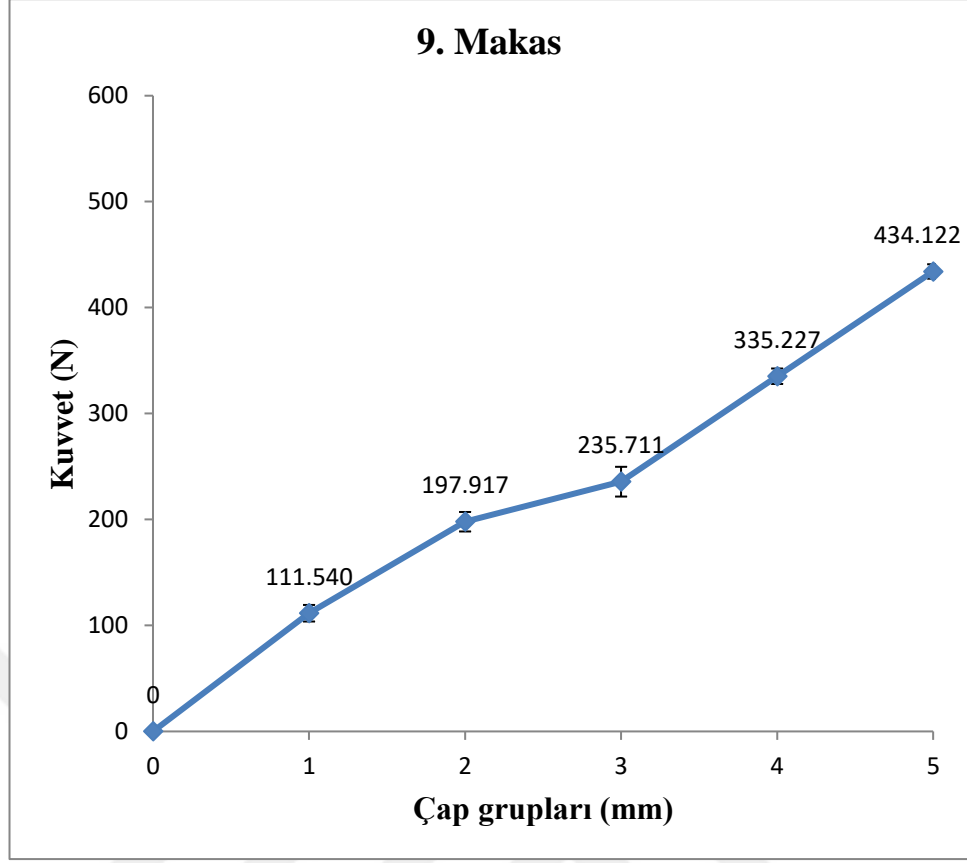
Şekil 4.12. Yedinci budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri

Yapılan testler sonucunda yedinci budama makası ile kesilen dip sürgünlerine ait dalların kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır. Yedinci makasa ait çap grupları arasında en büyük kesme kuvveti değerine 344.99 N ile 5. ap grubunda ulaşılırken en küçük kesme kuvveti değerine ise 139.76 N ile 1. ap grubunda ulaşılmıştır. ap gruplarına ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 2.4 (%246) katlık bir değişim görülmüştür. Bu değişim oranı ile yedinci makas çap gruplarına bağlı olarak en küçük değişimi gösteren makas durumundadır. Bu durum kısmen yedinci bıçağın yüksek kesme kuvvetiyle fındık dip sürgünlerini kesmesi Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi boşta çalışma yük değerinin fazla olması yüksek kesme kuvveti gerektirmesine neden olmuş olabilir.



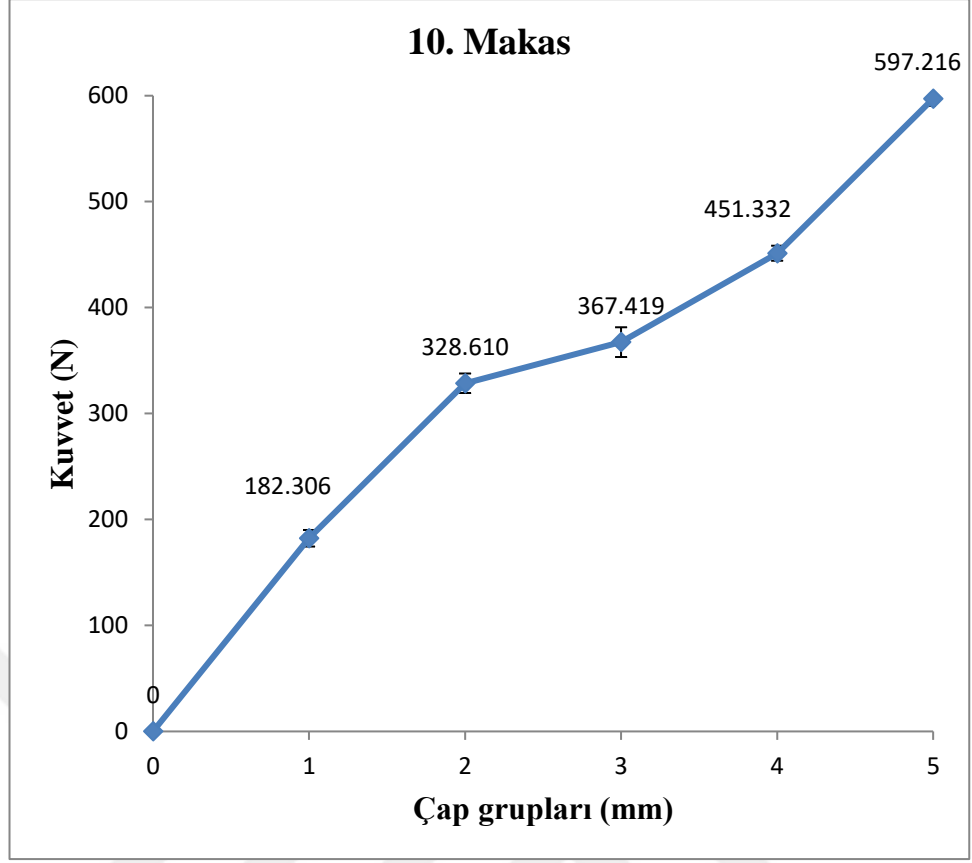
Şekil 4.13. Sekizinci budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri

Yapılan testler sonucunda sekizinci budama makası ile kesilen dip sürgünlerine ait dalların kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır. Sekizinci makasa ait çap grupları arasında en büyük kesme kuvveti değerine 367.36 N ile 5. çap grubunda ulaşılrken en küçük kesme kuvveti değerine ise 95.53 N ile 1. çap grubunda ulaşılmıştır. Çap gruplarına ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 3.8 (%384) katlık bir değişim görülmüştür. Ayrıca, çap grupları değişimindeki kuvvet değerleri incelendiğinde de özellikle 2. ve 3. çap grubuna ait kesme kuvveti değerleri arasındaki değişimin sadece %19 ile sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durum kısmen 2. ve 3. çap gruplarına ait ortalama çap değerleri arasındaki değişimde düşük olmasının bir sonucu olarak açıklanabilir.



Şekil 4.14. Dokuzuncu budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri

Yapılan testler sonucunda dokuzuncu budama makası ile kesilen dip sürgünlerine ait dalların kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır. Dokuzuncu makasa ait çap grupları arasında en büyük kesme kuvveti değerine 434.12 N ile 5. çap grubunda ulaşılırken en küçük kesme kuvveti değerine ise 111.54 N ile 1. çap grubunda ulaşılmıştır. Çap gruplarına ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 3.9 (%389) katlık bir değişim görülmüştür. Ayrıca, çap grupları değişimindeki kuvvet değerleri incelendiğinde sürekli ve yüksek kuvvet artışının sebebi olarak Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi bıçak kalınlığının 5.2. mm dir. Makas bıçağının kalın olması kesme esnasında materyale girerken ekstra bir dirençle karşılaşması ve çap değerinin artmasıyla bıçak kalınlığına bağlı olarak kesme kuvvetinin de yüksek olmasının nedeni olabilir.



Şekil 4.15. Onuncu budama makasının çap gruplarına bağlı kesme kuvveti değerleri

Yapılan testler sonucunda onuncu budama makası ile kesilen dip sürgünlerine ait dalların kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır. onuncu makasa ait çap grupları arasında en büyük kesme kuvveti değerine 597.21 N ile 5. çap grubunda ulaşıırken en küçük kesme kuvveti değerine ise 182.30 N ile 1. çap grubunda ulaşılmıştır. Çap gruplarına ait en düşük kuvvet değeri ile en büyük kuvvet değeri arasında yaklaşık 3.2 (%327) katlık bir değişim görülmüştür. Ayrıca, çap grupları değişimindeki kuvvet değerleri incelendiğinde de özellikle 2. ve 3. çap grubuna ait kesme kuvveti değerleri arasındaki değişimin sadece %19 ile sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durum kısmen 2. ve 3. çap gruplarına ait ortalama çap değerleri arasındaki değişimde düşük olmasının bir sonucu olarak açıklanabilir. Yapılan testler sonucunda onuncu budama makası çap gruplarının kesilmesinde en yüksek kesme kuvveti gerektiren makas olmuştur. Bunun sebebi olarak Çizelge 3.1'den de görüldüğü üzere makaslar arasında on no'lu makas 7.4. mm ile en büyük kalınlık değerine ve 21.00° ile en büyük bileme açısına sahiptir. Çizelge 4.2'den de görüldüğü gibi boşta çalıştırılan makaslar arasında da en büyük yük değeri on no'lu makasa aittir. Makas bıçağının kalın olması kesme esnasında materyale girerken ekstra bir dirençle karşılaşmasına neden olmuş olabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Piyasada satılan on farklı tasarıma sahip budama makaslarıyla fındık dip sürgünlerinin beş farklı çap grubunda (5.85, 8.00, 10.00, 10.87, 12.35mm) gerçekleştirilen kesme deneyi sonuçlarına göre; makaslara ait maksimum kesme kuvveti değerlerinin sürgünlerin çap değişimlerinden ve makasların tasarımsal özelliklerinden etkilendiğini görülmüştür.

Denemelerde kullanılan budama makaslarına ait üst bıçak kalınlıkları 2.1 ile 7.4 mm arasında olup, satın alma fiyatları 17.90 ile 59.30 TL aralığında ve bileme açıları 6.84° ile 21.00° aralığında değişmiştir.

Farklı çap gruplarına göre kesme kuvveti değerlerine bakıldığında; birinci çap grubunda en düşük kesme kuvveti 48.42 N ve en büyük kesme kuvveti ise 182.30 N, ikinci çap grubunda en düşük kesme kuvveti 83.40 N ve en büyük kesme kuvveti 328.61 N, üçüncü çap grubunda en düşük kesme kuvveti 98.34 N ve en büyük kesme kuvveti 367.42 N, dördüncü çap grubunda en düşük kesme kuvveti 145.66 N ve en büyük kesme kuvveti 451.33 N ve son olarak beşinci çap grubunda en düşük kesme kuvveti 162.16 N ve en büyük kesme kuvveti değeri 597.22 N olarak bulunmuştur. Buna göre, genel olarak maksimum kesme kuvveti değerleri fındık dip sürgünleri çaplarının artmasıyla doğru orantılı olacak şekilde artış göstermiştir.

Denemelerde kullanılan budama makasları arasında tüm çap grupları için en düşük maksimum kesme kuvveti değeri (48.42 N) 5 no'lu budama makasıyla ve birinci çap grubunda (5.85mm) elde edilirken, en büyük maksimum kesme kuvveti değeri (597.22 N) ise 10 no'lu makasta ve 5. çap grubunda elde edilmiştir.

Denemeler sonucunda çap gruplarına ait en düşük kesme kuvveti ile en büyük kesme kuvvet değerleri arasında 5.2 (%526) katlık bir değişimle en büyük farklılık birinci budama makasında görülürken, yedinci budama makasında ise 2.4 (%246) katlık bir değişimle en küçük % değişim farklılığı gerçekleşmiştir.

Freivalds (1987), el aletleri kullanan sağlıklı genç erkeklerin maksimum kavrama kuvvetinin 600 N, kadınlarda ise 400 N olduğunu, tekrarlayan ve sürekli hareketlerde bu değerlerin %33-50 arasında olabileceğini ön görmüştür.

Bir elin el aletleri üzerindeki güç tutuşuna yönelik maksimum kuvvet gereksinimleri, prEN 1005-3'te (1995) sunulmuştur. En uygun durumda, maksimum

güç deneyimi profesyoneller (yetişkinlerin %85'i) için 250 N'yi geçmemesi gerektiği belirtilmiştir. Freivalds'ın bildirdiği veriler ışığında denemelerde kullanılan makaslardan 5 ve 6 nolu makasların en büyük ortalama çap grubunu oluşturan 12.35 mm'lik dip sürgünlerinin kesimi esnasında dahi belirtilen 250 N'luk eşik değerin altında kesme kuvveti değerleri sergiledikleri görülmüştür. Dolayısıyla prEN 1005-3'e standartlarına göre 5 ve 6 no'lu makaslar ergonomik açıdan ihtiyaca cevap verir niteliktedir.

Budamanın işçiler üzerinde yüksek stres oluşturduğunu söyleyen Wakula vd (2000), budama makaslarının antropometrik ve fizyolojik tasarım açıları işçilerde istenmeyen vücut duruşlarına ve sonuç olarak verimsiz iş performansından mali kayıplara yol açabileceğini söylemişlerdir. Bununla birlikte, budama sırasında el ve bilek rahatsızlıklarını azaltmak için ergonomik budama makaslarının seçimi konusu da önem arz etmektedir. Bu çalışmanın neticesinde 5 ve 6 no'lu makaslar bu bakımdan piyasa koşulları da gözetilerek özellikle fındık dip sürgünlerinin budanması açısından tavsiye edilebilir konumdadır. Bununla birlikte Chaffin ve Andersson (1991), isimli araştırmacılarında bildirdiği üzere bu tür işler yapılırken eldiven kullanımını da kavrama kuvvetini %15-20 oranında azaltabileceğini söylemiştir. Buna göre denemelerde kullanılan budama makaslarında eldiven kullanımı durumunda 1, 4, 5, ve 6 no'lu budama makaslarının prEN 1005-3 standartlarına ergonomik açıdan ihtiyaca cevap verir niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2018. Budama Makasları. <https://tr.fiskars.com/urunler/bahcecilik/budama-makasleri> (Erişim tarihi:15.10.2018)
- Aytan, S. 2012. Bıçağı Teflon (Ptfe) Kaplamalı ve Kaplamasız Budama Makaslarıyla Bazı Meyve Ağacı Dallarının Kesilmesinde Kesme Kuvvetinin Dalın Bazı Fiziksel Özelliklerine ve Kesme Hızına Bağlı Olarak Değişimi Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 58, Samsun.
- Beyhan, M. A. 1996. Fındık Dip Sürgünlerinde Kesme Gerilmesinin Belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11:3, 167-181.
- Beyhan, N., Serdar, Ü., Demir, T. 1999. Fındıkta Gençleştirme Budama Uygulamasının Verim, Meyve Kalitesi ve Sürgün Gelişimine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14:2, 78-92.
- Budak, Y. 2010. Meyve Ağaçlarında Budama. Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını. Samsun İl Tarım Müdürlüğü. <https://docplayer.biz.tr/11108133-Meyve-agaclarinda-budama-ve-terbiye-sistemleri.html> (15.10.2018).
- Chaffin, D. B., Andersson, G. B. J. 1991. *Occupational Bimechanics* (Second edition). John Wiley-Sons.
- Crossland, P., Murphy, G., Martin, G., Dean, M. 1997. Energy and Force Requirements For Six Pruning Shear Designs. *New Zeland Forestry*, 42:3, 22–27.
- Dange, A. R., Thakare, S. K., Rao, I. B. 2011. Cutting Energy and Force As Required For Pigeon Pea Stems. *Journal of Agricultural Technology*. 7:6, 1485-1493.
- Esehaghbeygi, A., Hoseinzadeh, B., Khazaei, M., Masoumi, M. 2009. Bending and Shearing Properties of Wheat Stem of Alvand Variety. *World Applied Sciences Journal*. 6:8, 1028-1032.
- Freivalds, A. 1987. The Ergonomics of Tools. *International Reviews of Ergonomics*, Taylor ve Francis, 43-75.
- Güzel, E. 2002. Hasat Harman İlkeleri ve Makinaları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 194, Ders Kitapları Yayın No: A-60, Adana.
- Hoseinzadeh, B., Esehaghbeygi, A., Raghmi, N. 2009. Effect of Moisture Content, Bevel Angle and Cutting Speed on Shearing Energy of Three Wheat Varieties. *World Applied Sciences Journal*. 7:9, 1120-1123.
- Hoseinzadeh, B., Shirneshan, A. 2012. Bending and Shearing Characteristics of Canola Stem. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 12:3, 275-281.
- İnce, A., Uğurluay, S., Güzel, E., Özcan, M. T. 2005. Bending and Shearing Characteristics of Sunflower Stalk Residue. *Biosystems Engineering*. 92:2, 175-181.doi:10.1016/j.biosystemseng. 2005.07.003.
- Kanafojski, Cz ve Karwowski, T. 1976. *Agricultural Machines, Theory and Constructions*. Vol 2, Crop-Harvesting Machines, Warsaw, Poland.
- Morettini, A. 1972. *Olivicoltura*. Reda 522. Roma, Italy.

- Moser, E., Özgüven, F., Tunçer, K. İ. 1989. Bağ, Bahçe, Sebze ve Endüstri Kültürlerinde Mekanizasyon Uygulamaları. S:73 İdeal Matbaacılık, Ankara.
- Özkan, Y. 2002. Standart Çeşitlerle Kurulu Ceviz Bahçelerinde Budama ve Terbiye Şekilleri. Türkiye I. Ulusal Ceviz Sempozyumu, 5-8 Eylül, 177-185 Tokat, Türkiye.
- Paivinen. M, Heinimaa. T. 2003. Farklı Ellerin Etkileri Kesme Sırasında Kuvvet Gerektiren Takım Bıçak Kaplamaları . *Uluslararası İndustiri el Ergonomi Dergisi*. 32:22, 139-146.
- Parish, R. L. 1998. Operating Force Requirements for Manuel Pruning Shears. *Applied Engineering in Agriculture*. 14:4, 349-352.
- prEN 1005-3. 1995. Safety of Machinery – Human Physical Performance – Part 3. Recommended Force Limits for Machinery Operation, European Committee for Standardisation.
- Romano E., Bonsignore R., Camillieri D., Caruso L., Conti A., Schillaci G. 2010. Evaluation of Hand Forces During Manual Vine Branches Cutting. International Conference Ragusa SHWA 2010 Eylül 16-18, Ragusa Ibla Campus- Italy
- Roquelaure Y., Dano, C., Dusolier, G., Fanello, S. 2002. Biomechanical Strains on the Hand–Wrist System During Grapevine Pruning. *Int Arch Occup Environ Health*, 75: 591–595 doi: 10.1007/s00420-002-0366-9.
- Sauk, H. 2007. Silajlık Mısır ve Sorgumun Çarpmalı Tip Silaj Makinasıyla Hasadında Makinaya Ait Bazı Yapısal ve İşletme Özelliklerinin Kıyma Uzunluğu ve Enerji Tüketimine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 37, Samsun
- Sessiz, A., Eliçin, A. K., Esgici, R., Özdemir, G., Nozdrovicky, L. 2013. Cutting Properties of Olive Sucker. *Acta Technologica Agriculturae*, 3, 82-86. doi: 10.2478/ata-2013-0021
- Sessiz, A., Esgici, R., Özdemir, G., Eliçin, A. K., Pekitkan, F. G. 2015. Cutting Properties of Different Grape Varieties. *Agriculture & Forestry*, 61:1, 211-216. doi: 10.17707/AgricultForest.61.1.27
- Tüik, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi:15.10.2018)
- Ülkümen, L. ve Özbek, S. 1950. Modern Meyvecilik. Ankara üniversitesi Basımevi, 5-53, Türkiye.
- Wakula, J., Beckmann, T., Hett, M., Landau, K. 2000. Stress-strain-analysis of Grapevine Pruning With Powered and Non-powered Hand Tools. Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress, 30 July- 4 August, 639-642, Darmstadt, Germany.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Mehmet Ali Erdoğan
Doğum Yeri : Balıkesir
Doğum Tarihi : 07.06.1993
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Balıkesir 100.Yıl Endüstri Meslek Lisesi Makine Teknolojileri Bölümü (2011)

Önlisans : Balıkesir Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu Makine Teknolojileri Bölümü (2013)

Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği (2016)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

.....

Yayınlar

Erdoğan, M. A. (2018). Fındıkta Budama Teknikleri. 6th ASM International Congress of Agriculture and Environment, 11-13 Ekim, Özet Kitabı, 60, Samsun, Türkiye.