

**AĞAÇ MEYVELERİNİN HASAT İŞLEMİNDE  
KULLANILAN GÖVDE SARSICI VE AĞAÇ  
ÜZERİNDE OLUŞAN TİTREŞİMLERİN  
BELİRLENMESİ**

**2013  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ**

**Ahmet Emrah ERDOĞDU**

**AĞAÇ MEYVELERİNİN HASAT İŞLEMİNDE KULLANILAN GÖVDE  
SARSICI VE AĞAÇ ÜZERİNDE OLUŞAN TİTREŞİMLERİN  
BELİRLENMESİ**

**Ahmet Emrah ERDOĞDU**

**Karabük Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Makina Mühendisliği Anabilim Dalında  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK  
Ocak 2013**

Ahmet Emrah ERDOĞDU tarafından hazırlanan “AĞAÇ MEYVELERİNİN HASAT İŞLEMİNDE KULLANILAN GÖVDE SARSICI VE AĞAÇ ÜZERİNDE OLUŞAN TİTREŞİMLERİN BELİRLENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Refik POLAT

Tez Danışmanı, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 07 / 01 / 2013

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Refik POLAT (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Türkan AKTAŞ (NKÜ)

Üye : Doç. Dr. Hasan GÖKKAYA (KBÜ)

...../...../ 2013

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nizamettin KAHRAMAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*

Ahmet Emrah ERDOĞDU

## **ÖZET**

**Yüksek Lisans Tezi**

### **AĞAÇ MEYVELERİNİN HASAT İŞLEMİNDE KULLANILAN GÖVDE SARSICI VE AĞAÇ ÜZERİNDE OLUŞAN TİTREŞİMLERİN BELİRLENMESİ**

**Ahmet Emrah ERDOĞDU**

**Karabük Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Makina Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:**

**Prof. Dr. Refik POLAT**

**Ocak 2013, 44 Sayfa**

Mekanik hasat, teknolojinin gelişmesine paralel olarak hızla gelişmekte ve tarım sektöründe çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu çalışmada, mekanik hasat yöntemlerinden olan gövde sarsıcı ile hasat işlemi ağaç üzerinde ve gövde sarsıcı üzerinde oluşan titreşim değerleri belirlenmiştir. Çalışma iki farklı bölgede ve ilde bulunan bahçelerde yapılmıştır. Ölçümler 4 farklı ağaç çeşidinde yapılmıştır. Yalova ilinde; Yalova 1, Yalova 4 ve Serr ceviz ağacı çeşitlerindeki titreşim değerleri belirlenmiştir. Gaziantep ilinde yapılan çalışmada Kırmızı fıstık ağacı çeşidine ait titreşim değerleri belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerde ağaç üzerinde 4, gövde sarsıcı üzerinde 3 olmak üzere toplam 7 nokta seçilmiş ve bu noktalarda titreşim sırasında oluşan ivme, hız ve yer değiştirme değerleri belirlenmiştir. Ayrıca gövde sarsıcı

aracın rölanti halde çalışırken oluşan titreşim değerleri de tespit edilmiştir. Sonuç olarak, rölanti halinde çalışan gövde sarsıcı da yapılan ölçümlerde her iki ilde edilen değerlerin birbirine yakın değerler olduğu belirlenmiştir. Gövde sarsıcı ağaçlara bağlıken yapılan ölçümlerde en yüksek ivme ve hız değerine Serr çeşidi ceviz ağacının ana dal üst kısmında rastlanmıştır. En yüksek yer değiştirme değerine ise Yalova 4 çeşidi ceviz ağacının ana dalında rastlanmıştır. Ölçümlerde en düşük değerlerin genellikle kabin ve koltukta ölçülen değerler olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler** : Gövde sarsıcı, hasat, mekanik sarsıcı, titreşim, ivme, hız, yer değiştirme.

**Bilim Kodu** : 914.1.003

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **SPECIFICATION OF VIBRATIONS OCCURING ON A TREE AND A TRUNK SHAKER USED IN HARVESTING PROCESS OF TREE FRUITS**

**Ahmet Emrah ERDOGDU**

**Karabuk University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Mechanical Engineering**

**Thesis Advisor:**

**Prof. Dr. Refik POLAT**

**January 2013, 44 Pages**

Mechanical harvesting has been rapidly developing in parallel with technological advancement, and has been providing great convenience in agricultural sector. In this study, vibration values that have formed on a tree and a trunk shaker during harvesting process with trunk shaker, which has been a mechanical harvesting method, have been specified. The study has been performed in gardens situated in two different regions and provinces, and measurements have been carried out on 4 different kinds of trees. In the study in Yalova province, vibration values of Yalova 1, Yalova 4 and Serr kinds of walnut trees have been stated. In Gaziantep province, vibration values of red pistachio tree have been specified. The measurements have been performed by selecting totally 7 measurement points, 4 of which have been on the trees and 3 of which have been on the trunk shaker, and acceleration, velocity and displacement values that have occurred on the measurement points during the

vibration process have been identified. In addition, vibration values of the trunk shaker which has worked in idle mode have been specified. As a result, in the measurements performed on the trunk shaker which has worked in idle mode, it has been stated that the values which have been obtained from each provinces have been close to each other. In the measurements which the trunk shaker has been attached on the tree, maximum acceleration and velocity values have been encountered on upper part of main branch of the Serr kind of walnut tree. Maximum displacement value has been come across on main branch of Yalova 4 kind of walnut tree. Also, it has been detected that minimum measurement values have usually been the values that have been measured on trunk shaker's cabin and trunk shaker's seat.

**Keywords** : Trunk shaker, harvest, mechanic shaker, vibration, acceleration, velocity, displacement.

**Science Code** : 914.1.003



## TEŞEKKÜR

Tez çalışmama verdikleri desteklerden dolayı danışman hocam Prof. Dr. Refik POLAT'a, Yalova'da yaptığım çalışmada yardımcı olan Muammer YALÇIN'a, Gaziantep'te yaptığım çalışmada yardımlarını esirgemeyen Hasan Cem BİLİM ve bizlere bahçesinde çalışma yapma imkânı sunan Kasım BÖLER'e, tezimde yaptığım ölçümler boyunca yanımda olan, bana yol arkadaşlığı yapan ve desteğini benden esirgemeyen oda arkadaşım Arş. Gör. Cüneyt UYSAL'a tezime verdikleri her türlü maddi ve manevi destekten dolayı Karabük Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'ndeki araştırma görevlisi arkadaşlarıma, ayrıca hayatımda desteklerini her zaman hissettiğim annem Ayşe ERDOğDU, babam Hüseyin ERDOğDU ve ablam Seda ERDOğDU'ya teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xiii
BÖLÜM 1 .....	1
GİRİŞ .....	1
1.1. MEYVE HASADI.....	1
1.2. MEKANİK HASAT .....	2
1.3. GÖVDE SARSICILAR.....	3
1.4. TİTREŞİM .....	4
BÖLÜM 2 .....	7
LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	7
BÖLÜM 3 .....	16
MATERYAL YÖNTEM VE HESAPLAMALAR .....	16
3.1. ARAŞTIRMADA KULLANILAN CİHAZLAR VE ALETLER .....	16
3.2. ARAŞTIRMANIN YAPILDIĞI BAHÇELER.....	17
3.3. TİTREŞİM DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ .....	19
BÖLÜM 4 .....	22
BULGULAR VE ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	22

4.1. GÖVDE SARSICI RÖLANTİ HALİNDE ÇALIŞIRKEN TESPİT EDİLEN ÖLÇÜM SONUÇLARI .....	22
4.1.1. Ceviz Ağacı Bahçesinde Yapılan Ölçüm Sonuçları .....	22
4.1.2. Antepfıstığı Ağacı Bahçesinde Yapılan Ölçüm Sonuçları.....	24
4.2. AĞAÇ SARSMA İŞLEMİ SIRASINDA TESPİT EDİLEN ÖLÇÜM SONUÇLARI .....	27
4.2.1. Yalova 1 Çeşidi Ceviz Ağacı Ölçüm Sonuçları.....	27
4.2.2. Serr Çeşidi Ceviz Ağacı Ölçüm Sonuçları.....	30
4.2.3. Yalova 4 Çeşidi Ceviz Ağacı Ölçüm Sonuçları.....	33
4.2.4. Kırmızı Çeşidi Antepfıstığı Ağacı Ölçüm Sonuçları .....	36
BÖLÜM 5 .....	40
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR .....	42
ÖZGEÇMİŞ .....	44

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 3.1. Gövde sarsıcı görüntüsü.....	16
Şekil 3.2. Titreşim ölçer.....	17
Şekil 3.3. Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne ait bahçe görüntüsü.....	18
Şekil 3.4. Gaziantep ili antepfıstığı bahçesi görüntüsü.....	19
Şekil 3.5. Ağaç üzerindeki titreşimlerin tespit edildiği noktalar.....	20
Şekil 3.6. Gövde sarsıcının çene ve kabinindeki titreşimlerin tespit edildiği noktalar.....	21
Şekil 3.7. Gövde sarsıcının şoför koltuğundaki titreşimlerin tespit edildiği noktanın görüntüsü.....	21
Şekil 4.1. Rölantide çalışan gövde sarsıcının ivme grafiği (Yalova).....	23
Şekil 4.2. Rölantide çalışan gövde sarsıcının hız grafiği (Yalova).....	23
Şekil 4.3. Rölantide çalışan gövde sarsıcının yer değiştirme grafiği (Yalova).....	24
Şekil 4.4. Rölantide çalışan gövde sarsıcının ivme grafiği (Gaziantep).....	25
Şekil 4.5. Rölantide çalışan gövde sarsıcının hız grafiği (Gaziantep).....	26
Şekil 4.6. Rölantide çalışan gövde sarsıcının yer değiştirme grafiği (Gaziantep).....	26
Şekil 4.7. Yalova 1 ceviz ağacı çeşidi için ivme grafiği.....	29
Şekil 4.8. Yalova 1 ceviz ağacı çeşidi için hız grafiği.....	29
Şekil 4.9. Yalova 1 ceviz ağacı çeşidi için yer değiştirme grafiği.....	30
Şekil 4.10. Serr ceviz ağacı çeşidi için ivme grafiği.....	32
Şekil 4.11. Serr ceviz ağacı çeşidi için hız grafiği.....	32
Şekil 4.12. Serr ceviz ağacı çeşidi için yer değiştirme grafiği.....	33
Şekil 4.13. Yalova 4 ceviz ağacı çeşidi için ivme grafiği.....	35
Şekil 4.14. Yalova 4 ceviz ağacı çeşidi için hız grafiği.....	35
Şekil 4.15. Yalova 4 ceviz ağacı çeşidi için yer değiştirme grafiği.....	36
Şekil 4.16. Kırmızı antepfıstığı ağacı çeşidi için ivme grafiği.....	38
Şekil 4.17. Kırmızı antepfıstığı ağacı çeşidi için hız grafiği.....	38
Şekil 4.18. Kırmızı antepfıstığı ağacı çeşidi için yer değiştirme grafiği.....	39

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 3.1. Titreşim ölçerin özellikleri.....	17
Çizelge 4.1. Gövde sarsıcı rölanti titreşim değerleri (Yalova).....	22
Çizelge 4.2. Gövde sarsıcı rölanti titreşim değerleri (Gaziantep).....	25
Çizelge 4.3. Yalova 1 çeşidi ceviz ağacı titreşim değerleri. ....	28
Çizelge 4.4. Serr çeşidi ceviz ağacı titreşim değerleri. ....	31
Çizelge 4.5. Yalova 4 çeşidi ceviz ağacı titreşim değerleri. ....	34
Çizelge 4.6. Kırmızı çeşidi antep fıstığı ağacı titreşim değerleri. ....	37

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

$c$	: dal yaylanma katsayısı ( $mN^{-1}$ )
$cm^2$	: santimetrekare
dev	: devir
dk	: dakika
$f$	: frekans
g	: gram
h	: saat
ha	: hektar
Hz	: Hertz
k	: sönümlenme katsayısı ( $Nsm^{-1}$ )
kg	: kilogram
kN	: kilo Newton
kW	: kilo watt
m	: metre
mm	: milimetre
N	: Newton
r	: yarı çap
s	: saniye
T	: periyot
t	: zaman (s)
w	: sarsıcı frekans ( $s^{-1}$ )
$\omega$	: açısal hız

## **KISALTMALAR**

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

et al : ve diğerleri (Latince: Et alii)

RPM : revolution per minute

SAE : Society of Automotive Engineers

vb : ve benzeri

vs : vesaire

vd : ve diğerleri

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

#### 1.1. MEYVE HASADI

Meyve hasadı geniş anlamda meyvelerin daldan herhangi bir şekilde ayrılması, toplanması, taşınması, temizlenmesi, sınıflandırılması ve saklanmasıdır. Taze tüketim ve fabrikasyon için meyve hasadı, meyvelerin zedelenebilirlik derecesine göre, farklı hasat yöntemleri, farklı dikim ve ağaç sekil budamasını gerektirmektedir. Taze tüketim için el ile hasat ve bazı alet yardımları kullanılıp, dar sıra ve bodur anaç, üretimi yapılırken, fabrikasyon amacıyla hasat için yüksek boylu ağaçlarda, makine kullanılmaktadır. El ile hasat iri meyveli ağaçlar ile küçük meyveli ağaçlar ve yüksekliğe göre farklılık göstermekte ve bu değer 450-2000 iş gücü saat/ha arasında insan iş gücü gerektirmektedir (Tuncer ve Özgüven, 1989).

Bu değerler % 40-65 üretim maliyetine eşdeğer olmaktadır. Hasadın mekanize edilebilirliğini etkileyen faktörler:

- Çok fazla sayıda çeşit olması,
- Farklı plantaj ve sekil budaması yöntemleri
- Meyvelerin termik-mekanik dayanım azlığı,
- Çok yıllık bitki oluşu,
- Eşzamanız olgunlaşma ve
- Makinelerin ilk satın alma bedelinin yüksek oluşudur (Tuncer ve Özgüven, 1989).



## 1.2. MEKANİK HASAT

Mekanik meyve hasadı; hasat sırasında kullanılan iş gücünde önemli düşüşler sağlanamaması sonucu meyveyi yardımcı aletlerle hasat etme yerine makine kullanarak doğrudan hasat etme düşüncesi ortaya atılmış ve bu amaçla değişik tipte sarsıcılar ve hasat yöntemleri geliştirilmiştir. Meyvenin koparılması sırasında kuvvet meyveye elle hasatta olduğu gibi temas ederek doğrudan ya da meyveye kombine olarak uygulanır (Kirişçi ve Tuncer, 1988).

Elle hasadı kolaylaştırmak amacıyla başlangıçta kullanılan hasat yardımcısı araçlara (merdivenler, sehpa vs.) ilave olarak daha sonraları meyvelerin toplanması ve taşınmasını kolaylaştırmak amacıyla, sıra arasında hareket eden ve traktörle çekilir birden fazla katlı hasat arabaları, hidrolik ve kendi yürür meyve toplama platformları büyük meyve bahçelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, bu çalışmalar iş gücü gereksiniminde önemli bir azalma sağlayamamıştır. Bundan sonra, meyveyi daldan en basit ve en etkin bir şekilde koparabilmenin dal veya gövdenin titreştirilmesiyle (sarsılmasıyla) olanaklı olabileceği anlaşılmıştır. Bu amaçla da, çeşitli tip ve yapıya sahip silkeleyiciler geliştirilmiştir (Keçecioğlu, 1975).

Meyvelerin ağaçtan silkelenmelerini amaçlayan bu yöntem, meyve hasadında teknik ilerlemenin sağlandığı alanlardan bir tanesidir. Mekanik hasatta; ağacın ana gövdesi ya da dallarını sarsan, ağaca dalgalı olarak hava ya da su püskürten, tırmık biçimindeki yakalama kolları ile ağacın içerisine giren vb. makineler kullanılmaktadır.

Mekanik hasat yöntemi, elle toplamanın zor olduğu küçük taneli meyveler ve gıda endüstrisinde kullanılacak her türlü meyve ile sert kabuklu meyvelerin hasadına uygunluk göstermektedir. Sofralık meyvelerin mekanik hasadında da ümit verici gelişmeler görülmektedir. Mekanik hasat yöntemi ile iş verimi el ile toplamaya göre 60 katı kadar artış göstermektedir (Çetinkaya, 1989).

Mekanik hasat yöntemi ile çalışmada iş sırası aşağıdaki gibi açıklanabilir (Erdoğan, 1988).

- Dalda asılı meyvenin ağaçtan kopması için, ağacın ya bir bölümü ya da tamamı silkelenir. Bunun sonunda meyve sallanır. Meyvede oluşan atalet kuvveti, sapta burulma ve çekme gerilmeleri oluşturur. Sap bunları karşılayamaz duruma gelir ve meyve kopar. Bu koşullar altında, sap kopmasını kolaylaştırmak için kimyasal etkileme söz konusu olabilir.
- Düşen meyve, olanaklar ölçüsünde daha aşağıdaki dallardan zarar görmemelidir. Bu amaca; uygun bir ağaç yapısı yetiştirilmesi ve budaması yardımcı olabilir.
- Meyvelerin düşürülmesinde, izin verilen basınç zorlanmaları aşılmamalıdır. Meyvelerin duyarlılığına uygun platform biçimi yeğlenmeli ve meyvelerin platform üzerinde de birbirine çarpması önlenmelidir. Bu, örneğin platform üzerine çok katlı olarak gerilen şeritlerle sağlanabilir.
- Platform üzerindeki meyveler birbirinden bağımsız olarak makine deposuna taşınırlar.
- Taşıma sırasında bir vantilatörle; sap, yaprak vb. istenmeyen maddeler temizlenir. Kiraz gibi sıcaklığa duyarlı meyvelerde özel bir serinletici gereklidir. Bu amaçla soğuk sudan yararlanılabilir.
- Silkeleyici ve tutma platformu meyve bahçesinde kolayca hareket edebilmelidir.

### 1.3. GÖVDE SARSICILAR

Gövde sarsıcılar ya eksantrik ya da atalet kuvvet tipli sarsıcı olarak imal edilmektedirler. Bu tip sarsıcılar ağacın ana dalını sarsmayıp, tümüyle ağacı gövdeden bir defada sarsmaktadır.

Günümüzde întensif tarımın gelişmesiyle bu ekipmanların gelişimi hızlanmış ve karmaşık hale gelmiştir. Bu sistemler;

- Kavrayıcı kelepçe,
- Hidrolik sistem,
- Brandalı toplayıcı sistem ve
- Taşıyıcı-aktarıcı depodan ibarettir (Yürürer, 2006).

Bu tür sarsıcılarda sarsma kuvveti gövde aracılığı ile meyveye iletilir. En yaygın olarak kullanılan gövde sarsıcısı döner hareketli atalet kütleli olanıdır. Bu makinelerde sarsıcı ağaç gövdesine sıkı olarak tespit edildikten sonra iki adet balanslanmamış döner kütlelerin farklı dönme yönü ve hızlarından dolayı istenilen titreşim sağlanır. Bu tip silkeleyicilerde genlik 5–15 mm, frekans 15–20 Hz, güç ihtiyacı 30-70 kW, döner kütlelerin ağırlığı 20-60 kg, sarsıcı ağırlığı 600-1000 kg, gövde çapı ise 15-40 cm'dir. Bu silkeleyicilerde frekans hidrolik varyatör yardımıyla ayarlanmaktadır (Gezer, 1997).

Tek gövdeli ağaçlar için uygun olan bu sarsıcılarda iş verimleri 40-60 ağaç/h'dır. Sarsma sırasında titreşimin iyi iletilebilmesi için gövdenin iyi kavranması gerekir. Ağacı saran bu yüzey 60–100 cm<sup>2</sup> arasında değişir. Yaygın olarak kullanılan kelepçe; içi ceviz kabuklarıyla dolu yastıklardır. Bunlar belli kullanım süresinden sonra özelliğini yitirdiğinden değiştirilmelidir. Kelepçenin ağacı sıkma kuvveti 10-15 kN'u geçmemelidir. Çünkü yerleştirilen kelepçeler ağaç kabuğunu sıyırarak, kambiyum tabakasına zarar verebilir (Kirişçi ve Tuncer, 1988).

Gövde sarsıcıların avantajları; iş verimlerinin yüksek, bakım ve kullanımlarının kolay olması, özel ağaç şekillendirmesini gerektirmemeleri ve ağaç hasarının düşük düzeyde olmasıdır. Dezavantajları ise; büyük ağaçlarda kullanıldığında hasat yüzdesinin düşük olması ve satın alma fiyatlarının yüksek olmasıdır (Çetinkaya, 1989).

#### **1.4. TİTREŞİM**

Bir cismin belirli bir noktaya göre alternatif olarak yer değişimi titreşim hareketi olarak tanımlanır (SAE, 1975).

Bir titreşim hareketinin meydana gelmesi için bir sisteme gereksinme vardır. Bu sistem potansiyel enerjiyi depo eden elastik bir eleman (yay, vb.) ile kinetik enerji depo eden bir eleman (kütle) olmak üzere iki elemandan oluşur. Titreşim elastik elemanla kütle arasında enerji dönüşümü ile oluşan bir harekettir. Bazen bu sisteme, enerji dönüşümü sırasında, sistemden enerji alan sönümlenme elemanı da dâhil edilir.

Titreşim sisteminde sönümleyicinin işlevi; potansiyel ve kinetik enerji değişimi sırasında sistemden enerji olarak, titreşim hareketini sönümlemektir.

Titreşim hareketi, hareketin tekrar özelliğine bağlı olarak düzenli ve rastgele titreşimler olarak ikiye ayrılır. Düzenli (periyodik) titreşim; belirli sürede aynen ve kısmen tekrar eden, rastgele (random) titreşim ise zamana bağlı olarak tekrar özelliği olmayan titreşimdir. Titreşim hareketi; doğrusal ve açısal titreşimler olarak da sınıflandırılır. Doğrusal titreşimlerde; nicelik değişimi, doğrusal, açısal titreşimlerde ise nicelik değişimi açısaldır (Sabancı, 1984).

Periyot (T): Titreşim hareketinin bir tam tekrarının ne kadar süre içinde gerçekleştiğinin ölçüsüdür. Yani titreşimin tekrarlanma süresidir. Birimi saniyedir.

Frekans ( f ): Titreşim hareketinin birim zamanda tekrarlanma sayısıdır. İki değişik şekilde ifade edilir.

- Titreşim hareketinin bir saniye süre içinde tekrarlanma miktarıdır. Birimi hertz (Hz)'dir.
- Titreşim hareketinin bir dakika süre içinde tekrarlanma miktarıdır. Birimi *RPM* (Revolution per minute) olarak alınır.  $RPM/60 = Hz$  olarak dönüşüm yapılabilir.

Frekans ile periyot arasında  $f=1/T$  bağıntısı vardır.

Genlik: Titreşimin şiddetini ifade eder. Eğri üzerindeki sıfır noktası ile tepe noktası arasındaki mesafedir. Birimi uzunluk boyutundadır. Genlik tepe değer, tepeler arası değer, RMS, ortalama olmak üzere dört şekilde ifade edilebilir.

Tepe değer ( $X_0$ ): Sıfır noktasına göre maksimum titreşimleri ifade eder.

Tepeler arası değer ( $2X_0$ ): Pozitif ve negatif yönlerdeki maksimum titreşimleri ifade eder.

Ortalama: Bir sinyalin  $t_1-t_2$  zaman aralığında aldığı değerlerin aritmetik ortalamasıdır.  $Ortalama=0.5 \times \text{Tepe}$  değer ifadesi ile elde edilir.

RMS: Bir sinyalin  $t_1-t_2$  zaman aralığında aldığı değerlerin karelerinin ortalamasının kareköküdür.

Yer değiştirme: Bir kuvvetin etkisi altında kalan kütlenin, sıfır noktasına veya belli bir referans noktasına göre ötelenmesi sonucunda aldığı yol veya yer değiştirme miktarıdır. Birimi uzunluk boyutundadır.

Hız: Birim zamanda alınan yoldur. Matematiksel olarak yer değiştirmenin zamana göre değişimidir. Birimi m/s, mm/s, mikron/s, inç/s, mil/s olabilir.

İvme: Hızda birim zamanda meydana gelen değişimdir. Birimi g,  $m/s^2$ ,  $mm/s^2$ ,  $inç/s^2$  olabilir ( $g= 9.81 m/s^2$ ).

Serbest Titreşim: Elastik bir sistem denge konumundan uzaklaştırılıp bırakıldığında oluşan titreşimdir. Serbest titreşim sırasında her hangi bir dış etki söz konusu olmayıp, sistem doğal frekansı ile titreşmektedir.

Zorlanmış Titreşim: Bu titreşim de sisteme dışarıdan periyodik bir biçimde etkiyen bir dış kuvvet nedeni ile oluşan titreşim tipidir. Frekans burada dış kuvvetin frekansıdır.

Doğal Frekans: Sistemin bir dış etki olmadan yaptığı serbest salınımın frekansıdır.

Rezonans: Sisteme dışarıdan etkiyen periyodik kuvvetin sistemin doğal frekansı ile çakışmasıdır. Sistemler için istenmeyen ve tehlikeli bir durumdur. Rezonansın muhakkak suretle kontrol edilmesi gerekmektedir.

## BÖLÜM 2

### LİTERATÜR ÇALIŞMASI

El ile yapılan hasatın zorluğunun yanı sıra işçilik masraflarının yüksek oluşu ve yeterli sayıda ve yetenekte işçi temininde karşılaşılan sorunlar yeni yöntemlerin araştırılmasını sağlamıştır.

Mekanik hasat ile ilgili yapılan çalışmalar yaklaşık 55 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Mekanik hasatta hedef, ağacın ya da dalın uygun frekansta ve genlikte sallanmasını ve bir sonraki yıl ürün verebilmesi için ağacın zarar görmemesini sağlamaktır.

Lumoria (1958), zeytin ağaçlarında yapmış olduğu çalışmasında 50 mm strok ve 800 dev/dk frekansta ağaçta bulunan zeytinleri %85 oranda verim ile hasat etmeyi başarmıştır.

Markwardt et al. (1964), vişnenin mekanik hasat imkânları konusunda araştırma yapmıştır. Çalışmada ürün zedelenmesini azaltmak için tutma platformu geliştirilmiş ve budama ile gübrelemenin mekanik hasada getireceği kolaylıklar araştırılmıştır. Silkeleyici frekans ve genliğinin, vişnenin kopması üzerindeki etkisi de incelenmiş, kelepçenin ortalama hızının 45,72 m/s'den fazla olması durumunda meyvenin %95'inin düşürülebildiği belirlenmiştir. Genliğin 1 inç (25,4 mm) olması durumunda kabuk hasarının en az olduğu belirtilmiştir.

Kuman (1973) yaptığı çalışmada; titreşimle hasat edici bir makine geliştirmiş ve imal etmiştir. Sistem, bir adet spiral mil ve dişliler yardımıyla döndürülen millere eksantrik olarak yerleştirilmiş kütlelerden oluşmaktadır. Kütlelerin dönüşü sırasında eksantriklikten doğan kuvvet, bir bağlama düzeni vasıtasıyla ağaç dalına

iletebilmektedir. Ağaç dalının değişik frekanslarda titreştirilmesi ile hasat sağlanabilecektir. Makine tarlada denenmemiştir.

Kaynar (1974) yaptığı çalışmada; 1940 yıllarından itibaren meyvelerde mekanik hasat çalışmalarının devam ettiğini ve birçok vibratör tipleri ile çalışmalar yapıldığını bildirmektedir. Vibratör tipleri üzerinde yapılan çalışmalar genel olarak 5 konu üzerinde toplanmaktadır;

- Ağaç sarsma tekniğinin temel kurallarının belirlenmesi,
- Meyve ve ağaç tahribatının en az düzeye indirilmesi,
- Meyve tutunma kuvveti oranlarının azaltılması için kullanılacak kimyasal maddenin tayini,
- Budama tekniğindeki modifikasyonlar,
- Meyve ağaçlarının tür özelliklerinin karakterlerine göre adapte edilebilecek sarsıcıların tasarımı ve geliştirilmesi.

Fridley and Ching (1975), zeytinde titreşimin salınım, rotasyonel ve uzunlamasına üç ögesini saptamışlardır. 850 dev/dk rotasyonel modda sapa tutunma noktasında en büyük etki oluşmuştur.

Keçecioğlu (1975) çalışmasında; kendisi tarafından imal edilen atalet kuvvet tipli bir sarsıcı ile zeytinin mekanik hasat olanaklarını saptamayı ve mekanik hasat için temel verileri ortaya koymayı amaçlamıştır. Zeytin hasadında sarsıcının uygulanmasında zeytin meyvesinin sapa tutunma kuvveti önemli rol oynadığından, önce denemeye alınan zeytin çeşidinde çeşitli olgunluk sahalarında tutunma kuvveti ölçümleri yapılmıştır. İmal edilen bir laboratuvar sarsma düzeneği yardımıyla çeşitli genlik ve frekans kombinasyonlarında tek zeytin meyvesinin sarsma süresini saptamıştır. Buradan da meyvesinin saptan ayrılması için gerekli olan optimal frekans- genlik kombinasyonunu saptama olanağı bulmuştur.

Keçecioğlu araştırmada daha çok atalet kuvvet tipli sarsıcı ile zeytin ağacında yapılan denemelerde dal genişliğine etki eden faktörler üzerinde durmuştur. Sonuçta, bir zeytin dalını belirli bir frekansla sarsmak yerine dalın doğal frekans alanındaki

çeşitli frekanslarla sarsılmasının daha iyi sonuç vereceği bulunmuştur. Denemelerde bu frekans alanının 20-28 Hz olduğunu saptamıştır. Bu alandaki bir frekans ve 20-30 mm'lik bir genlikle çalışmada ağaçtaki zeytin danelerinin %60'ının hasat edildiğini belirtmişlerdir.

Coppock (1976), Turunçgil hasat sistemleri için bir tutma platformunun geliştirilmesi üzerinde çalışarak, uygun tutma platform tasarımı için gerekli özellikleri tespit etmiş ve bunları tablo halinde vermiştir. Ayrıca imal edilmiş bir silkeleyici ve tutma platformunu Turunçgil hasadında deneyerek performans değerlerini tespit etmiştir. Çalışmanın sonucunda; %98,3 hasat yüzdesi elde edilmiştir. Silkeleyicinin hasat verimi ise saatte 16,2 ağaç olarak tespit edilmiştir. Silkeleyici ile tutma platformunun pozisyon alması ve silkeleyicinin, toplam hasat süresinin %64,2'sini kapsadığı bildirilmiştir.

Sabancı (1984), traktörlerde titreşim yalıtım çalışmaları yapmış, sürücü oturağında, kabinde ve çatıda olmak üzere 3 bölümde incelemiştir. Uygulamada en çok ilgi çeken yalıtımın oturak yalıtımı olduğunu belirtmiştir ve başarılı bir oturak yalıtımında; doğal frekans 1-1,5 Hz sönümlenme oranı 0,4-0,5 ve düşey yönlü salınım yolu 100-150 mm arasında bulunduğunu belirtmiştir. Bu çalışmadaki traktör oturaklarındaki sorunlar irdelenmiş, ülkemizde kullanılan oturakların titreşim yalıtım özellikleri incelenmiştir.

Sabancı (1985), titreşimlerin önemli özelliklerinden birisinin titreşim frekansları olduğunu belirtmiştir. Bu özellik açısından traktör titreşimleri 1-80 Hz'lik bir bölgede bulunduğunu ve 1-10 Hz arasında düşük frekanslı, 11-80 Hz arasında yüksek frekanslı titreşimler olmak üzere 2 grupta incelenebileceğini belirtmiştir. Yüksek frekanslı titreşimler motor ve hareket iletim organlarından kaynaklanan periyodik, düşük frekanslı titreşimler ise tekerlek lastiği ile hareket yüzeyi arasındaki uyuşmazlıktan kaynaklanan gelişigüzel karakterli titreşimlerdir. Ergonomik yönde ağırlığı olan titreşimler de düşük frekanslı titreşimlerdir. Traktörü rezonansa geçiren titreşim frekansları 3-5 Hz arasındadır. Rezonans frekanslar, tekerlek lastik basıncıyla doğru orantılı bir ilişki içindedir. Traktör titreşim ivmesi, basınç ve traktör kütlesi ile doğru, sürücü kütlesi ile ters orantılı bir ilişki içindedir. Oturaklarda



yalıtım sürücünün sağlık, güvenlik ve iş başarısı için mutlaka gerekli teknik bir önlemdir. Ancak, bu önlemin yerine getirilebilmesi için 2 önemli sorun vardır.

- 1-1,5 Hz gibi oldukça küçük bir frekansın elde edilebilmesi için maksimum 150 mm'lik yay salınım sınırının bulunması,
- Doğal frekans ve sönümleme oranlarının sürücü kütlesine göre değişimleri ve bunun için gerekli ayar mekanizmalarındaki yapım zorluklarıdır.

Sabancı'ya (1985) göre bu sorunların üzümünde elektro- hidrolik aktif sistemler, teknik olarak başarılı olmasına karşın, ekonomik sorunlarından dolayı uygulamaya geçememiştir. Yay ve sönümleme elemanlı pasif sistemlerin başarısı için araştırmalara gerek vardır. Bir traktör oturağının optimum yalıtımı için öneriler aşağıdaki gibi özetlenebilir. Sistemin doğal frekansı 1-1,5 Hz, sönümleme oranı 0,40-0,50 arasında olmalıdır. Düşey yönlü salınım serbestliği en çok 100-150 mm lik sınırlar arasında olmalı ve salınım düşey doğrultuda, paralelogram sistemleriyle sağlanmalıdır. Çok etkilerinin azaltılabilmesi için, hafif ve yumuşak malzemelerden yapılmış bir minder kullanılmalı, sistem sürücü kütlesine göre ayarlanabilmeli ve bu ayarlar, doğal frekans ve sönümleme oranlarını değiştirmemelidir.

Moser (1989), mekanik meyve hasadı çalışmalarında en önemli unsur meyvenin kütlesi, tutunma kuvveti (kopma direnci), eğilme kuvveti, sap uzunluğu, meyve sertliği, yuvarlanma direnci, elastikiyet modülü, kritik hız ve solunum ısısı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca ağacın eğilmeye karşı direnci, elastikliği, sönümleme katsayısı (içsel ve dışsal sürtünme) ve dalların-gövdenin doğal frekansı; iletilen sarsma kuvvetinin frekansını, genliğini ve ağaç üzerinde yayılımı, rezonansını, diğer bir deyişle meyvenin hasat edilebilirlik derecesini etkilediğini belirtmiştir.

Erdoğan vd. (1992) yaptıkları çalışmada; birçok meyve ağacı üzerinde denemeler yaparak yüksek frekans (25-40 Hz) ve küçük genliklerin (20-25 mm) ağaç yapısı ve meyve bağlantısı nispeten rijit olan koşullarda daha etkili olduğunu göstermiştir. Düşük frekans (1,5-6 Hz) ve büyük genlikler (100-125 mm) sğdms ya da meyveleri uzun dallarda kütleler halinde aşağıya sarkan ağaçlarda etkili bulunmuştur. Turunçgillerde ise 100-125 mm genlik ve 1,6-5,9 Hz'lik frekans uygulamaları iyi

sonuç vermiştir. Araştırma bulgularına göre düşük frekanslarda meyvelerin düşürülmesinde birden fazla silkelemenin gerekli olduğu ve bunu meyveye veya ağaca zarar verebileceği, yüksek frekanslarda ise meyvelerin yerlerinde kalma eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca koparma için geometrik ölçüler, kütle, yoğunluk ve kopma kuvveti önem taşımaktadır.  $H/m_z$  (koparma kuvveti/meyve ağırlığı) oranı silkeleme ile düşürmede kolaylık derecesi için bir göstergedir.

Toprak ve Belek (1993) yaptıkları çalışmada; makine performansı belirleme çalışmasında kullanılacak titreşim ölçüm yöntemleri üzerinde durmuşlardır. Çalışmada, yer değiştirme sinyalinin bilinmesi durumunda bu sinyalin birinci ve ikinci türevleri alınarak hız ve ivme sinyallerinin bulunabileceğini vurgulanmıştır. Ölçüm değeri olarak ivmenin integrali alınarak yer değiştirme ve hız değerlerinin bulunabileceğini belirtmişlerdir.

Orak ve Par (1996), engebeli bir arazi üzerinde hareket eden bir traktör modeline ait sürücü oturağı parametrelerinin optimizasyonu ile ilgili çalışmışlardır. Tekerlek lastikleri bir yay amortisör sistemi olarak kabul edilmiştir. Sisteme ait denklemler Newton Kanunu yardımıyla elde edilmiş ve sayısal çözüm bilgisayar programıyla yapılmıştır. Traktör gövdesinin ve sürücü oturağının yer değiştirmesi ve ivmesi hesaplanmış optimal sisteme ait frekans ve zaman eğrileri incelenmiştir. Farklı yay katsayısı ve sönüm katsayısı için yer değiştirme ve ivme grafikleri çizilmiştir.

Traktör titreşim bileşenlerinin ergonomik açıdan en önemlisi düşey titreşimidir. Çünkü düşey yönlü bileşenler diğerlerinden hem nicelik olarak daha büyük değerlere sahiptir, hem de insanın bu titreşimlere karşı duyarlılığı yüksektir. Bu nedenle günümüze değin yapılan çalışmaların çoğunda diğer titreşim bileşenleri ihmal edilerek, düşey titreşimler incelenmiştir.

Bu çalışmada, sürücü oturağı parametrelerinin çeşitli değerleri için oturağın ve traktör gövdesinin ivmesi ve yer değiştirmesi bulunmuş, optimal sisteme ait frekans ve zaman cevabı eğrileri incelenmiştir. Araştırma ile şu sonuçlara varılmıştır.

Yay katsayısı 5000 N/m iken sönüm katsayısı 100-500-1000 Ns/m olduğunda; traktör gövdesinin yer değiştirmesi ve ivmesi azaltılarak sürücü oturağına iletilmektedir. Sönüm katsayısı 100 Ns/m olduğunda sürücü oturağının iletkenliği, sönüm katsayısı 500-1000 Ns/m durumuna göre daha düşüktür. Sönüm katsayısını arttırmanın yararlı olmadığı görülmektedir.

Yay katsayısı 10000 N/m iken sönüm katsayısı 100-500-1000 Ns/m olduğunda; traktör gövdesinin yer değiştirmesi sürücü oturağına arttırılarak, ivmesi ise azaltılarak iletilmektedir. Sönüm katsayısı 100-500-1000 Ns/m değiştiği durumlarda iletkenlik oranları birbirine yakın olmaktadır. Sönüm sabitini arttırmak iletkenliğin azaltılmasında fazla etkili olmamaktadır. Yay katsayısı 10000 N/m olunca bulunan iletkenlik değerleri, yay katsayısı 5000 N/m durumundakinden daha büyüktür. Yay katsayısının arttırılması yalıtımı olumsuz olarak etkilemiştir.

Yay katsayısı 15000 N/m, sönüm katsayısı 100-500-1000 Ns/m olduğunda; traktör gövdesinin yer değiştirmesi bütün frekanslarda ( 1-10 Hz ) sürücü oturağına arttırılarak iletilmekte, ivme ise 1-2 Hz aralığında arttırılarak, 2 Hz' den sonra azaltılarak iletilmektedir. Bu duruma ait iletkenlik değerleri, yay katsayısının 5000-10000 N/m olduğu durumlara göre daha yüksektir. Yay katsayısı 15000 N/m iken, sönüm katsayısının arttırılması iletkenliği azalmakta ve yalıtım daha başarılı olmaktadır. Bu incelemelerde olduğu gibi daha değişik yay ve sönüm katsayılarının seçimi ile iletkenliğin azaltılıp daha iyi yalıtım sağlanması mümkündür.

Işık (2002), titreşimli (sarsıntılı) zeytin hasat makinesinin mekanizma yapısını incelemiş ve bilgisayar ortamında kinematik analizi yaparak, teorik performansının sınır değerlerini saptamıştır. Bu çalışmada materyal olarak yerli olarak üretilen titreşimli zeytin hasat makinesi kullanılmıştır. Titreşimli zeytin hasat makinelerinde kullanılan krank-biyel mekanizmasının kinematik analizi sonucunda, biyel uzunluğu sabit kalmak koşuluyla, değişen krank uzunluklarının mekanizmanın ivme eğrilerinde değişimlere neden olduğunu belirtmiştir. 2 cm, 3cm ve 4 cm krank uzunluklarında elde edilen ivme-zaman eğrileri mekanizmayı dinamik kuvvetler açısından zorlamayacağını vurgulamıştır. Ancak 5 cm, 6 cm ve 7 cm krank uzunluklarında elde edilen eğrilerin belirli noktalarında dalgalanmalardan dolayı

dengelenemeyecek dinamik kuvvetler ortaya çıkarabileceğini bildirmiştir. Ayrıca 10 cm, 12 cm ve 14 cm genlik değerlerinin ise hasat işlemi sırasında dal kırılmalarına neden olduğunu bildirmiştir

Lang (2005), meyve ağacının dinamik yapısının sarsıcı dizaynın da etkili olan bazı parametreleri, dal yaylanma katsayısı, dalın yer değiştirmesi ve ağacın bazı dinamik özelliklerinin etkisini ortaya koymuştur. Bu çalışmada;

$$M_t \cdot x_M + k \cdot x_M + 1/c \cdot x_M = m \cdot r \cdot w^2 \cdot \sin wt \quad (2.1)$$

Denklemden;

$M_t$  = Toplam kütle (kg)

$x_M$  = Dalın ivmesi ( $ms^{-2}$ )

$k$  = Sönümleme katsayısı ( $Nsm^{-1}$ ),

$x_M$  = Dal hızı ( $ms^{-1}$ ),

$c$  = Dal yaylanma katsayısı ( $mN^{-1}$ ),

$x_M$  = Dalın yer değiştirme miktarı (m),

$m$  = Dengesizlik ağırlıklarının toplamı (kg),

$r$  = Dengesizlik kütlelerinin merkezden kaçıklığı (m),

$w$  = Sarsıcı frekansı ( $s^{-1}$ ),

$t$  = Zaman (s)'dir.

Kütle sarsıcılarında;

$$P_r = mrw^3 x/2 [\sin(2wt - \phi) + \sin \phi] \quad (2.2)$$

Burada;

$P_r$  = Güç (kW),

$\phi$  = Faz açısı (rad),

$x$  =  $s/2$ ,

$s$  = Strok (m),

$s = 2mr/Mt$ ,

$m$  = Balanssızlık kütleleri (kg),  
 $M_t$  = Toplam kütle (kg),  
 $M_t = M+m+M_m$  (kg),  
 $M$  = Sarsıcının kütlesi (kg),  
 $M_m$  = Ağacın kütlesi(sarsıcısız) (kg),  
 $w$  = Sarsıcının frekansı (rad/s),  
 $r$  = Balanssızlık kütlelerinin merkezden kaçıklığı (m)'dir.

Lang'a (2005) göre mekanik hasat parametrelerinde önemli olan diğer parametrelerde ağaç gövdesinin ve ana kökün özellikleridir. Buna göre hasatta etkili parametrelerden olan ağacın yüksekliği, kökün genişliği, ağırlık merkezinin yeri ve sarsıcının bağlanma yüksekliğine bağlı olarak ağaca uygulanan titreşim değişmektedir. Bu değişim aşağıdaki formülle ifade edilmiştir.

$$P = Kg^2/Aum+Kd \quad (2.3)$$

Burada;

$P$  = Sarsıcının toprak zemininden bağlanma yüksekliği (cm),  
 $Aum$  = Ağacın ağırlık merkezinin toprak zemine olan uzaklığı (cm),  
 $Kd$  = Ağaç kök genişliği (cm),  
 $Kg$  = Ağaç kök derinliği (cm)'dir.

Polat vd. (2006), erik ağaçlarında hasat tekniği açısından meyve tutunma kuvveti ve yaylanma rijiditesinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlar ve meyvelerinin hasadına yönelik olarak bir makine seçimi ya da tasarımının yapılması ve hasadın mekanik yöntemlerle gerçekleştirilebilmesi için öncelikle bazı ağaç ve meyve özelliklerinin belirlenmesinin zorunlu olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmada erik meyvesinin mekanik yöntemle hasat edilmesine yönelik olarak sarsıcı tasarımı veya seçiminde ve hasat parametrelerinin (genlik ve frekans gibi) belirlenmesinde önemli olan, ağaç dinamik özelliklerinden yaylanma rijitliğinin ve meyve tutunma kuvvetinin belirlenmesi amaçlamışlardır. Araştırma kapsamında yaylanma rijitliğini ağacın dal ve gövdesi için ayrı ayrı belirlemişlerdir. Ayrıca dal ve gövde çaplarının

yaylanma rijitliği üzerine olan etkisini tespit etmişlerdir. Meyve tutunma kuvvetinin meyve ağırlığına oranı hesaplanarak zamana göre değişimlerini belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre ağaç dal ve gövde çaplarının artmasıyla birlikte yaylanma rijitliğinin arttığı belirlenmiştir. Erik ağaçları için dal yaylanma katsayısı 3-4 cm aralığındaki dallar için ortalama 52,01 N/cm ve 7-8 cm aralığındaki dallar için ise 75,11 N/cm olarak belirlenmiştir. Gövde yaylanma katsayısı 8-9 cm çaplı gövdelerde ortalama 203,18 N/cm ve 12-13 cm çaplı gövdelerde 321,53 N/cm olarak bulunmuşlardır. Meyve tutunma kuvveti zamana bağlı olarak azalmakta olduğunu belirlemişlerdir. Ölçümlerin başlanmasını takiben 4. hafta sonunda meyve tutunma kuvveti 114 N ve meyve ağırlığı 46,5 g olarak bulmuşlardır.

Torregrosa et al. (2009), İspanya'da yaptıkları çalışmalarında 8 farklı meyve bahçesinde deneyler yapmışlardır. Gövde sarsıcı ve elle taşınır sarsıcı olmak üzere iki farklı tip sarsıcı kullanmışlardır. Çalışmada meyve çekiş kuvveti, hasat edilen meyve yüzdesi ve ağacın zararı incelenmiştir. Gövde sarsıcı ile yapılan testlerde 15 Hz civarı frekanslarda sallamanın yeterli olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca 5 saniyelik ilk sallama ile meyvelerin hemen hemen hepsinin düştüğü, ikinci 4-5 saniyelik sallama ile de kabul edilebilir meyve hasadına ulaşıldığı belirtilmiştir.

Castro-Garcia et al. (2012), fıstık ağaçlarında yaptıkları çalışmalarında titreşim sürecini analiz etmişler ve ağaçta herhangi bir zarar oluşmadan meyve hasadını oranını azami seviyeye ulaştırmayı amaçlamışlardır. Gövde sarsıcının, makine ve makinayı kullanan operatör tarafından ağaca verilecek zararın sınırlandırıldığı yeterli bir hasat sistemi olduğunu belirtmişlerdir. Hasat zamanının, ağaç gövdesi ve kabuğuna verilmesini önlemek için önemli bir etken olduğunu belirtmişlerdir.

## BÖLÜM 3

### MATERYAL YÖNTEM VE HESAPLAMALAR

#### 3.1. ARAŞTIRMADA KULLANILAN CİHAZLAR VE ALETLER

Araştırmada gövde sarsma işlemi için Şekil 3.1’de görülen Berardinucci firmasının Red Devil marka gövde sarsıcı makinası kullanılmıştır. Gövde sarsıcı, titreşimler ölçülürken 70 bar basınçta ve 1500 dev/dk devirde çalıştırılmıştır.



Şekil 3.1. Gövde sarsıcı görüntüsü.

Titreşim ölçümünde Şekil 3.2’de görülen VT300 Vibration Meter kullanılmıştır. Cihaz ivme, hız ve yer değiştirme miktarlarını ayrı değerler halinde ölçmektedir. Cihazın ölçüm özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Titreşim ölçerin özellikleri.

Ölçüm Aralığı	İvme ( $m/s^2$ )	0,1 $m/s^2$ – 392
	Hız (cm/s)	0,01 cm/s – 80
	Yer Değiştirme (mm)	0,001 mm-18,1



Şekil 3.2. Titreşim ölçer.

### 3.2. ARAŞTIRMANIN YAPILDIĞI BAHÇELER

Ölçümler Yalova ve Gaziantep ili olmak üzere iki farklı bölge ve ilde yapılmıştır. Yalova’da yapılan ölçümler Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü’ne ait ceviz ağacı bahçesinde yapılmıştır. Bahçenin toprak yapısı alüvyal topraktır.



Bahçe sulanmayan, susuz bahçe olarak tanımlanmaktadır. Burada üç farklı ceviz ağacı cinsinde üç tekerrür olarak ölçümler yapılmıştır. Ağaçların ve gövde sarsıcının çeşitli noktalarındaki titreşim değerleri tespit edilmiştir.

Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde bulunan ve üzerinde titreşim değerleri ölçümü yapılan ceviz ağaçlarının görüntüsü Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne ait bahçe görüntüsü.

Titreşim ölçümleri alınan ağaçlar;

- 19 yıllık Yalova-1 çeşidi ceviz ağacı,
- 19 yıllık Serr çeşidi ceviz ağacı,
- 19 yıllık Yalova-4 çeşidi ağacı,

olarak seçilmiştir.

Gaziantep ili Nizip ilçesinde titreşim ölçümleri alınan antepfıstığı bahçesi görüntüsü Şekil 3.4'te verilmiştir. Bahçenin toprak yapısı altı kireç kaya kırmızı topraktır. Bahçe damlama sulama yöntemi ile sulanmaktadır. Bahçede ölçüm yapılan ağaçların hepsi Kırmızı çeşit ve 23 yıllık ağaçlardır.



Şekil 3.4. Gaziantep ili antepfıstığı bahçesi görüntüsü.

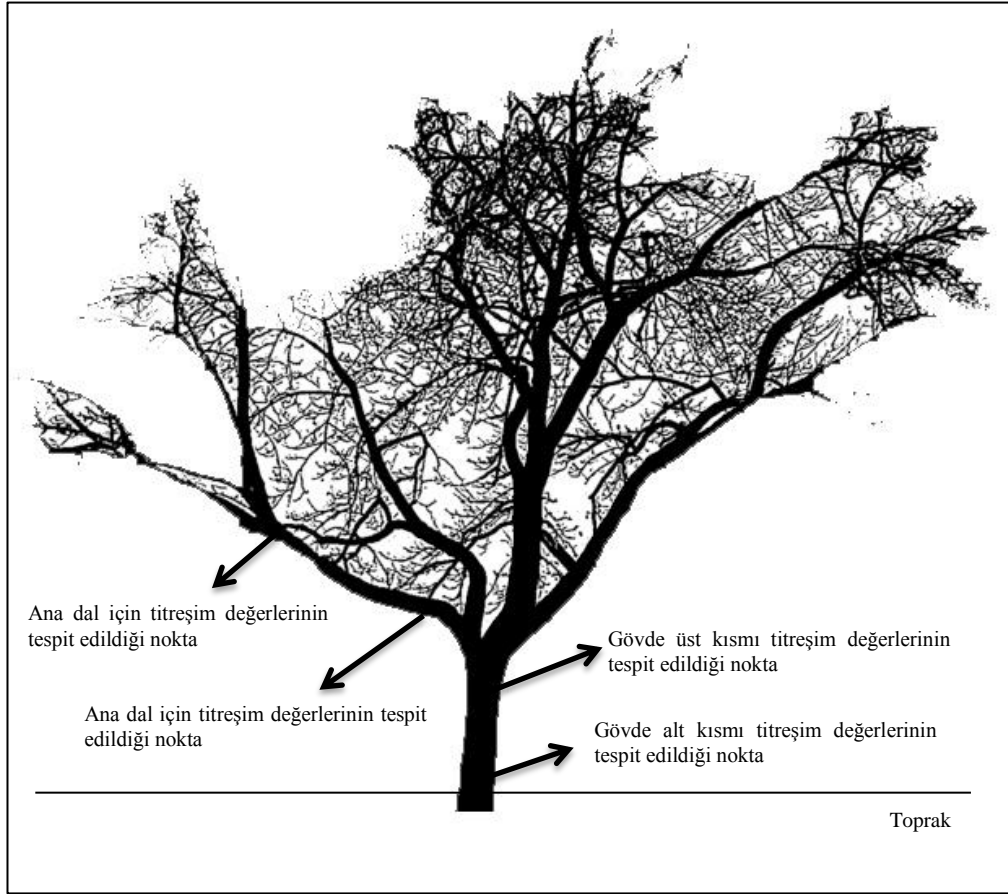
### 3.3. TİTREŞİM DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

Titreşim değerlerini saptamak için ceviz ağaçlarında 3 farklı ceviz çeşidinde ve her bir çeşit için 3 farklı tekerrürde denemeler yapılmıştır. Antepfıstığı denemelerinde ise Kırmızı çeşidi kullanılmış ve 3 tekerrürlü olarak denemeler yapılmıştır.

Gövde sarsıcı seçilen ağaçlara bağlıken ağaçların ve gövde sarsıcının farklı noktalarına titreşim ölçer cihazımızın mıknatıslı ucu bağlanmıştır. Bir ağaç gövde sarsıcı ile sarsılarak titreşim değerleri tespit edilirken, ağaç üzerinde 4 farklı nokta ve gövde sarsıcı üzerinde 3 farklı nokta seçilerek toplam 7 farklı noktadaki titreşim

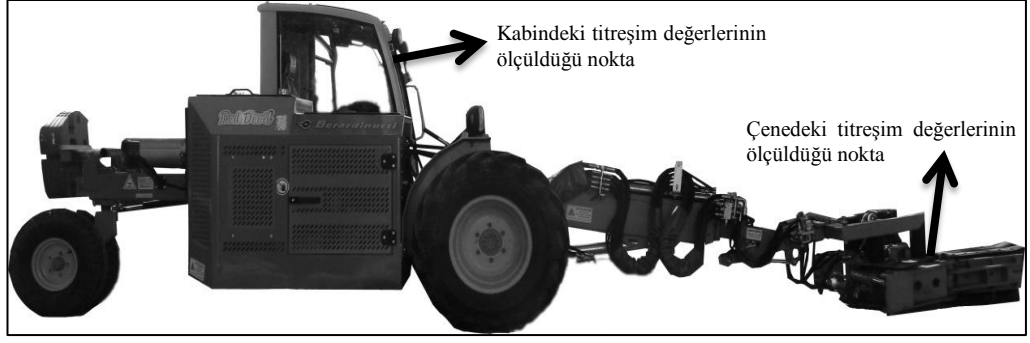
değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca gövde sarsıcı rölantide çalışırken üzerindeki farklı noktalarda titreşim değerleri tespit edilmiştir.

Ölçümlerin yapılması için ağaç üzerinde; gövde sarsıcının bağlantı noktasının alt kısmı (gövde alt), gövde sarsıcı bağlantı noktasının üst kısmı (gövde üst), ana dal ve ana dalın üst kısmı seçilmiştir (Şekil 3.5).

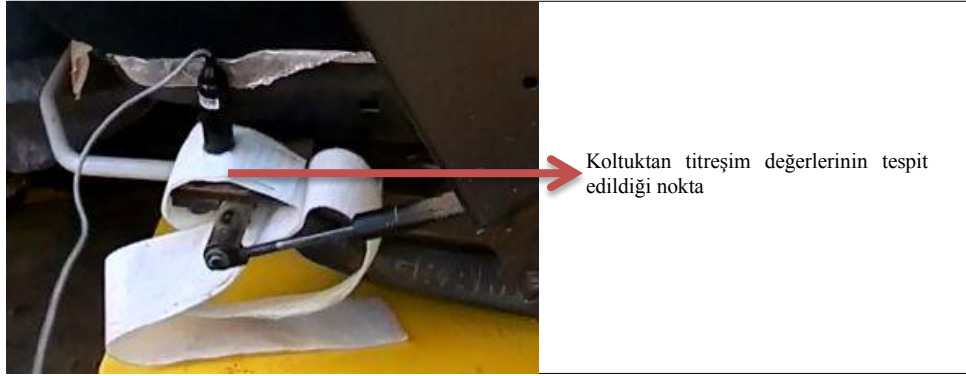


Şekil 3.5. Ağaç üzerindeki titreşimlerin tespit edildiği noktalar.

Gövde sarsıcı araç üzerinde yapılan ölçümlerde, çene, kabin ve sürücünün oturduğu koltuktan titreşim değerleri tespit edilmiştir (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Gövde sarsıcının çene ve kabinindeki titreşimlerin tespit edildiği noktalar.



Şekil 3.7. Gövde sarsıcının şoför koltuğundaki titreşimlerin tespit edildiği noktanın görüntüsü.

## BÖLÜM 4

### BULGULAR VE ARAŞTIRMA SONUÇLARI

#### 4.1. GÖVDE SARSICI RÖLANTİ HALİNDE ÇALIŞIRKEN TESPİT EDİLEN ÖLÇÜM SONUÇLARI

Gövde sarsıcı üzerinde çene, kabin ve koltuk üzerinden titreşim değerleri alınmıştır. Koltuktaki titreşim değerleri sürücüyü doğrudan etkilediği için ayrıca önem arz etmektedir. Koltukta titreşim yalıtımı şoförün sağlığı, güvenliği ve işi verimli bir şekilde yapması için mutlaka gerekli bir önlemdir. (Sabancı, 1985; Orak ve Par, 1996).

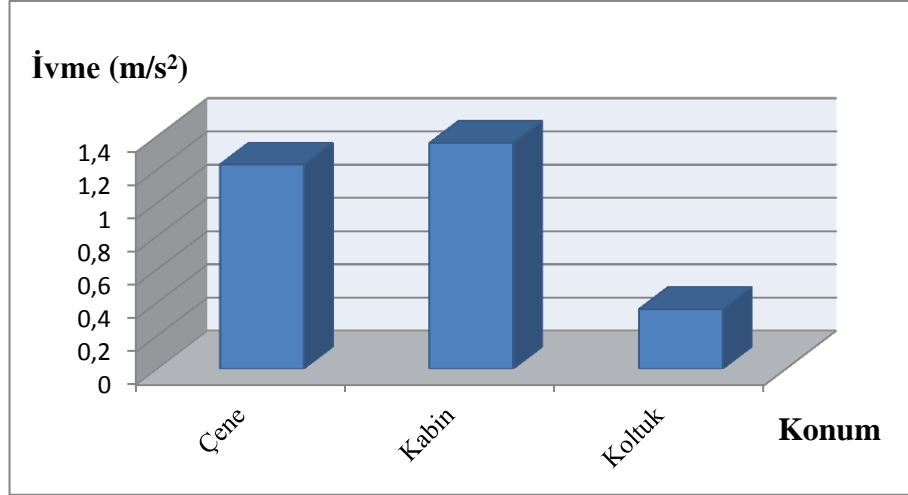
##### 4.1.1. Ceviz Ağacı Bahçesinde Yapılan Ölçüm Sonuçları

Yalova ilinde ceviz ağacı bahçesinde yapılan ölçümlerde gövde sarsıcının rölanti halinde çalışırken elde edilen titreşim değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Gövde sarsıcı rölanti titreşim değerleri (Yalova).

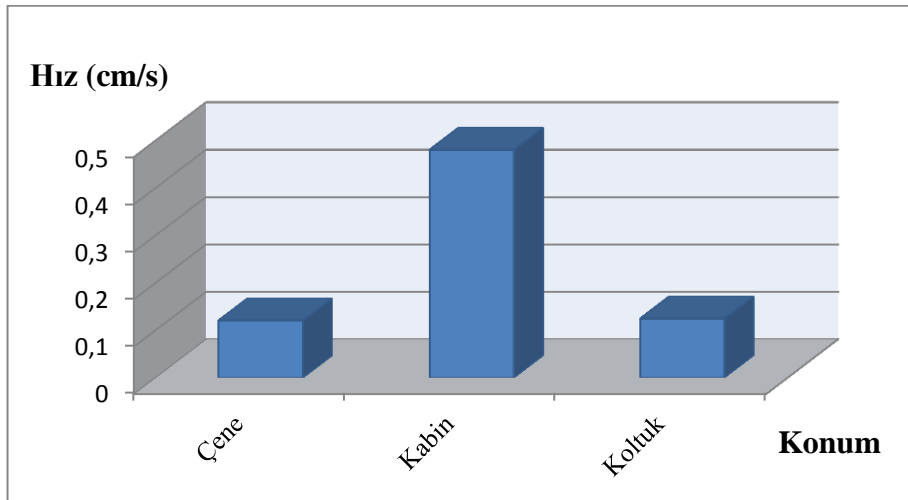
Alındığı Nokta		En Yüksek Değer (Peak)	Ortalama Değer (RMS)
Çene	İvme ( $m/s^2$ )	1,23	0,88
	Hız (cm/s)	0,121	
	Yer Değiştirme (mm)	0,0271	
Kabin	İvme ( $m/s^2$ )	1,36	0,97
	Hız (cm/s)	0,481	
	Yer Değiştirme (mm)	0,0743	
Koltuk	İvme ( $m/s^2$ )	0,36	0,25
	Hız (cm/s)	0,125	
	Yer Değiştirme (mm)	0,0219	

Ceviz ağacı bahçesinde yapılan gövde sarsıcının rölanti halindeki titreşim değerlerinin ölçümünde elde edilen ivme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.1'de verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek ivme değeri kabinde ( $1,36 \text{ m/s}^2$ ) ve en düşük ivme değeri de koltukta ( $0,36 \text{ m/s}^2$ ) tespit edilmiştir.



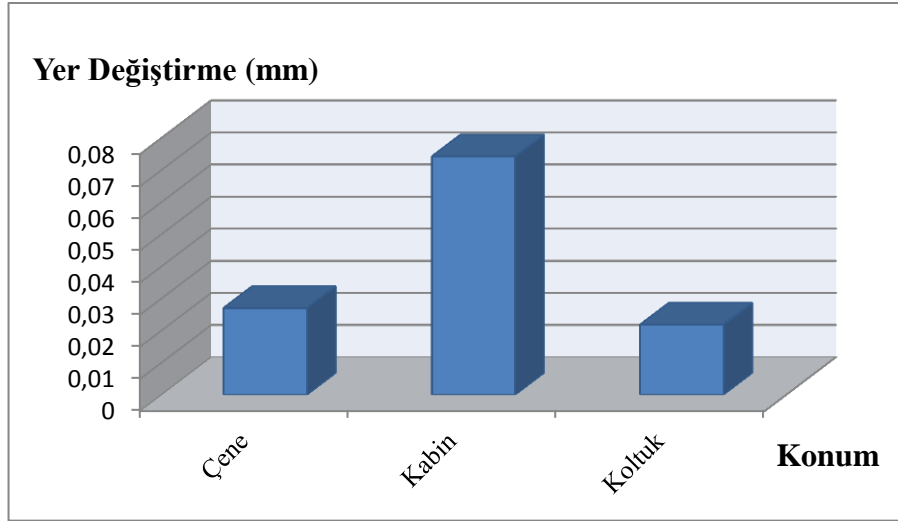
Şekil 4.1. Rölantide çalışan gövde sarsıcının ivme grafiği (Yalova).

Ceviz ağacı bahçesinde yapılan gövde sarsıcının rölanti halindeki titreşim değerlerinin ölçümünde elde edilen hız değerleri grafiksel olarak Şekil 4.2'de verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek hız değeri kabinde ( $0,481 \text{ cm/s}$ ) ve en düşük hız değeri de çenede ( $0,121 \text{ cm/s}$ ) tespit edilmiştir ayrıca koltuktaki hız değeri de çene değerine çok yakın ( $0,125 \text{ cm/s}$ ) tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Rölantide çalışan gövde sarsıcının hız grafiği (Yalova).

Ceviz ağacı bahçesinde yapılan gövde sarsıcının rölanti halindeki titreşim değerlerinin ölçümünde elde edilen yer değiştirme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.3'de verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek yer değiştirme değeri kabinde (0,0743 mm) ve en düşük yer değiştirme değeri de koltukta (0,0219 mm) tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Rölantide çalışan gövde sarsıcının yer değiştirme grafiği (Yalova).

#### 4.1.2. Antepfıstığı Ağacı Bahçesinde Yapılan Ölçüm Sonuçları

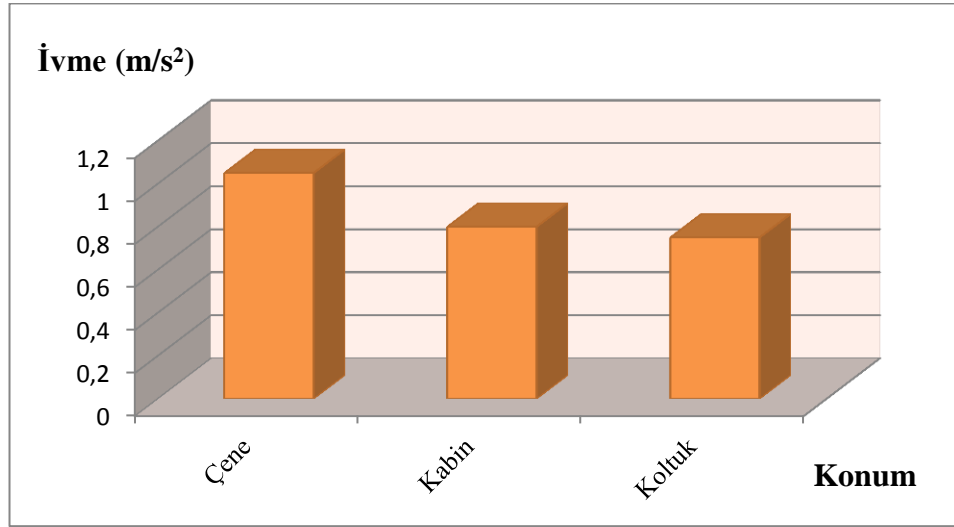
Gaziantep ili Nizip ilçesinde bulunan antepfıstığı bahçesinde yapılan ölçümlerde gövde sarsıcının rölanti halinde çalışırken elde edilen titreşim değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Antepfıstığı bahçesinde yapılan gövde sarsıcının rölanti halindeki titreşim değerlerinin ölçümünde elde edilen ivme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.4'te verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek ivme değeri çenede ( $1,05 \text{ m/s}^2$ ) ve en düşük ivme değeri de koltukta ( $0,75 \text{ m/s}^2$ ) tespit edilmiştir.

Antepfıstığı bahçesinde yapılan gövde sarsıcının rölanti halindeki titreşim değerlerinin ölçümünde elde edilen hız değerleri grafiksel olarak Şekil 4.5'te verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek hız değeri çenede ( $0,199 \text{ cm/s}$ ) ve en düşük hız değeri de koltukta ( $0,135 \text{ cm/s}$ ) tespit edilmiştir.

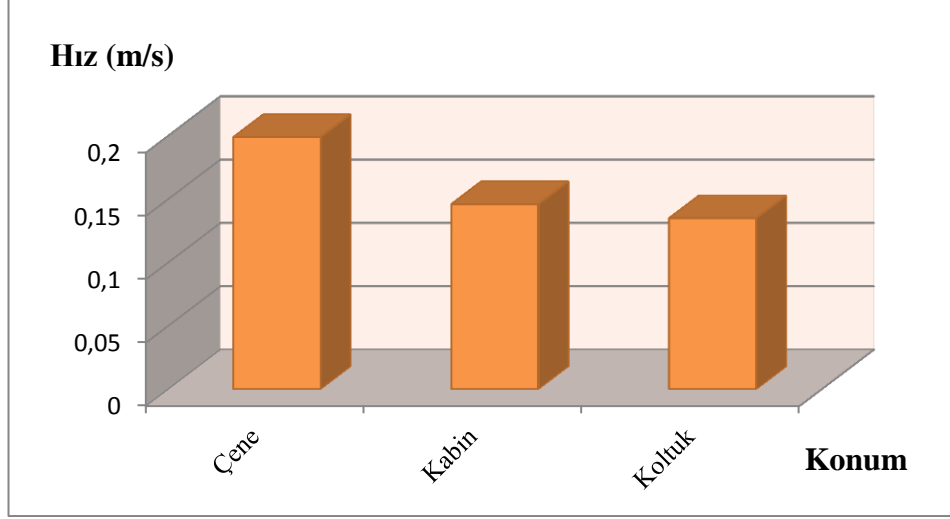
Çizelge 4.2. Gövde sarsıcı rölanti titreşim değerleri (Gaziantep).

Alındığı Nokta		En Yüksek Değer (Peak)	Ortalama Değer (RMS)
Çene	İvme ( $m/s^2$ )	1,05	0,74
	Hız (cm/s)	0,199	
	Yer Değiştirme (mm)	0,04	
Kabin	İvme ( $m/s^2$ )	0,8	0,56
	Hız (cm/s)	0,146	
	Yer Değiştirme (mm)	0,012	
Koltuk	İvme ( $m/s^2$ )	0,75	0,54
	Hız (cm/s)	0,135	
	Yer Değiştirme (mm)	0,0179	



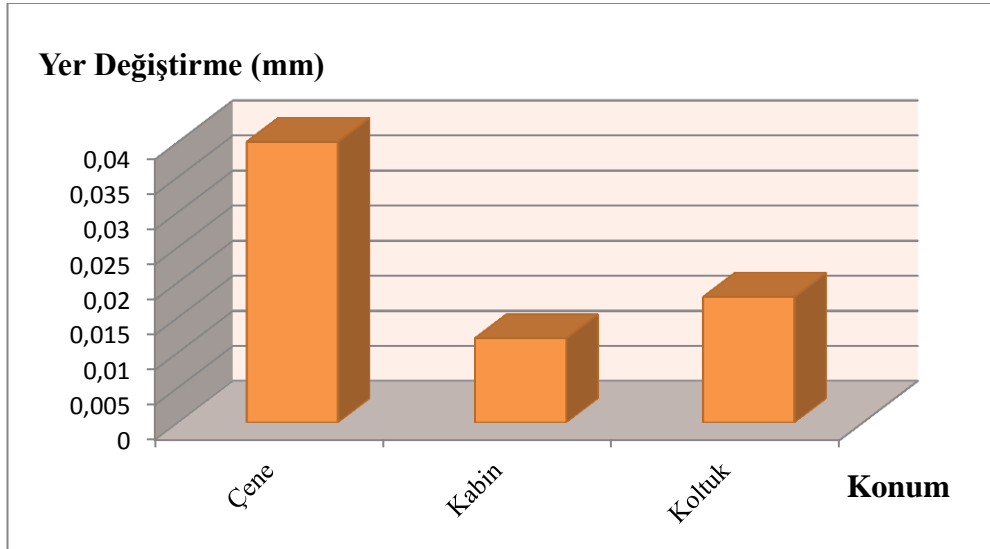
Şekil 4.4. Rölantide çalışan gövde sarsıcının ivme grafiği (Gaziantep).





Şekil 4.5. Rölantide çalışan gövde sarsıcının hız grafiği (Gaziantep).

Antepfıstığı bahçesinde yapılan gövde sarsıcının rölanti halindeki titreşim değerlerinin ölçümünde elde edilen yer değiştirme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.6'da verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek yer değiştirme değeri çenede (0,04 mm) ve en düşük yer değiştirme değeri de kabinde (0,012 mm) tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. Rölantide çalışan gövde sarsıcının yer değiştirme grafiği (Gaziantep).

## 4.2. AĞAÇ SARSMA İŞLEMİ SIRASINDA TESPİT EDİLEN ÖLÇÜM SONUÇLARI

Ağaç üzerinde titreşimler ölçülürken dikkat edilmesi gereken önemli etkenlerden biri hasat zamanıdır. Hasat zamanı dışında yapılan işlemlerde ağacın gövdesi ve kabuğunda ciddi sorunlar oluşabilmektedir. Ağacın yüksekliği, kökün genişliği, ağırlık merkezinin yeri ve sarsıcının bağlanma yüksekliğine bağlı olarak ağaca uygulanan titreşim değerleri değişim göstermektedir (Lang, 2005; Castro-Garcia et al., 2012).

### 4.2.1. Yalova 1 Çeşidi Ceviz Ağacı Ölçüm Sonuçları

Yalova ilinde bulunan ceviz ağacı bahçesinde yapılan çalışmada ilk olarak Yalova 1 çeşidi ceviz ağacındaki titreşim değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen ivme, hız ve yer değiştirme değerlerinin ortalaması Çizelge 4.3'te verilmiştir.

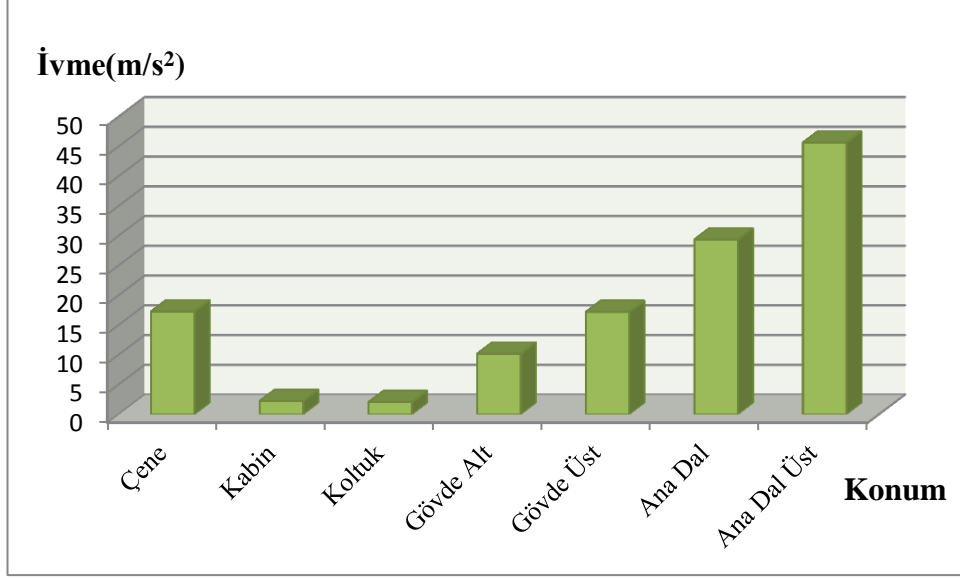
Ölçümler sonucunda elde edilen ivme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.7'de verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek ivme değeri ağacın ana dalının üst kısmında ( $2,1 \text{ m/s}^2$ ) ve en düşük ivme değeri de ağacın gövdesinin alt kısmında ( $0,18 \text{ m/s}^2$ ) tespit edilmiştir. Ağacın gövdesinin alt ve üst kısmında birbirine çok yakın değerler tespit edilmiştir.

Ölçümler sonucunda elde edilen hız değerleri grafiksel olarak Şekil 4.8'de verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek hız değeri gövde sarsıcının çenesinde ( $0,71 \text{ cm/s}$ ) ve en düşük hız değeri de gövde sarsıcının kabininde ( $0,017 \text{ cm/s}$ ) tespit edilmiştir.

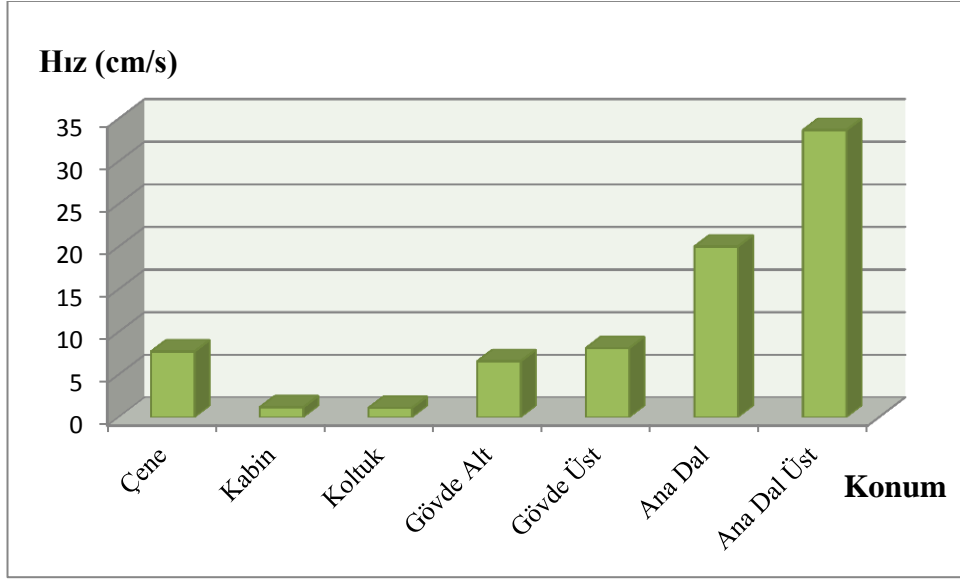
Ölçümler sonucunda elde edilen yer değiştirme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.9'da verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek yer değiştirme değeri ana dalın üst kısmında ( $0,49 \text{ mm}$ ) ve en düşük yer değiştirme değeri de gövdenin alt kısmında ( $0,021 \text{ mm}$ ) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Yalova 1 çeşidi ceviz ağacı titreşim değerleri.

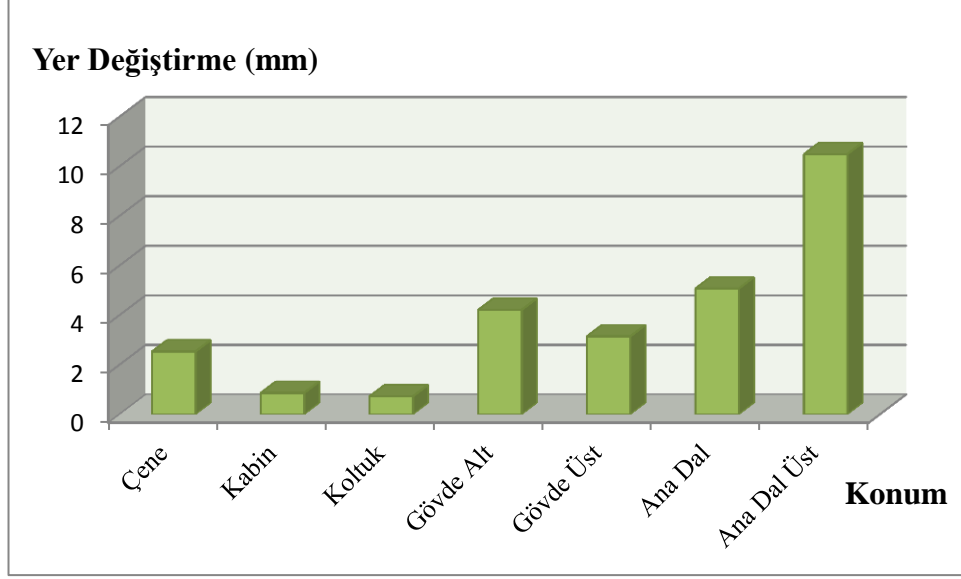
Alındığı Nokta		En Yüksek Değer (Peak)	Ortalama Değer (RMS)
Çene	İvme ( $m/s^2$ )	17,28	8,12
	Hız (cm/s)	7,71	
	Yer Değiştirme (mm)	2,53	
Kabin	İvme ( $m/s^2$ )	2,22	1,09
	Hız (cm/s)	1,17	
	Yer Değiştirme (mm)	0,86	
Koltuk	İvme ( $m/s^2$ )	2,03	1,87
	Hız (cm/s)	1,09	
	Yer Değiştirme (mm)	0,72	
Gövde Alt	İvme ( $m/s^2$ )	10,18	6,56
	Hız (cm/s)	6,57	
	Yer Değiştirme (mm)	4,21	
Gövde Üst	İvme ( $m/s^2$ )	17,19	14,13
	Hız (cm/s)	8,11	
	Yer Değiştirme (mm)	3,14	
Ana Dal	İvme ( $m/s^2$ )	29,37	21,45
	Hız (cm/s)	20,02	
	Yer Değiştirme (mm)	5,07	
Ana Dal Üst	İvme ( $m/s^2$ )	45,67	29,48
	Hız (cm/s)	33,68	
	Yer Değiştirme (mm)	10,49	



Şekil 4.7. Yalova 1 ceviz ağacı çeşidi için ivme grafiği.



Şekil 4.8. Yalova 1 ceviz ağacı çeşidi için hız grafiği.



Şekil 4.9. Yalova 1 ceviz ağacı çeşidi için yer değiştirme grafiği.

#### 4.2.2. Serr Çeşidi Ceviz Ağacı Ölçüm Sonuçları

Yalova ilindeki çalışmada ikinci ağaç olarak Serr çeşidi ceviz ağacı seçilmiştir. Bu ağaç çeşidinde elde edilen ivme, hız ve yer değiştirme değerlerinin ortalaması Çizelge 4.4'te verilmiştir. Serr çeşidi için yapılan ölçümlerde diğer ağaçlara bakıldığında yüksek değerler elde edilmiştir.

Ölçümler sonucunda elde edilen ivme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.10'da verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek ivme değeri ağacın ana dalının üst kısmında ( $60,82 \text{ m/s}^2$ ) ve en düşük ivme değeri de ağacın ana dalının alt kısmında ( $3,56 \text{ m/s}^2$ ) tespit edilmiştir.

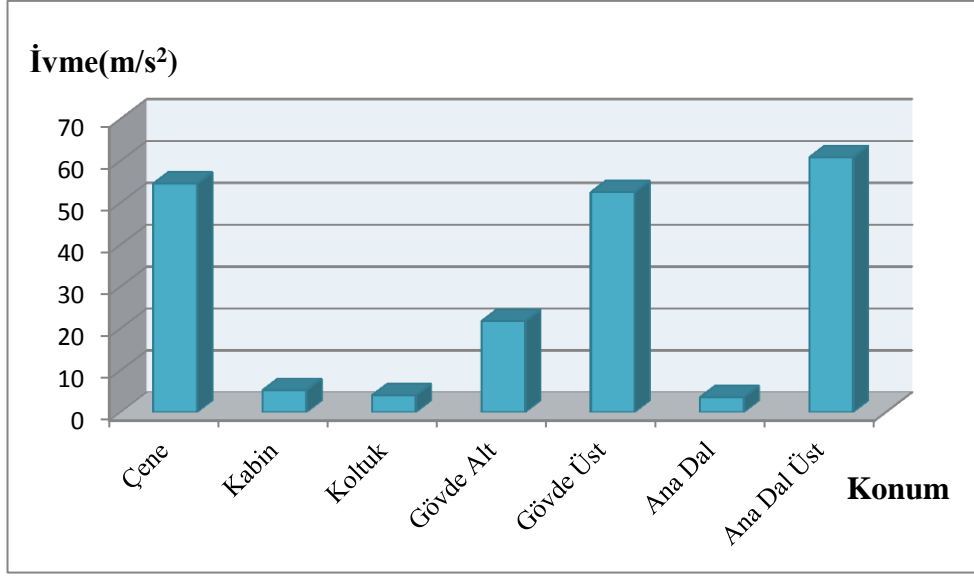
Ölçümler sonucunda elde edilen hız değerleri grafiksel olarak Şekil 4.11'de verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek hız değeri ağacın ana dalının üst kısmında ( $50,355 \text{ cm/s}$ ) ve en düşük hız değeri de ağacın ana dalının alt kısmında ( $2,328 \text{ cm/s}$ ) tespit edilmiştir.

Ölçümler sonucunda elde edilen yer değiştirme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.12'de verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek yer değiştirme değeri ağacın gövdesinin

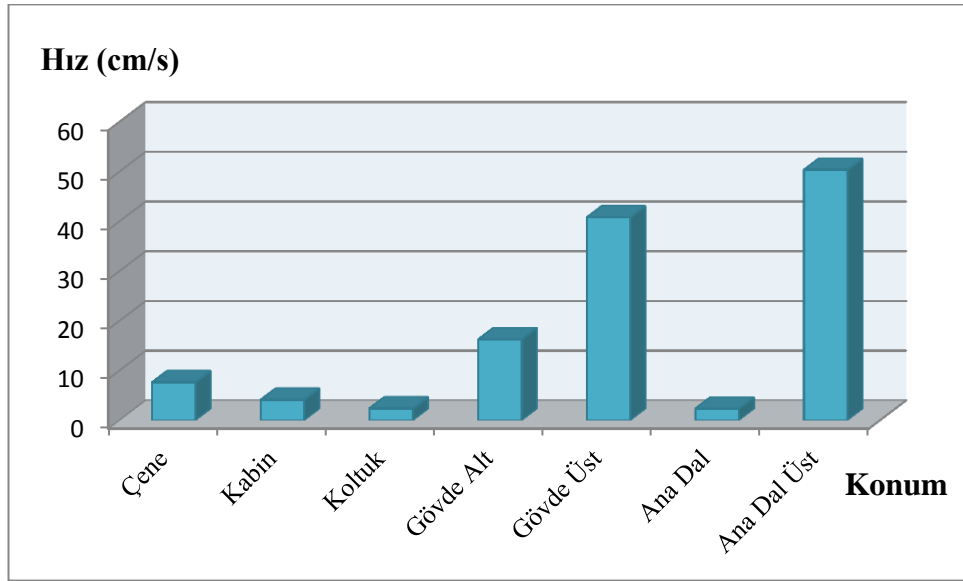
üst kısmında (18,39 mm) ve en düşük hız değeri de gövde sarsıcının koltuğunda (0,63 mm) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Serr çeşidi ceviz ağacı titreşim değerleri.

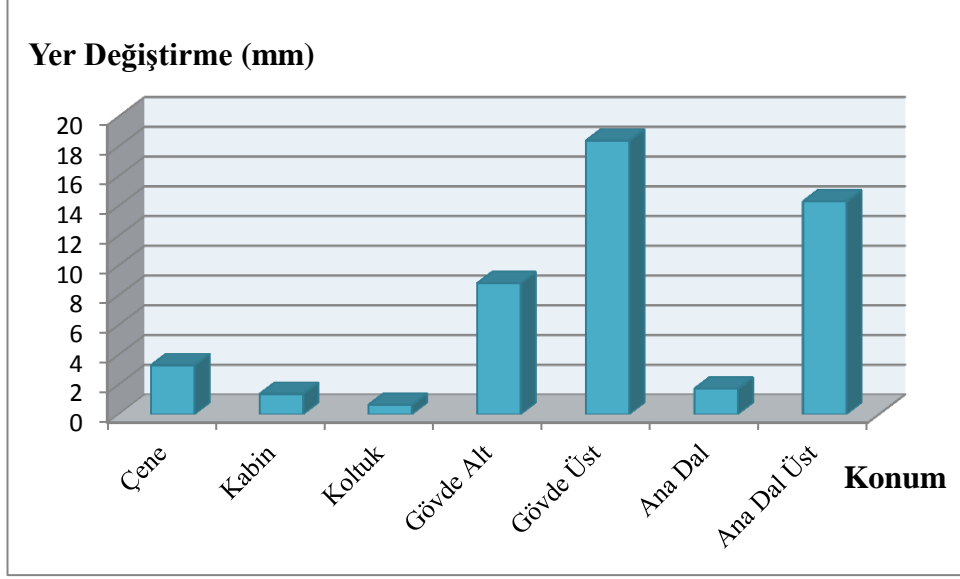
Alındığı Nokta		En Yüksek Değer (Peak)	Ortalama Değer (RMS)
Çene	İvme ( $m/s^2$ )	54,56	38,37
	Hız (cm/s)	7,62	
	Yer Değiştirme (mm)	3,3	
Kabin	İvme ( $m/s^2$ )	5,26	3,72
	Hız (cm/s)	4,117	
	Yer Değiştirme (mm)	1,37	
Koltuk	İvme ( $m/s^2$ )	4,01	2,84
	Hız (cm/s)	2,38	
	Yer Değiştirme (mm)	0,63	
Gövde Alt	İvme ( $m/s^2$ )	21,72	15,36
	Hız (cm/s)	16,252	
	Yer Değiştirme (mm)	8,81	
Gövde Üst	İvme ( $m/s^2$ )	52,5	35,47
	Hız (cm/s)	40,784	
	Yer Değiştirme (mm)	18,39	
Ana Dal	İvme ( $m/s^2$ )	3,56	2,2
	Hız (cm/s)	2,328	
	Yer Değiştirme (mm)	1,72	
Ana Dal Üst	İvme ( $m/s^2$ )	60,82	43
	Hız (cm/s)	50,355	
	Yer Değiştirme (mm)	14,31	



Şekil 4.10. Serr ceviz ağacı çeşidi için ivme grafiği.



Şekil 4.11. Serr ceviz ağacı çeşidi için hız grafiği.



Şekil 4.12. Serr ceviz ağacı çeşidi için yer değiştirme grafiği.

#### 4.2.3. Yalova 4 Çeşidi Ceviz Ağacı Ölçüm Sonuçları

Yalova ilindeki çalışmada son olarak Yalova 4 çeşidi ceviz ağacı seçilmiştir. Bu ağaç çeşidinde elde edilen ivme, hız ve yer değiştirme değerlerinin ortalaması Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Ölçümler sonucunda elde edilen ivme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.13'de verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek ivme değeri ağacın ana dalında ( $45,18 \text{ m/s}^2$ ) ve en düşük ivme değeri de gövde sarsıcının kabininde ( $2,83 \text{ m/s}^2$ ) tespit edilmiştir.

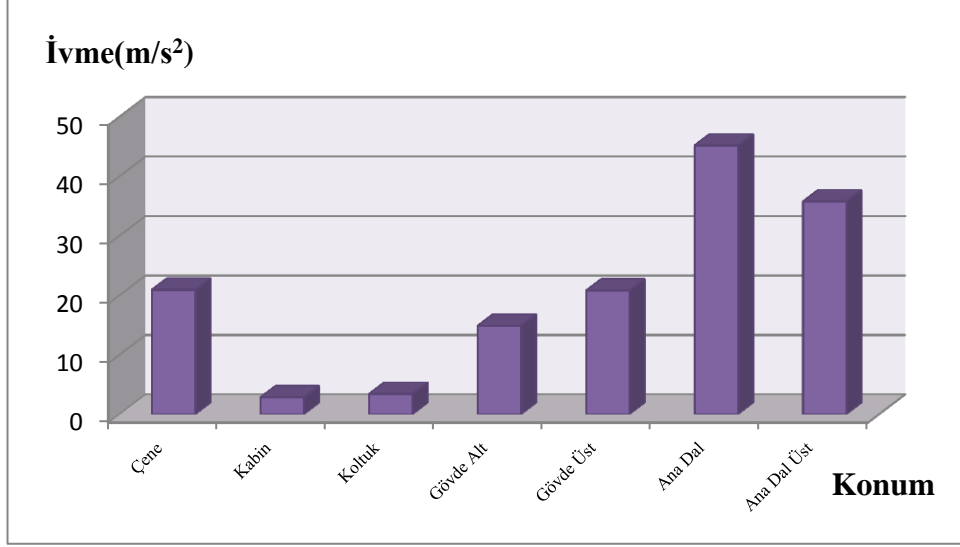
Ölçümler sonucunda elde edilen hız değerleri grafiksel olarak Şekil 4.14'te verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek hız değeri ağacın ana dalında ( $39,697 \text{ cm/s}$ ) ve en düşük hız değeri de gövde sarsıcının kabininde ( $0,91 \text{ cm/s}$ ) tespit edilmiştir.

Ölçümler sonucunda elde edilen yer değiştirme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.15'te verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek yer değiştirme değeri ağacın ana dalında ( $14,61 \text{ mm}$ ) ve en düşük yer değiştirme değeri de gövde sarsıcının kabininde ( $0,91 \text{ mm}$ ) tespit edilmiştir.

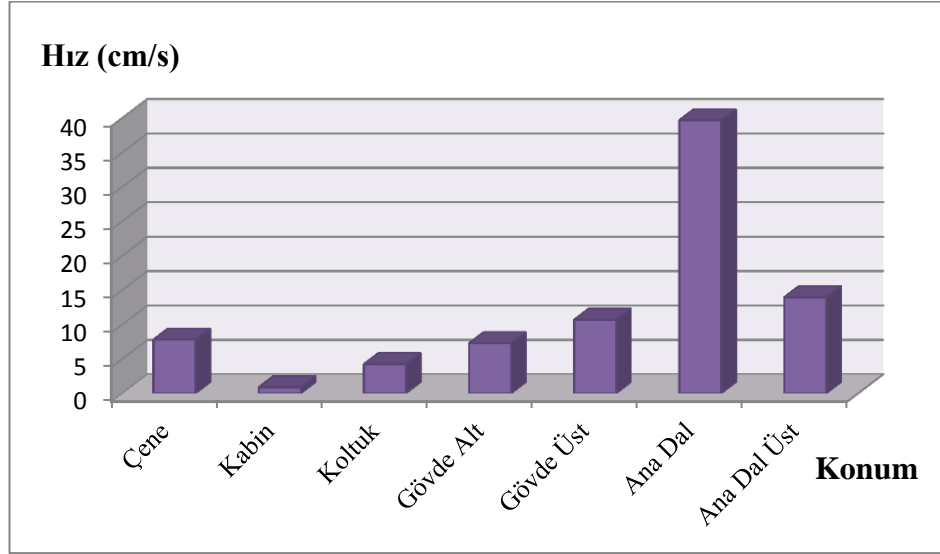


Çizelge 4.5. Yalova 4 çeşidi ceviz ağacı titreşim değerleri.

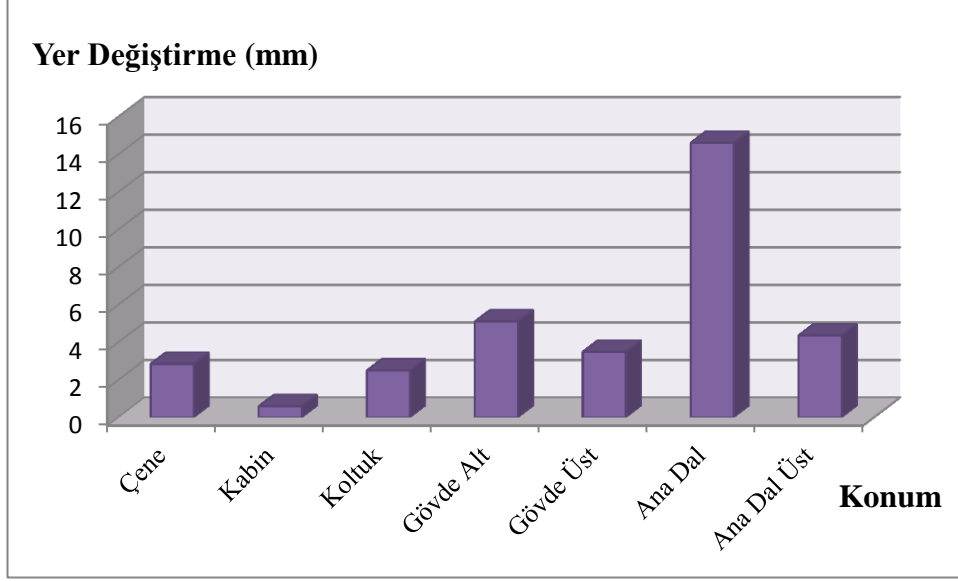
<b>Alındığı Nokta</b>		<b>En Yüksek Değer (Peak)</b>	<b>Ortalama Değer (RMS)</b>
Çene	İvme ( $m/s^2$ )	20,93	14,8
	Hız (cm/s)	7,84	
	Yer Değiştirme (mm)	2,84	
Kabin	İvme ( $m/s^2$ )	2,83	2
	Hız (cm/s)	0,91	
	Yer Değiştirme (mm)	0,59	
Koltuk	İvme ( $m/s^2$ )	3,42	2,41
	Hız (cm/s)	4,27	
	Yer Değiştirme (mm)	2,49	
Gövde Alt	İvme ( $m/s^2$ )	14,86	10,51
	Hız (cm/s)	7,3	
	Yer Değiştirme (mm)	5,1	
Gövde Üst	İvme ( $m/s^2$ )	20,79	14,89
	Hız (cm/s)	10,715	
	Yer Değiştirme (mm)	3,49	
Ana Dal	İvme ( $m/s^2$ )	45,18	32,51
	Hız (cm/s)	39,697	
	Yer Değiştirme (mm)	14,61	
Ana Dal Üst	İvme ( $m/s^2$ )	35,77	25,73
	Hız (cm/s)	13,988	
	Yer Değiştirme (mm)	4,36	



Şekil 4.13. Yalova 4 ceviz ağacı çeşidi için ivme grafiği.



Şekil 4.14. Yalova 4 ceviz ağacı çeşidi için hız grafiği.



Şekil 4.15. Yalova 4 ceviz ağacı çeşidi için yer değiştirme grafiği.

#### 4.2.4. Kırmızı Çeşidi Antepfıstığı Ağacı Ölçüm Sonuçları

Gaziantep ilinde bulunan antepfıstığı bahçesinde yapılan çalışmada Kırmızı çeşidi antepfıstığı ağacındaki titreşim değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen ivme, hız ve yer değiştirme değerlerinin ortalaması Çizelge 4.6'de verilmiştir.

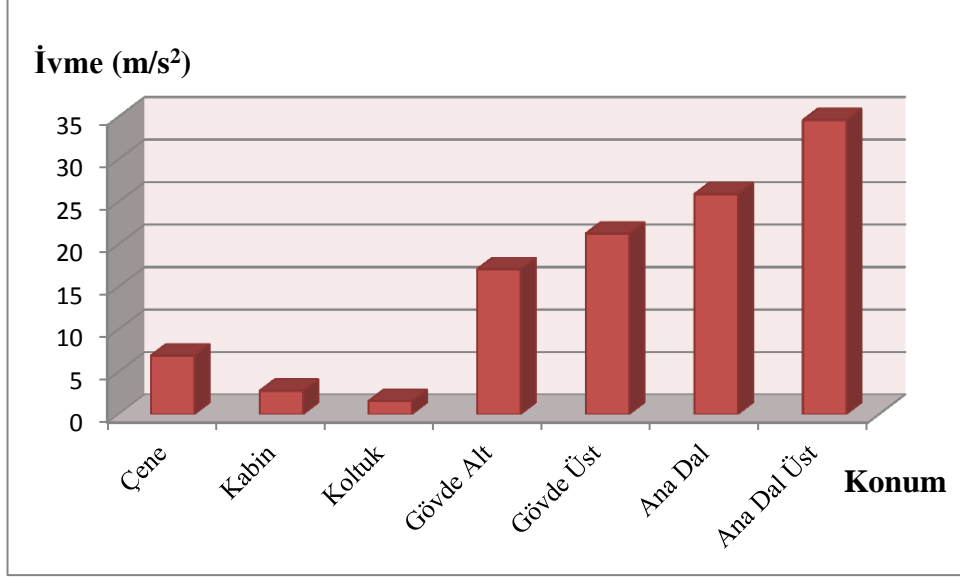
Ölçümler sonucunda elde edilen ivme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.16'da verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek ivme değeri ağacın ana dalının üst kısmında ( $34,61 \text{ m/s}^2$ ) ve en düşük ivme değeri de gövde sarsıcının kabininde ( $1,54 \text{ m/s}^2$ ) tespit edilmiştir.

Ölçümler sonucunda elde edilen hız değerleri grafiksel olarak Şekil 4.17'de verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek hız değeri ağacın ana dalında ( $24,84 \text{ cm/s}$ ) ve en düşük hız değeri de gövde sarsıcının koltuğunda ( $0,23 \text{ cm/s}$ ) tespit edilmiştir.

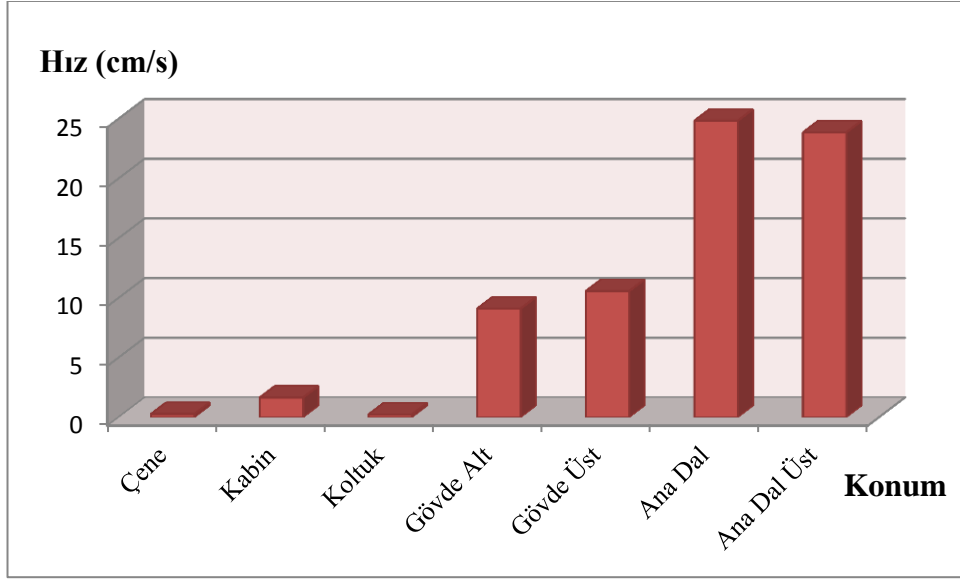
Ölçümler sonucunda elde edilen yer değiştirme değerleri grafiksel olarak Şekil 4.18'de verilmiştir. Grafiğe göre en yüksek yer değiştirme değeri ağacın ana dalında ( $9,58 \text{ mm}$ ) ve en düşük yer değiştirme değeri de gövde sarsıcının koltuğunda ( $0,11 \text{ mm}$ ) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Kırmızı çeşidi antep fıstığı ağacı titreşim değerleri.

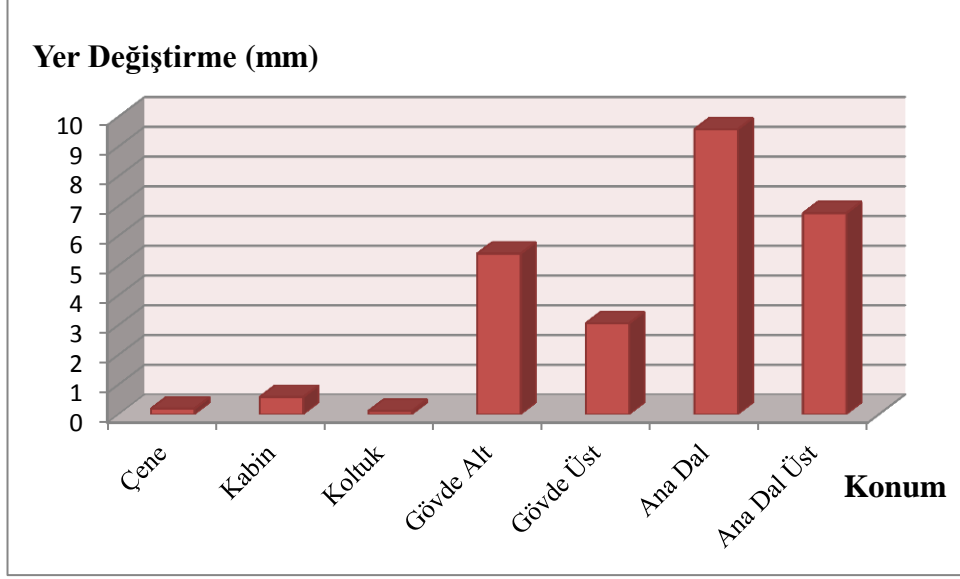
<b>Alındığı Nokta</b>		<b>En Yüksek Değer (Peak)</b>	<b>Ortalama Değer (RMS)</b>
Çene	İvme (m/s <sup>2</sup> )	6,91	4,88
	Hız (cm/s)	0,27	
	Yer Değiştirme (mm)	0,19	
Kabin	İvme (m/s <sup>2</sup> )	2,76	1,96
	Hız (cm/s)	1,65	
	Yer Değiştirme (mm)	0,58	
Koltuk	İvme (m/s <sup>2</sup> )	1,54	1,08
	Hız (cm/s)	0,23	
	Yer Değiştirme (mm)	0,11	
Gövde Alt	İvme (m/s <sup>2</sup> )	17,07	12,07
	Hız (cm/s)	9,10	
	Yer Değiştirme (mm)	5,40	
Gövde Üst	İvme (m/s <sup>2</sup> )	21,26	15,03
	Hız (cm/s)	10,57	
	Yer Değiştirme (mm)	3,06	
Ana Dal	İvme (m/s <sup>2</sup> )	25,90	18,31
	Hız (cm/s)	24,84	
	Yer Değiştirme (mm)	9,58	
Ana Dal Üst	İvme (m/s <sup>2</sup> )	34,61	24,47
	Hız (cm/s)	23,86	
	Yer Değiştirme (mm)	6,76	



Şekil 4.16. Kırmızı antepfir ağacı çeşidi için ivme grafiği.



Şekil 4.17. Kırmızı antepfir ağacı çeşidi için hız grafiği.



Şekil 4.18. Kırmızı antepfir ağacı çeşidi için yer değiştirme grafiği.

## BÖLÜM 5

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Meyve hasadında kullanılan yöntemler her geçen gün gelişmekte ve meyve üreticisine kolaylıklar sağlamaktadır. Bu bağlamda gövde sarsıcılar meyve üreticileri için iş verimliliği ve zaman gibi yönlerden avantaj sağlamaktadır. Fakat gövde sarsıcılarında çeşitli dezavantajlarının olduğu unutulmamalıdır. Gövde sarsıcılarda dikkat edilmesi gereken konulardan bir tanesi titreşimin etkileridir.

Yapılan çalışmada titreşimin gövde sarsıcı ve ağaç üzerindeki değerleri tespit edilmiştir. Çalışma 4 farklı ağaç çeşidinde 2 farklı ildeki bahçelerde yapılmıştır. Çalışmanın yapıldığı zamanın hasat mevsimi olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmada gövde sarsıcı herhangi bir ağaca bağlanmadan rölanti halindeki titreşim değerleri de tespit edilmiştir.

Gövde sarsıcı rölantide çalışırken elde edilen değerlere baktığımızda her iki bahçede yapılan çalışmada bu değerlerin birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir. Aradaki farklılığın ölçümlerin yapıldığı zeminin toprak yapısının farklılığından, gövde sarsıcı ağacın zemin üzerinde dururken ki denge halinden ve gövde sarsıcının rölanti değerleri farklılığından kaynaklanabileceği belirlenmiştir.

Gövde sarsıcı üzerindeki titreşimlerde en önemli nokta gövde sarsıcıyı kullanan şoförün bundan en az etkilenmesi gerektiğidir. Yapılan ölçümlerin geneline baktığımızda bazı ağaçlarda kabin ve koltuktaki titreşim değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak uzun süreli kullanımların gövde sarsıcıyı kullananlar için zamanla sağlık sorunları oluşturabileceği söylenebilir. Bu nedenle gövde sarsıcı ile hasat işlemi yapılırken buna dikkat edilmesi gerekmektedir.

Ağaçlara bağlı yapılan ölçümlerde ise dikkat edilmesi gereken en önemli nokta ağacın zarar görüp görmeyeceğidir. Yapılan ölçümler boyunca ağaçların üzerinde gözle görünen herhangi bir hasara rastlanmamıştır.

Ağaçlarda yapılan ölçümlerde en düşük titreşim değerlerine (ivme: 3,56 m/s<sup>2</sup>, hız: 2,328 cm/s, yer değiştirme: 1,72 mm) Serr çeşidi ceviz ağacının ana dalında rastlanmıştır. Ölçümlerdeki en yüksek titreşim değerleri (ivme: 60,82 m/s<sup>2</sup>, hız: 50,355 cm/s, yer değiştirme: 14,31 mm) ise yine Serr çeşidi ceviz ağacının ana dal üst kısmında tespit edilmiştir.

Ağaçlardaki titreşim değerlerindeki farklılıkların, ağacın konumu, kök ve gövde yapısının özelliklerinin farklı olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Ayrıca yapılan çalışma sonucunda elde edilen tecrübe ve bilgilere bağlı olarak şu önerilerde bulunulabilir.

Gövde sarsıcıların ağaca sarsması için seçilen bağlantı noktası yüksekliği önemlidir. Çünkü bu yüksekliğin hatalı seçilmesi ile ağaca kalıcı hasarlar verilebilir.

Gövde sarsıcı aracın zeminde mümkün olduğunca dengeli şekilde durması gerekmektedir. Gövde sarsıcının dengesiz konumlandırılması ile telafisi mümkün olmayan kazalara sebebiyet verilebilir. Yine yanlış konumlandırma ile hasat yapılan ağacın zarar görmesine neden olunabilir.

Gövde sarsıcı aracın ağaca bağlanmasında sarsıcı kolun mümkün olduğunca doğrusal olması ağacın hasar görme ihtimalini de en aza indirgeyecektir.

Bunlarla birlikte yapılan çalışmada gövde sarsıcı ile mekanik hasatın meyve üreticisi için büyük kolaylık sağladığı görülmüştür. Fakat ülkemizdeki bahçelerin yapısının buna çok uygun olmayışı ve yüksek araç maliyetleri nedeniyle çok fazla tercih edilmediği tespit edilmiştir.



## KAYNAKLAR

- Akinci, İ., “Antalya ili sulu tarım tarla işletmelerinde mekanizasyon planlamasına yönelik temel işletmecilik verileri”, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1): 61-68 (2003).
- Castro-Garcia, S., Blanco-Roldan, G. L., Gil-Ribes J. A., “Vibrational and operational parameters in mechanical cone harvesting of stone pine (pinus pinea l.)”, *Biosystems Engineering*, 112 (4): 352-358 (2012).
- Coppock, G.E., “Catching frame development for a citrus harvest system”, *Transactions of ASAE*, 19 (4): 627-630 (1976).
- Çetinkaya, S., “Vişne hasadında mekanizasyon olanakları üzerinde bir araştırma”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 35-45 (1989).
- Erdoğan, D., “Ağaç meyvelerinin makine ile hasadında uygulanan ilkeler”, *Tarım Makinaları Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 2 (1): 19-23 (1988).
- Erdoğan, D., Dursun, E., ve Güner, M., “Bazı kayısı çeşitlerinde meyve kopma direncinin belirlenmesi”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı*, Ankara, 42 (1-4): 71-75, (1992).
- Fridley, R. B. and Ching, Y., “Computer analysis of fruit detachment during tree shaking harvesting of coffee”, *Transactions of the ASAE*, 18 (3): 409-415 (1975).
- Gezer, İ., “Malatya yöresinde kayısı hasadında mekanizasyon imkanlarının araştırılması”, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 30-40 (1997).
- Işık, E., “Titreşimli zeytin hasat makinalarında kullanılan mekanizmanın kinematik analizi”, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 93-100 (2002).
- Kaynar, B., “Zeytinin mekanik hasadı”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 23-52 (1974).
- Keçecioglu, G., “Atalet Kuvvet Tipli Sarsıcı İle Zeytin Hasadı İmkanları Üzerine Bir Araştırma”, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, İzmir, 15-30 (1975).
- Kirişçi, V. ve Tuncer, İ. K., “Turunçgil hasat mekanizasyonu”, *Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi*, Erzurum, 392-402 (1988).
- Kuman, İ. H., “Design and construction of a vibratory fruit harvester”, Yüksek Lisans Tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara 20-50 (1973).

Lang Z., "Dynamic modelling structure of a fruit tree for inertial shaker system design", *Biosystem Engineering*, 93 (1): 35-44 (2005).

Lumoria, L. H., "Studies of methods of harvesting olives mechanically", *American Society for Horticultural Science*, 78 (1): 30-42 (1958).

Markwardt, E. D., Guest, R. N., Cain J. C. and Labelle. R. L., "Mechanical cherry harvesting", *Transactions of The ASAE*, 7 (1): 70-74 (1964).

Moser, E., "Bağ Bahçe Sebze ve Endüstri Kùltürlerinde Mekanizasyon Uygulamaları", Çeviri Editörleri: Tuncer, İ. K. ve Özgüven, F., *Türkiye Ziraî Donatım Kurumu Mesleki Yayınları*, Ankara, 104-108 (1989).

Orak, S. ve Par B., "Bir tarım traktörünün modellenmesi ve sürücü oturağının parametrik optimizasyonu", *6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi*, Ankara, 315-322 (1996).

Polat, R., Ülger, P., Sağlam. C. ve Acar, I., "Erik ağaçlarında hasat tekniğı açısından meyve tutunma kuvveti ve yaylanma rijiditesinin belirlenmesi", *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2 (4): 329-335, (2006).

Rao S. S., "Mechanical Vibrations, 3rd Edition", *Addison Wesley Publishing Company*, New York, 57-81 (1995).

Sabancı, A., "Tarım Traktörlerinde Titreşim Sorunları ve Sürücü Oturaklarının Yalıtım Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma", *Türkiye Ziraî Donatım Kurumu Meslek Yayınları*, Ankara, 61-93 (1984).

Sabancı A., "Traktör oturaklarında titreşim yalıtım olanakları", *Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi*, Adana, 209-217 (1985).

Society Of Automotive Engineers, "Vehicle Dynamics Terminology", *SAE*, Pennsylvania, 3-8 (1975).

Şenel, H., "Doğı Akdeniz bölgesinde yaygın traktörlerin teknik özellikleri ve kullanıcı değerlendirmeleri", Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kahramanmaraş, 54-67 (2006).

Torregrosa, A., Orti, E., Martin B., Gilc, J., Ortiza C., "Mechanical harvesting of oranges and mandarins in Spain", *Biosystems Engineering*, 104 (1): 18-24 (2009).

Toprak, T. ve Belek, T., "Endüstriyel Tesislerde Makine Performansının İzlenmesi ve Bilgisayar Destekli Bakım Planlaması", *İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları*, İstanbul 38-61 (1993).

Yürürer, G., "Zeytinin mekanik hasadında titreşim karakteristiklerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 30-50 (2006).

## **ÖZGEÇMİŞ**

Ahmet Emrah ERDOĞDU, 28 Ağustos 1986'da Karabük'te doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladıktan sonra 2004 yılında Selçuk Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. Lisans eğitimini tamamladıktan sonra 2010 yılında Karabük Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

### **ADRES BİLGİLERİ**

Adres : Kartaltepe Mah. Kartaltepe Cad. Şenbirlik Apt. No: 26/5  
KARABÜK

E-posta : aemraherdogdu@karabuk.edu.tr