

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

**KONYA'DA YETİŞTİRİLEN
BAZI ELMA ÇEŞİTLERİNDE
MEKANİK HASAT PARAMETRELERİNİN
BELİRLENMESİ**

Sedat YOKUŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI
KONYA, 2008**

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

**KONYA'DA YETİŞTİRİLEN
BAZI ELMA ÇEŞİTLERİNDE
MEKANİK HASAT PARAMETRELERİNİN
BELİRLENMESİ**

Sedat YOKUŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 20/06/ 2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Cevat AYDIN

(Danışman)

Prof. Dr. Fikret DEMİR

(Üye)

Doç. Dr. Haydar HACİSEFEROĞULLARI

(Üye)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA'DA YETİŞTİRİLEN BAZI ELMA ÇEŞİTLERİNDE MEKANİK HASAT PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Sedat YOKUŞ

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makineleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Cevat AYDIN

2008, Sayfa: 50

Jüri:

Prof. Dr. Fikret DEMİR

Doç. Dr. Cevat AYDIN

Doç. Dr. Haydar HACISEFEROĞULLARI

Bu çalışmada, elma meyvesinin mekanik yöntemle hasat edilmesine yönelik olarak sarsıcı tasarımı, seçimi ve hasat parametrelerinin belirlenmesinde önemli olan ağaç dinamik özelliklerinden yaylanma rijitliği ve meyve tutunma kuvvetinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında yaylanma rijitliği ve meyve tutunma kuvvetinin zamana bağlı değişimleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda dal yaylanma rijitliğinin çeşitlere göre 105-139 kg/m, gövde yaylanma rijitliğinin 847-1328 kg/m arasında değiştiği görülmüştür. Meyve tutunma kuvveti zamana bağlı olarak azalmıştır. Bu azalma çeşitlere göre 3,03 - 0,87 kg. arasında gerçekleşmiştir. Çeşitler arasında daldan kopma kuvveti ($P<0,01$), meyve eti sertliği ($P<0,01$) ve kök genişliği ($P<0,05$) bakımından gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur, diğer parametreler bakımından gözlenen farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

ANAHTAR KELİMELER: Konya, elma, hasat, yaylanma rijiditesi, meyve tutunma kuvveti.

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF MECHANIC HARVESTING PARAMETERS IN SOME APPLE VARIETIES GROWN AT KONYA

Sedat YOKUŞ

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Cevat AYDIN

2008, Pages: 50

Jury:

Prof. Dr. Fikret DEMİR

Assoc. Prof. Dr. Cevat AYDIN

Assoc. Prof. Dr. Haydar HACISEEROĞULLARI

This study was carried out to determine some dynamic properties such as spring rigidity and fruit detechament force in apple tree which is important for mechanical harvesting parameters, shaker harvester designing and chosing. Spring rigidity and changes in fruit detechament forces with respect to time were investigated. As a result of the study, limb and truck spring rigidity were changed from 105 to 139 kg/m and from 847 to 1328 kg/m respectionaly. Fruit detechament forces with respect to time decreased from 3,03 to 0,87 kg. where as the differences among apple warieties in respect of fruit detechament forces ($P<0,01$), fruit stiffness ($P<0,01$) and root width ($P<0,05$) were statistically significant but the others were not ($P>0,05$).

KEY WORDS : Konya, apple, harvesting, fruit detechament force, spring rigidity.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın yüksek lisans tezi olarak planlanması ve yürütülmesinde destek ve yardımlarını esirgemeyen Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Cevat AYDIN'a, İstatistiki değerlendirilmelerin yapılmasında yardımcı olan Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. İsmail KESKİN'e, Tarım Makineleri Bölümü öğretim elemanları Sayın Hocalarım Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT'e, Prof. Dr. Fikret DEMİR'e, Prof. Dr. Mustafa KONAK'a, Prof. Dr. Kazım ÇARMAN'a, Doç. Dr. Sedat ÇALIŞIR'a, Doç. Dr. Haydar HACISEFEROĞULLARI'na, Doç. Dr. Hakan Okyay MENGEÇ'e, Dr. Tamer MARAKOĞLU'na, Dr. M. Hakan SONMETE'ye, Araştırma Görevlisi Tanzer ERYILMAZ'a, Araştırma Görevlisi Osman ÖZBEK'e, Araştırma Görevlisi Ali Yavuz ŞEFLEK'e, Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve çalışanlarına, yardımlarından dolayı Doç. Dr. Birol DAĞ'a, Ziraat Mühendisi Osman ÖLMEZ'e, Ziraat Mühendisi Naci DEMİRCİ'ye ve Ziraat Mühendisi Mustafa TUNÇ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Konya, 2008

Sedat YOKUŞ

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	v
EK ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	9
3. MATERYAL VE METOD.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Araştırma alanının genel iklim özellikleri.....	18
3.1.2. Araştırmada kullanılan elma çeşitlerinin özellikleri.....	19
3.1.2.1. Starking delicious.....	20
3.1.2.2. Golden delicious.....	21
3.1.2.3. Granny smith.....	22
3.1.3. Araştırmada kullanılan cihazlar ve aletler.....	23
3.2. Metod.....	29
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Elmanın Dalda Tutunma Kuvvetleri.....	35
4.3. Elma Çeşitlerinin Meyve Eti Sertliği Değerleri.....	39
4.2. Elma Ağaçlarının Mekanik ve Fiziksel Özellikleri.....	39
5. SONUÇ.....	41
6. KAYNAKLAR.....	43
7. EK ÇİZELGELER.....	46

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Cizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
1.1. Türkiye’de yıllar itibarıyla elma üretim değerleri.....	1
1.2. Konya ilinde yıllar itibarıyla elma üretim değerleri.....	2
3.1. Deneme yeri topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	19
3.2. Sulamada kullanılan suyun analiz sonuçları.....	19
3.3. Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü rasat parkı bazı iklim elemanlarının 34 yıllık ortalama değerleri.....	20
3.4. Araştırmada kullanılan elma çeşitlerinin özellikleri.....	20
3.5. Araştırma planı.....	30
4.1. Meyvenin olgunluğuna bağlı dalda tutunma kuvvetleri	36
4.2. Ağaç çeşitlerinin bazı mekanik ve fiziksel özellikleri.....	39

EK ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Cizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
1. Daldan kopma kuvvetlerine uygulanan varyans analizi sonuçları	46
2. Daldan kopma kuvvetlerine uygulanan LSD testi sonuçları.....	46
3. Meyve eti sertliği varyans analizi sonuçları.....	46
4. Meyve eti sertliği değerlerine uygulanan LSD testi sonuçları.....	47
5. Kök genişliği varyans analizi sonuçları.....	47
6. Kök genişliği değerlerine uygulanan LSD testi sonuçları.....	47
7. Dal çapı varyans analizi sonuçları.....	47
8. Dal yaylanma varyans analizi sonuçları	48
9. Dal yaylanma katsayısı varyans analizi sonuçları	48
10. Gövde çapı varyans analizi sonuçları	48
11. Gövde yaylanma katsayısı varyans analizi sonuçları.....	49
12. Gövde yaylanma varyans analizi sonuçları.....	49
13. Gövde yüksekliği varyans analizi sonuçları.....	49
14. Kök çapı varyans analizi sonuçları.....	50
15. Kök derinliği varyans analizi sonuçları.....	50
16. Ağaç ağırlık merkezi varyans analizi sonuçları	50
17. Ağaç yüksekliği varyans analizi sonuçları.....	51
18. Ağaç ağırlığı varyans analizi sonuçları.....	51

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
3.1. Elma bahçesinin genel görünüşü.....	17
3.2. Elma bahçesinin uydu fotoğrafı.....	18
3.3. Starking delicious elma çeşidinin görünüşü.....	21
3.4. Golden delicious elma çeşidinin görünüşü	22
3.5. Granny smith elma çeşidinin görünüşü	23
3.6. Kuvvet amplifikatörü.....	24
3.7. Gövde ve dal dinamometresi.....	25
3.8. Avometre.....	26
3.9. Penetrometre.....	27
3.10. El dinamometresi.....	28
3.11. Milimetrik levha ve lazer lambası.....	29
3.12. Ağacın şematik görünüşü.....	31
3.13. Ağaç ağırlık merkezinin bulunması.....	32
3.14. Gövde ve dal yaylanma katsayısının ölçümünde akış diyagramı.....	33
3.15. Amplifikatörün kalibrasyon eğrisi.....	34
4.1. Granny smith elma çeşidinin zamana bağlı olarak dalda tutunma kuvveti.....	37
4.2. Golden delicious elma çeşidinin zamana bağlı olarak dalda tutunma kuvveti.....	37
4.3. Starking delicious elma çeşidinin zamana bağlı olarak dalda tutunma kuvveti.....	38

1. GİRİŞ

Elma (*Malus domestica*), gülgiller (*Rosaceae*) familyasından kültürü yapılan ağaç meyvelerinden biridir. Elmanın anavatanı, Anadolu'yu da içine alan Güney Kafkaslardır. Ekolojik şartların uygun olması ile yurdumuzun hemen hemen her yerinde yetiştirilir (Anonymous 2006).

Kültür elması (*Malus Communis Lam.*) yetiştiriciliği ülkemiz genelinde yapılmaktadır, fakat en uygun kültür merkezleri yabanisinin yayılma alanlarına paralel olarak Kuzey Anadolu'da bulunmaktadır. Kuzey Anadolu, Karadeniz Kıyı Bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki geçit bölgeleri ve son yıllarda Güneyde Göller Bölgesi elmanın önemli yetiştiricilik alanlarını oluşturmaktadır (Anonymous 2006).

Dünya'da elma üretiminde Türkiye; Çin, A.B.D. ve Fransa'dan sonra dördüncü sırayı almaktadır (Anonymous 2006).

Türkiye'de ve Konya'da elma üretim değerleri Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye'de Yıllar İtibarıyla Elma Üretim Değerleri (Anonymous 2001, 2002, 2003, 2004, 2005).

	Toplam meyvelik alanı (da)	Üretim (ton)	Meyve veren ağaç sayısı	Meyve vermeyen ağaç sayısı	Toplam ağaç sayısı
2001	1534200	2450000	32550000	6080000	38630000
2002	1500000	2200000	33000000	6300000	39300000
2003	1590000	2600000	35000000	7100000	42000000
2004	1620000	2100000	35498200	6901800	42380000
2005	1616149	2570000	36294000	7005000	43299000

Çizelge 1.1 incelendiğinde, ülkemizde 2001 verilerine göre toplam meyvelik alan 1534200 da iken, % 5,34 artışla 2005 yılında 1616149 da olmuştur. Aynı yıllarda üretim miktarı 2450000 ton iken, % 4,9 artışla 2570000 tona yükselmiştir.

Çizelge 1.2. Konya’da Yıllar İtibarıyla Elma Üretim Değerleri (Anonymous 2001, 2002, 2003, 2004, 2005).

	Toplam meyvelik alanı (da)	Üretim (ton)	Meyve veren ağaç sayısı	Meyve vermeyen ağaç sayısı	Toplam ağaç sayısı
2001	115090	85402	2185074	267773	2452847
2002	88020	56091	1579727	236974	1816701
2003	119310	95149	2222911	747816	2970727
2004	113280	64274	2718984	297987	3012972
2005	131980	89231	2743551	264384	3007935

Çizelge 2.1 incelendiğinde Konya’da 2001 verilerine göre toplam meyvelik alan 115090 da iken % 14,68 artışla 2005 yılında 131980 da olmuştur. Aynı yıllarda üretim miktarı 85402 ton iken, 2005 yılında % 4,48 artışla 89231 ton olarak gerçekleşmiştir.

Ülkemizde meyve hasadı genellikle elle yapılmaktadır. Tarımda işgücü bulmak gün geçtikçe zorlaşmakta, makineli hasat zorunlu hale gelmektedir. Makineli hasadın gerçekleştirilebilmesi içinde ürünlerin makineli hasada uygunluğu belirlenmelidir.

Hasat; Meyvelerin bitkiden ayrılması, bir araya toplanması ve taşınması işlemlerini kapsamaktadır. Hasat elle, yarı mekanize ve tam mekanize şeklinde üç farklı yöntemle yürütülmektedir. Yarı mekanize sistemde yalnız meyveler ve çalışan insanların taşınması için araç kullanılmaktadır. Tam mekanize sistemde ise meyvelerin daldan ayrılması ve toplanması da mekanik araçlarla yapılmaktadır.

Taze tüketim ve fabrikasyon için meyve hasadı, meyvelerin zedelenebilirlik derecesine göre farklı hasat yöntemleri, farklı plantasyon ve ağaç şekli gerektirmektedir. Taze tüketim için elle hasat ve bazı yardımcı aletler kullanılıp, dar

sıra ve bodur anaç üretim yapılırken, fabrikasyon amacıyla hasat için yüksek boylu ağaçlarda makine kullanılmaktadır.

Meyvelerin ağaçtan topluca silkelenmelerini amaçlayan mekanik hasat yöntemi, meyve hasadında teknik ilerlemenin sağlandığı alanlardan biridir. Mekanik hasatta ağacın ana gövdesini ya da dallarını sarsan, ağaca dalgalı olarak hava ya da su püskürten, tırmık biçimindeki yakalama kollarıyla 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. Mekanik hasat alanındaki çalışmalar özellikle, meyvenin dalından koparılması, uygun platformlarla tutulması ya da toplanması, sarsıcı etkinliğinin artırılması, sarsma süresinin kısaltılması ve meyvelerdeki zedelenmelerin önlenmesi alanlarında yoğunlaşmaktadır (Gezer 2005).

Meyve hasadında mekanizasyonun önemli ilkeleri şöyle sıralanabilir:

- Sarsma
- Tutma
- Taşıma

Meyve hasat mekanizasyonu konusundaki çalışmalara ilk olarak 2. dünya savaşı yıllarında insan iş gücü konusunda dar boğazlarla karşılaşılması nedeniyle başlanmıştır. Bu dönemlerde geliştirilen bazı sistemler sayesinde 1920–1940 yılları arasında meyve hasadı için her yıl 800 milyon saat insan işgücüne ihtiyaç duyulan ABD’de daha sonraki dönemde her yıl 450 milyon saat tasarruf sağlanmıştır (Gezer 2005).

Meyve hasat mekanizasyonu fazla gelişmişlik göstermemektedir. Bunun nedenleri farklı zamanlarda olgunlaşma, meyvelerin termik- mekanik dayanımlarının az oluşu, çok yıllık bitki oluşları, çeşit fazlalığı, ekiliş ve dikiliş yöntemlerinin farklı oluşlarıdır.

Elle meyve hasadı; Elle hasat işçinin alt dallardaki meyveleri ayakta, üst dallardakileri ise merdiven üzerinde alması, omzundaki torba ya da sepete doldurması, dolan torba veya sepeti merdivenden indirerek taşınması ve kasalara boşaltmasıdır. Bu yöntem yoğun emek gerektirdiği için daha çok vasıfsız ve mevsimlik işçilerin istihdamı halinde ekonomik olmaktadır. İşçi, büyük ağaçlarda

toplam hasat süresinin % 65-85'ini meyveye uzanım ve koparma süresinde harcamaktadır. Hasatta merdiven kullanılması halinde ise zamanın büyük bölümünün merdiven taşınması ve kurulması sırasında harcanmasından dolayı iş verimi % 70-80 azalmaktadır. Bu yüzden, araştırmacılar çiftçiyi daha iyi ortamda çalıştıracak ve iş verimini artıracak yardımcı araçların geliştirilmesine yöneltmişler ancak geliştirilen araçlarla iş veriminde sağlanan artışın, araca yatırılan sermayeyi karşılamaması nedeniyle istenilen sonuca ulaşılammıştır (Kirişçi ve Tuncer 1988).

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).

Temas etkili makineler; Elle hasattakine benzer şekilde meyvenin koparıldığı bu makinelerle sofralık çeşitler hasat edilebilir. Bu makinelerde döner mil üzerine dizilmiş parmaklara sahip koparma ünitesinin ağaç tacı içerisindeki tarama etkisi ile meyveler alınmaktadır. Parmak araları olgunlaşmış meyve dışındaki ince dal sürgün yaprak ve küçük meyvelerin geçebilecekleri kadardır (Kirişçi ve Tuncer 1988).

Parmak yerine esnek kancaların kullanıldığı sistemlerde ise esnek kancalar olgun meyveyi koparmakta dal veya budak geldiğinde ise esneyerek kurtulmaktadır (Güzel 1998).

Kütlesel Makineler (Sarsıcılar); Fabrikasyon amacıyla üretimi yapılan meyvelerin hasadı için daha çok meyveye kuvvet iletilmesi ilkesi ile çalışan makineler üzerinde durulmuştur. Bu amaçla kullanılan gövde ya da dala bağlanan mekanik sarsıcılar ya da sıvı püskürtücülerin meydana getirdiği kuvvet, gövde, dal ve sap aralığı ile ya da doğrudan meyveye aktarılır. Silkeleme ile meyvede oluşan atalet kuvveti sapta burulma ve çekme gerilmeleri oluşturur. Oluşturulan salınım kuvvetleri sapın karşılayamayacağı düzeye ulaşınca meyve kopar. Ağaca hasar vermeden optimum hasat düzeyine ulaşmak için, uygun sarsma frekans ve genliğinin seçilmesi gerekir. Meyveye gövde ya da dal aracılığı ile kuvvet iletenler uygulamada daha başarılı olmaktadır (Kirişçi ve Tuncer 1988).

Gövde Sarsıcılar; 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 cm² 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).

Dal Sarsıcılar; Sarsma kuvveti ana dallar vasıtası ile meyveye iletilir. Sarsma işlemi ana dalın 1/3'lük kısmından ve gövdeye yakın olan yerden yapılır. Çalışma frekansları 2,5–5 Hz ve iş verimleri 17–45 ağaç/h olarak düşük fakat koparma etkinlikleri % 90 olarak yüksektir (Kirişçi ve Tuncer 1988).

El Silkeleyiciler; Meyvelerin makine ile sarsılmasında önceleri el sarsıcıları kullanılmıştır. Bu aletle ağaç kökten ya da kalın dallardan sarsılmayıp küçük yan dallardan sarsılmaktadır. Yapısı bakımından bu tip sarsıcı yol inşaatında kullanılan basınçlı hava çekiçlerine benzer. Yüksek titreşim hareketi mekanik olarak tahrik edilen bir piston veya bir krank-biyel mekanizması ile sağlanmaktadır. Sarsıcıya bağlanan bir elektrik motoru eğilebilir bir mil üzerinden krank-biyel mekanizmasını tahrik etmektedir. Daha yukarıda bulunan dallara ulaşabilmek için ileri geri titreşim hareketi yapan kirişin uzunluğu 2–3 m olabilmektedir. Titreşimin zararsız olarak dala aktarılmasında kirişin dala temas eden ucuna, üzerine kauçuk kaplanmış bir çatal yerleştirilmektedir. Ancak bu tip silkeleyiciler küçük yapılı ağaçların mekanik hasadında kullanılmaktadır. İş verimi elle toplamaya göre iki katı civarındadır (Gezer 1998).

Kablolu Sarsıcılar; Kablolu sarsıcılar basit yapıda olup çoğu kez traktöre monte edilebilirler. Bu silkeleyicide kablo kuvveti, kuyruk mili üzerinden eksantrik bir kasnakla sağlanır ve mafsalı diğer bir yönlendirme kasnağı ile ağaca iletilir. Dal sükûnet halinden saptırılınca elastikiyeti dolayısıyla geri gelmekte ve böylece titreşim sağlanmaktadır. Titreşim hareketi ağacın geriye doğru esnemesiyle tamamlanır. Hasat verimi traktörün ağaca doğru yönlendirilmesi ve ağaç dallarına kelepçenin bağlanıp çıkarılmasındaki zaman kayıplarına bağlıdır ve düşüktür. Bu tip silkeleyicilerde strok 20–60 mm titreşim frekansı ise 5–8,5 Hz'dir. Ancak bu tip silkeleyicilerin bir sakıncası, kullanıcının ehliyetine bağlı olmakla beraber bir ön gerdirmeye ihtiyaç duyulmasından dolayı sık sık dal ya da ağaç kırılmaları görülmesidir. Ayrıca kablonun çekilmede oluşan reaksiyon kuvvetlerini karşılayabilmek için ağır bir taşıt aracına gerek vardır. Bu nedenle bu silkeleyiciyi taşıyan traktör kütlesi önemlidir (Gezer 1998).

Alternatif Hareketli Sarsıcı; Bu sarsıcılar traktör üç nokta askı düzenine bağlanır. Sarsıcıyı hidrolik olarak kaldırıp indirmek suretiyle ağaç yüksekliğine uydurmak mümkündür. Burada bir hidrolik motor tarafından hareket ettirilen krank-biyel mekanizması ve bir kirişten oluşan ünite zıt doğrultuda ileri geri hareket ettirilmektedir. Sarsıcı kiriş ve yakalanan dal birinci kütleyi, tahrik motorunu içine alan muhafaza ise ikinci kütleyi oluşturmaktadır. Sistem tüm olarak ağırlık merkezinden asılmış bir sarkaç gibidir ve serbest titreşime uygundur. Ayrıca her yönde serbestçe kullanılabilir. Bu tip sarsıcının üstünlüğü, küçük kütlelerle büyük titreşim kuvvetlerinin elde edilebilmesidir. Ağırlığının az ve sarkaç şeklinde asılabilmesi nedeniyle traktöre hiçbir titreşim aktarılmaz. Kirişinin ucuna bağlı bulunan kelepçe hidrolik yolla açılıp kapatılabilmektedir. Kademesiz hidrolik tahrik mekanizması nedeniyle frekans kademesiz olarak değiştirilebilmektedir. 20–40 mm genlik ve 10–20 Hz frekans uygulanabilmekte, 40 cm çapa kadar gövde yada dalların silkelenmesinde kullanılabilir. Güç gereksinimini 10–30 kW olup, sarsıcı kütlesi 100–200 kg ve kelepçe yüzeyi $2 \times 30 \text{ cm}^2$ 'dir (Gezer 1998).

Eksantrik Silkeleyici; Eksantrik sarsıcılarda bir kılavuz boru tarafından sarılmış bulunan sarsıcı kirişe bir krank-biyel mekanizmasıyla ileri geri titreşim hareketi yaptırılmaktadır. Sarsıcı kiriş ya bir hidrolik motor ya da traktörün kuyruk mili tarafından tahrik edilmektedir. Kirişin ucuna bağlanan bir kelepçe hidrolik yolla

açılıp kapatılabilmektedir. Frekansı ise 8,5- 16,5 Hz arasında ayarlanabilmektedir. Ayrıca istenirse silkeleyici kiriş traktör üzerine yerleştirilebilen bir hidrolik silindir ile kaldırılıp indirilebilmektedir. Bu tip silkeleyicinin en önemli sakıncası titreşimi traktöre aktarmasıdır (Kural 1995).

Küçük Dal ve Yaprak Sarsıcıları; Sarsma işlemi küçük dal ve yaprakların mekanik olarak yakalanması veya ritmik darbeli hava ya da suyun küçük dal ve yapraklara yöneltilmesi ile elde edilen titreşim, dolaylı olarak kuvvetin meyveye iletilmesini sağlar. Bu tip sarsıcıların çalışma frekansları 0,6-3,3 Hz ve iş verimleri temas etkili makinelerde olduğu gibi ağaç altına fazla girilememesi nedeniyle 5-10 ağaç/h olarak oldukça düşüktür (Kirişçi ve Tuncer 1998).

Küçük dal sarsıcılarından ritmik hava darbeli sarsıcılar, kütleli makinelerin en yüksek iş verimine sahip olan tipleridir. Çalışma frekansları oldukça düşük olup (0,8-1,6 Hz), 160-240 km/h'lik yüksek hava hızına sahiptirler. Bu yüksek hava hızı etkisiyle meyveler aşırı zarar görür. Bazen bu zarar ertesi yıl ki verimde azalmaya yol açar (Kirişçi ve Tuncer 1998).

Otomatik makineler; Son yıllarda bu konuda yoğunlaşan çalışmalar tek tek meyve hasadına yönelmiş ve bilgisayar destekli robotik sistemleri gündeme getirmiştir. Bu sistem elle yapılan işlemin benzerini yapmaktadır. Hasat edilecek meyve bir kamera yardımıyla belirlendikten sonra vakumlu bir bom yardımıyla koparılmaktadır (Güzel 1998).

Bugün tarımın geliştirilmesi için birim alandan elde edilen üretimin nitelik-nicelik yönünden artırılması ile yetinilmemekte, aynı zamanda elde edilen ürünlerin insanların zevk, istek ve kaprislerine uygun hale getirilmesine, üretimin daha iyi değerlendirilmesine çalışılmaktadır. Bunun sonucunda ürünlerin hasadı, işlenmesi gibi işlemlerin insanlar tarafından yapılması güçleşmiştir. Bu nedenle insan kendisine yardımcı olacak alet ve makineleri tasarlamış, yapmış zamanla da geliştirmiştir.

Bu yöndeki gelişmelerin dayanağı olan biyolojik malzemelerin fiziko- mekanik özelliklerinin bilinmeleri (Tunalıgil 1993, Gezer ve ark. 2000), tarımsal alet, makine ve tesislerinin tasarımında, yapımında, çalıştırılmasında ve kontrolünde, verimlerinin saptanmasında ve analizinde, mekanizasyon uygulamalarında, ürün işleme teknolojisinde, bitkisel ya da hayvansal kaynaklı yeni ürünlerin elde edilmesinde ve

tüketiciye sunulmasında, ürünlerin kalitesinin değerlendirilmesinde gerekli ve önemli mühendislik bilgilerini sağlayacaktır. Bu özelliklerin bilinmesi yalnızca mühendisler için değil, aynı zamanda gıda bilimcileri, ürün üretici ve işleyicileri, bitki ve hayvan yetiştiricileri ile diğer tasarımcı ve yaratıcı uzmanlar ile zevk, tat, lezzet, renk, koku, şekil gibi konularda bitmez tükenmez istekleri olan tüketiciler için de yararlar sağlayacak buluş ve uygulamalara kaynaklık edecektir (Tunalıgil 1993).

Tarımsal işlerde kullanılan tarım alet ve makineleri, bu işlerde daha çok başarıya ulaşmaları, uygulama etkinliklerinin artırılması yönünde, yapısal gelişme ve değiştirmelere uğratılmaktadırlar. İşte gelişme, geliştirme yönünde mühendislerce kullanılan en büyük veriler biyolojik malzemelerin fiziko-mekanik özellikleri olmaktadır. Biyolojik malzemelerin, tohumluklarından tutulup, üretim sürecinin her kademesinde, hasat, temizleme, sınıflandırma, iletim, işlenme ve gıda teknolojisinin her kademesinde bu özelliklerden yararlanılan alet-makine özellikleri geliştirilmektedir. Alet-makine tasarımcıları, yapımcıları böylesine özellikler arası etkileşimi göz önüne alarak çalışmaktadırlar (Tunalıgil 1993).

Hasat makinelerinin iletim ve sınıflandırma düzenlerinin ölçülendirilmesi için, bu aygıt ve makinanın işleyeceği ürünün geometrik ölçülerinin, yoğunluk ve özgül ağırlıklarının bilinmesi gerekir. Hasat için ürünün olgunluk derecesinin ölçülmesi, ürünün hasat elemanının baskısına dayanabilmesi, ürünün ağaçtan kopma (ayrılma) kuvvetinin bilinmesi, ürünün taşınması ve diğer işlem kademelerine girmesi için basınca dayanıklılığının bilinmesi gerekir (Moser 1989).

Ülkemizde tarım ürünlerine özgü fiziko-mekanik özelliklerin giderek ortaya konulmaları, bu alandaki araştırmalara ve geliştirmelere ışık tutacak, özellikle kalkınmamızda, tarıma dayalı sanayi aşamalarında ve gıda teknolojisinde etkili olacaktır (Tunalıgil 1993).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dünya’da ve ülkemizde hasat parametreleri ve meyve hasat makinaları üzerinde yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Bunlarla ilgili bazı literatür taramaları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Kirişçi ve Tuncer (1987), Türkiye şartlarında mekanik turunçgil hasadının, gerek şimdiye kadar geliştirilen sistemlerin istenilen düzeyde olmaması ve gerekse Türkiye’deki bahçe ve ağaç sistemlerinin mekanik hasat düşünülerek oluşturulmadığı için, şimdilik insanın çalışma şartlarını iyileştiren ve iş verimini artıran yardımcı hasat vasıtalarına öncelik verilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Aydın (1989), Amasya elma çeşidinin bazı fiziko-mekanik özelliklerini belirlemiştir. Bu çalışmalarında Amasya elmasının hasat parametresi olarak elastisite modülü ve deformasyon hacmini belirlemiştir. Elastisite modülünü $1,62\text{N/mm}^2$, deormasyon hacmini $2,02\text{ mm}^3$ olarak bulmuşlardır.

Öğüt ve Aydın (1992), Öğüt ve Aydın bazı elma çeşitlerinin poisson oranları ve elastikiyet modüllerininin belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre Amasya elmasında poisson oranını ortalama 0,390, Golden elmasında 0,382, Starking elmasında ise 0,375 olarak bulunmuştur. Elastikiyet modülü ise sap kısım ve çiçek bölgelerinde $1,11\dots3,05\text{ N/mm}^2$ arasında değişmektedir.

Karadeniz ve ark. (1995), Van yöresinde yetiştirilen elma ve armut çeşitlerinde derim zamanında belirlenen bazı olgunluk parametreleri arasındaki ilişkileri incelemişler. Araştırmayı Van yöresinde yetiştirilen 3 standart elma çeşidi (Starking, Amasya ve Golden delicious) ve 3 mahalli elma çeşidi (Bey, Ekşi ve Turş) ile dört standart armut çeşidi (Williams, Mustafabey, Düşes ve Coscia) üzerinde yürütmüşlerdir. Hasat döneminde meyve ağırlığı, SÇKM, titre edilebilir asit miktarı ve pH gibi olgunluk parametreleri arasındaki ilişkileri belirlemiştir.

Aydın ve Çarman (1997), şeftalide çarpma enerjisine bağlı olarak zedelenmenin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalarında çarpma yüzeyine bağlı olarak farklı zedelenmelerin oluştuğunu belirlemişlerdir. Şeftalinin farklı çarpma yüzeylerinde üç farklı çarpma enerjisine bağlı olarak zedelenme hacimleri belirlenmiştir. Zedelenme hacimleri 115-4581 mm³ arasında değişmiştir. Ayrıca statik deneylerde biyolojik akma noktasındaki zedelenme enerjisi ve hacim sırasıyla 0,44 Nmm ve 283 mm³ olarak hesaplanmıştır. Farklı çarpma yüzeyleri için birim zedelenme enerjileri 0,19-1,93 Nmm/mm³ arasında değişmiştir. Birim zedelenme hacmi için en büyük enerji gereksinimi toprak yüzeyde elde edilmiştir.

Aydın ve Çarman (1998), elmalar arasında çarpışma enerjisine bağlı olarak Golden ve Starking elma çeşidinde ürünlerin birbirleriyle olan çarpışması sırasında oluşan çarpışma katsayılarını ve zedelenme hacimlerini belirlemişlerdir. Çarpma enerjisine bağlı olarak zedelenmenin arttığı Starking elma çeşidinin zedelenmeye karşı daha duyarlı olduğu ortaya çıkmıştır. Çarpışma katsayısı 0,35-0,52 zedelenme hacmi ise 0,48-5,16 cm³ arasında değişmiştir.

Köroğlu ve Köksal (1999), antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) meyvelerinde hasat olgunluğu yöntemlerinin en uygun hasat zamanını belirlemek amacıyla parametrelerin belirlenmesi için bir çalışma yapmışlardır. Antepfıstığı meyvelerinde hasat olgunluğu yöntemlerinin en uygun hasat zamanını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmalar; *P. vera* anacı üzerine aşılı Uzun, Kırmızı, Halebi, Siirt ve Ohadi çeşitlerinde yürütülmüştür. Antepfıstığı meyvelerinin hasat olgunluğunu belirlemek amacıyla çeşitlerin etkili sıcaklık toplamlarının yanı sıra, çeşitlerin pomolojik özellikleri (çıtılama oranı, meyve iriliği, iç meyve randımanı) ile toplam yağ miktarı ve yağ asitlerinin oranları saptanmıştır. Embriyo gelişimi süresince yağ ve yağ asitleri analizleri taze meyvelerde yapılmış ve Lipid ekstraksiyonu ve yağ asitlerinin metil esterlerinin elde edilmesi Garces ve Mancha(1)'ya göre yapılmıştır. Toplam yağ miktarı, her bir tohumun (meyvenin) yağ asitleri miktarının 1,05 (internal standart) ile çarpımı sonucunda mg olarak belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.

Analiz sonucunda; Palmitik(16:0), Palmitoleik (18:1), Stearik (18:0), Oleik (18:1), Linolenik (18:2) ve Linolenik (18:3) asitlerin miktar ve oranları belirlenmiştir. Sonuçlar hasat olgunluğunun toplam yağ miktarı ile saptanabileceğini göstermiştir. Yağ asitlerinin miktar ve oranlarındaki değişimin ise, hasat olgunluğu döneminden yaklaşık 7-10 gün önce olgun meyvedeki düzeyine ulaştığı saptanmıştır. Çıtlama oranı, meyve iriliği ve randıman değerlerinin hasat olgunluğunu belirlemede önemli kriterler olduğu ve bu özelliklerin toplam yağ miktarının birikimine paralel olarak artış gösterdikleri tespit edilmiştir. Çeşitlerin optimal hasat zamanlarındaki toplam etkili sıcaklık istekleri en az Kırmızı ve Halebi çeşidinde (2715 gün-derece) tespit edilmiş, bunu Uzun (2750 gün-derece) takip etmiş, en fazla toplam sıcaklık isteği ise Siirt ve Ohadi (2803-2861 gün-derece) çeşidinde saptanmıştır.

Polat (1999), yaptığı bir çalışmada Türkiye’de Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan Antep fıstığının mekanik yolla hasat olanaklarını araştırmıştır. Eksantrik silkeleyici, pnömomatik silkeleyici ve motorlu el silkeleyicinin kullanıldığı çalışmada % 85–100 oranında hasat gerçekleştirilmiştir.

Gezer ve Güner (2000), kayısı hasadında kablolu ve eksantrik silkeleyici kelepçe bağlantı noktasının hasat etkinliğine olan etkisinin belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmada; meyve kütlesi, meyvenin dala tutunma direnci, sapın eğilme kuvveti, sap uzunluğu, genlik, frekans, kelepçe bağlantı noktasının yeri, dalların yaylanma rijitliği meyvenin daldan kopmasını etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Bu çalışmalarında kablolu ve eksantrik silkeleyiciyle yapılan kayısı hasadında kelepçe bağlantı noktasının kayısının ağaçtan hasat edilme oranına yani hasat etkinliğine olan etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda kelepçe bağlantı noktasının hasat etkinliği üzerinde önemli etkisinin olduğu görmüşlerdir. Hasat etkinliği, kelepçe bağlantı noktasının yerine göre kablolu silkeleyici de % 65,00 ile % 81,50 ve eksantrik silkeleyicide % 70,80 ile % 100.00 arasında değişmiştir. Yeterli bir hasat etkinliği sağlayan en uygun kelepçe bağlantı uzaklıkları kablolu silkeleyici için 60-70 cm, eksantrik silkeleyici için ise 60-100 cm bulmuşlardır.

Güner ve Gezer (2001), kayısı hasadında bir el silkeleyicinin bazı parametrelerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma yapmışlar ve bu çalışmada el silkeleyicinin kayısı hasadındaki iş başarısı (kg/ h ve ağaç/h), yakıt tüketimi (l/h) ve hasat etkinliği (%) gibi bazı parametreleri belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçları klasik hasat yöntemiyle karşılaştırmışlardır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yapılmış ve her tekerrürde 1 h süreyle hasat gerçekleştirmişlerdir. Hem el silkeleyici ve hem de klasik yöntemde hasadı aynı kişi yapmıştır. El silkeleyicinin genliği 60 mm ve frekansı 20–23 Hz'dir. Yan dallara bağlanan el silkeleyici 2 defa aralıklı ve 4 s süreyle tam gazda çalıştırılmıştır. Denemeler sıra arası 10 m olan ve 8-12 yaşlarındaki kayısı ağaçlarında yürütülmüştür. Araştırma sonucunda el silkeleyici iş başarısı bir saatte hasat edilen kayısı olarak % 38,6 ve ağaç sayısı olarak da % 48,48 artırdığı bulunmuştur. Yakıt tüketimi ortalama 1,4 l/h, hasat etkinliği ise % 99,7 olarak belirlenmiştir.

Gürhan ve ark. (2001), kayısının mekanik davranışının belirlenmesi üzerinde bir araştırma yapmışlar ve bu çalışmada Malatya yöresinde yetiştirilen Hacihaliloğlu, Hasanbey ve Çöloğlu kayısı çeşitlerinin bası yükü altındaki mekanik davranışları belirlenmiştir. Kayıslar üç farklı eksen ve üç farklı deformasyon hızında yüklenmiştir. Elde edilen sonuçlardan, deformasyon hızı artışının maksimum direnci gösteren kuvvet değerini artırdığı, buna karşılık deformasyon enerjisi değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir.

Saçılık ve Çolak (2002), zeytinin (*Olea europaea* L. cv. Memecik) bazı çarpma parametrelerinin belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, İzmir yöresinde yetiştirilen memecik zeytinin, çeşitli sürtünme yüzeyleri üzerindeki sürtünme katsayılarını belirlemişlerdir. Sürtünme katsayısı değerlerini belirlemek amacıyla bir ölçme düzeni geliştirmişlerdir. Ölçme düzeni, zeytinlerin içine konulduğu kutu, sürtünme yüzeyi ve kuvvet algılama düzeninden oluşmuşlardır. Sürtünme yüzeyi olarak lastik, kontrplak, galvanize sac ve krom çelik sac kullanmışlardır. Denemelerde normal kuvvet, 23,1, 28,1 ve 33,1 N olarak seçilmiş ve sistemde oluşan sürtünme kuvvetleri sürekli olarak veri işleme sistemine kaydetmişlerdir. Deneme sonuçlarına göre statik ve dinamik sürtünme katsayısı

üzerine normal kuvvetin etkisi önemsiz, sürtünme yüzeyinin etkisi ise önemli bulmuşlardır ($p < 0,01$). Normal kuvvetin artmasıyla statik ve dinamik katsayısında biraz azalma gözlemlenmiştir. Sürtünme katsayısının en yüksek değerlerini lastik yüzeyde, en düşük değerlerini ise krom çelik sacda elde etmişlerdir.

Söyler ve Özcan (2003), turunçgil hasadında kullanılan yöntemler hakkında bilgiler vermiş, turunçgil hasadında kullanılan toplama robotu, bölgesel ağaç tacı sarsma ve yakalama sistemi (Mongoose), ağaç tacı çekme ve yakalama sistemi (crunkelton), havalı hasat makinası, gövde sarsıcı sistemler, kesintisiz hareketli ağaç tacı sarsma ve yakalama sistemlerini tanıtmış ve kullanılan alet ekipmanları ayrıntıları ile ele almışlardır.

Gezer (2005), kayısı üretiminde, traktör kullanımı, dikim mekanizasyonu, toprak işlemede mekanizasyon, sulama, gübreleme, bitki koruma, bakım, budama ve hasadında kullanılan makinalar hakkında bilgiler vermiştir. Ayrıca kayısının yıkama ve sınıflandırma işlemlerinin mekanizasyonu, meyve suyu ve pulpu üretimi, konserve üretim tesisleri, ekstrüzyon mamulleri üretimi, kükürtleme ve kurutma mekanizasyonu, çekirdek çıkarma işlemlerinde mekanizasyon, kuru kayısı işleme tesisleri ile kayısı çekirdeği işleme tesisleri konularına da, eserinde yer vermiştir.

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

$$M_t \ddot{x}_M + k \cdot x_M + 1/c \cdot \dot{x}_M = m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t, \text{ denkleminde;}$$

M_t = Toplam kütle (kg)

x_M = Dalın ivmesi (ms^{-2})

k = Sönümlenme katsayısı (Nsm^{-1}),

\dot{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 sarsıcılarda;

$$P_r = mrw^3x/2[\sin(2wt-\varphi)+\sin \varphi] \text{ (kW)}$$

Burada;

$$P_r = \text{Güç (kW)},$$

$$\varphi = \text{Faz açısı (rad)},$$

$$x = s/2,$$

$$s = \text{Strok (m)},$$

$$s = 2mr/M_t,$$

$$m = \text{Balanssızlık kütleleri (kg)},$$

$$M_t = \text{Toplam kütle (kg)},$$

$$M_t = M+m+M_m \text{ (kg)},$$

$$M = \text{Sarsıcının kütlesi (kg)},$$

$$M_m = \text{Ağacın kütlesi(sarsıcısız) (kg)},$$

$$w = \text{Sarsıcının frekansı (rad/s)},$$

$$r = \text{Balanssızlık kütlelerinin merkezden kaçıklığı (m)'dir.}$$

Z. Lang'a 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.

$$P = Kg^2/Aum+Kd) \text{ (Şekil 3.12)}$$

Burada;

$$P = \text{Sarsıcının toprak zemininden bağlanma yüksekliği (cm)},$$

$$Aum = \text{Ağacın ağırlık merkezinin toprak zemine olan uzaklığı (cm)},$$

$$Kd = \text{Ağaç kök genişliği (cm)},$$

$$Kg = \text{Ağaç kök derinliği (cm)'dir.}$$

Polat ve ark. (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 bulunmuşlardır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak, Konya ekolojik şartlarında yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan yarı bodur Starking Delicious, Golden Delicious ve Granny Smith elma çeşitleri kullanılmıştır.

Araştırma Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü elma bahçesinde yürütülmüştür.



Şekil 3. 1. Elma bahçesinin genel görünüşü



Şekil 3. 2. Elma bahçesinin uydu fotoğrafı

Araştırma yapılan elma bahçesinin genel görünüşü Şekil 3.1’de uydu görüntüsü Şekil 3.2’ de gösterilmiştir.

Araştırma bahçesinin toprak özellikleri; killi tın bünyeli allüviyal topraklardan oluşmaktadır. Taban suyu sorunu olmayıp, elverişli su kapasitesi 157 mm/m’dir. Fosfor, potasyum ve kireç içeriği yüksek, organik madde miktarı düşüktür. Hafif alkali özellik göstermektedir. Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri çizelge 3.1’de verilmiştir. Denemede kullanılan sulama suyu tuzluluk yönünden sulamaya uygun T₂A₁ sınıfındadır. Sulamada kullanılan suyun özellikleri çizelge 3.2 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme Yeri Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Derinlik (cm)	EC dS/m	CaCO ₃ (%)	O. M. (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	pH (çamur)	% Kum	% Kil	% Silt	Bünye	TK %	SN %	H.A. gr/cm ³
0-30	1.04	19.29	2.6	17.54	159.0	7.6	31.21	43.99	24.80	C	23.89	11.02	1.39
30-60	0.70	17.80	1.73	3.23	81.9	7.9	31.64	42.39	25.97	C	24.84	13.67	1.35
60-90	0.70	17.80	1.26	3.72	59.1	8	33.31	48.84	17.85	C	24.19	12.99	1.37
90-120	0.93	17.80	1.00	3.23	50.8	7.8	41.57	40.58	17.85	C	22.92	12.45	1.4

Çizelge 3.2. Sulamada Kullanılan Suyun Analiz Sonuçları

pH	EC dS/m	Kasyonlar (me/l)				Anyonlar, (me/l)				Top.	SAR
		Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CO ₃	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻		
7,6	0,58	0,29	2,13	3,39	0,01	0	4,39	0,89	0,55	5,82	0,17

3.1.1. Araştırma alanının genel iklim özellikleri

Konya ilinde hâkim iklim step iklimidir. Kış mevsimi sert ve soğuk geçer. Yıllık ortalama sıcaklık 10,5 °C 'dir. En düşük ortalama sıcaklık (-1,1 °C) Ocak ayında, en yüksek sıcaklık ise (22,6 °C) Temmuz ayında görülür (Çizelge 3.3).

Konya'da yıllık ortalama nispi nem % 59,4 dür. Temmuz ve Ağustos aylarında en düşük seviyede olan nispi nem, Eylül ayından sonra yükselerek Aralık ve Ocak aylarında en yüksek seviyesine ulaşır.

Konya’da yıllık yağış toplamı 313,9 mm dir. En az yağış Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında görülür. Yağışın en fazla olduğu ay 43,2 mm ile Mayıs ayıdır. Bunu diğer aylar takip eder.

Çizelge 3.3. Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Rasat Parkı Bazı İklim Elemanlarının 34 Yıllık Ortalama Değerleri (Anonymous 2007).

Meteorolojik Veriler	AYLAR												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık C	-1.1	0.4	4.9	10.3	14.9	19	22.6	21.1	16.9	11.6	5.2	0.6	10.5
Ortalama Nispi Nem %	75.0	68.6	61.0	56.5	55.4	48.6	42.3	44.1	49.0	62.0	71.4	79.0	59.4
Ortalama Yağış mm.	31.5	23.1	26.6	37.3	43.2	25.7	6.6	5.9	7.9	34.7	32.5	38.9	313.9

3.1.2. Araştırmada kullanılan elma çeşitleri

Çizelge 3.4. Araştırmada Kullanılan Elma Çeşitlerinin Özellikleri

Özellikleri	Granny Smith	Golden delicious	Starking delicious
Ortalama Meyve Çapı (mm)	72±8	64±2	74±3
Ortalama Meyve Yüksekliği (mm)	60±5	55±3	61±5
Ortalama Meyve Ağırlığı (g)	179±14	174±9	183±17

3.1.2.1. Starking delicious

Starking delicious ağacı kuvvetli yarı dik- dik gelişir. Her yıl düzenli ve bol ürün verir. Meyvesi iri koyu kırmızı renkte, çiçek tarafında beş çıkıntısı olup, uzunca şekilli, çok iri, kalitelidir (Şekil 3.3). Soğuk hava depolarında Nisan ayına kadar saklanabilir (Anonymous 2006).

Starking delicious elması, meyveleri orta iri, iri, uzun, konik biçiminde, sap tarafı genişçe ve çiçek çukuru tarafı kuvvetli dilimlidir. Sapı ince, uzun; kabuğu ince, sert, parlak sarı zemin üzerine sıvama ve koyu kırmızı çizgili; eti beyaz, yumuşak, tatlı, güzel kokuludur (Öğüt ve Aydın 1992).



Şekil 3.3. Starking delicious elma çeşidinin görünüşü

3.1.2.2. Golden delicious

Golden delicious ağacı dik-yarı dik ve orta kuvvette gelişir, çok verimlidir. Meyvesi iri, altın sarısı renkte, silindirik konik şekilli ve çok iri kalitelidir (Şekil 3.4). Soğuk hava depolarında Mart ayına kadar saklanabilir. Dikkatli budama ve meyve seyreltmesi yapılırsa her yıl düzenli ve bol ürün verir (Anonymous 2006).

Golden delicious elması meyve orta iri-iri, silindirik, düzgün şekilli; sap çok uzun ve ince; kabuk parlak sarı, sap tarafında bariz paslı benekli; eti yeşilimtrak krem renkte, sıkı, gevrek, ince daneli, nazık, sulu aromalı, tatlıdır (Özbek 1977 ve 1978).



Şekil 3.4. Golden delicious elma çeşidinin görünüşü

3.1.2.3. Granny smith

Ağacı zayıf-orta kuvvette, yarı dik-yayvan gelişir. Her yıl ve bol ürün verir. Meyvesi orta iri-iri, yeşil zemin üzeri hafif donuk sarı renkli, kalitesi çok iyi olup, sert, çok sulu ve kendine özgü mayhoş bir tadı vardır (Şekil 3.5). Granny smith, soğuk hava depolarında ve ilkel depolarda uzun süre (9 ay) muhafaza edilebilir (Anonymous 2006).



Şekil 3.5. Granny smith elma çeşidinin görünüşü

3.1.3. Araştırmada kullanılan cihazlar ve aletler

Araştırmada aşağıda özellikleri belirtilen cihazlar kullanılmıştır.



şekil 3.6. Kuvvet amplifikatörü

Kuvvet amplifikatörünün zellikleri:

Markası : Vibro-meter
Tipi : 8 HPC-1/A1
Besleme voltajı : 220V-50Hz
Batarya : 24 V
Gösterge : Analog ibre sapmalı

Çıkışa digital avometre bağlanarak digital çıkış alınabilir.



Şekil 3.7. Gövde ve dal dinamometresi

Dinamometrenin özellikleri:

Markası : Vibro-meter
Tipi : LTC-115-0,1
Ölçüm aralığı : 0-50 kp
Çıkış voltajı : 2 mV/V
Giriş direnci : 350 ohm
Çıkış direnci : 352 ohm



Şekil 3.8. Avometre

Avometrenin özellikleri:

Tipi : MIC 3300 A

Ölçüm aralığı : 200mV-1000V

Hassasiyet : % 5



Şekil 3.9. Penetrometre

Penetrometrenin özellikleri:

Markası : Tr

Tipi : Fruit pressure tester FT 327

Kapasite : 13 kg/cm² - 29 lb/ inc²



Şekil 3.10. El dinamometresi

El dinamometresinin özellikleri:

Kapasite : 22 kg / 50 lb

Ölçüm aralığı : 250 g / 0,5 lb



Şekil 3.11. Milimetrik levha ve lazer lambası

Kontraplak üzerine milimetrik kağıt yapıştırılarak 35x40 cm ebadında bir milimetrik levha oluşturulmuştur.

Milimetrik levha üzerinde dal ve gövdenin yer değiştirme miktarını görebilmek için dal ve ağaca lazer lambası tutturulmuştur.

3.2. Metot

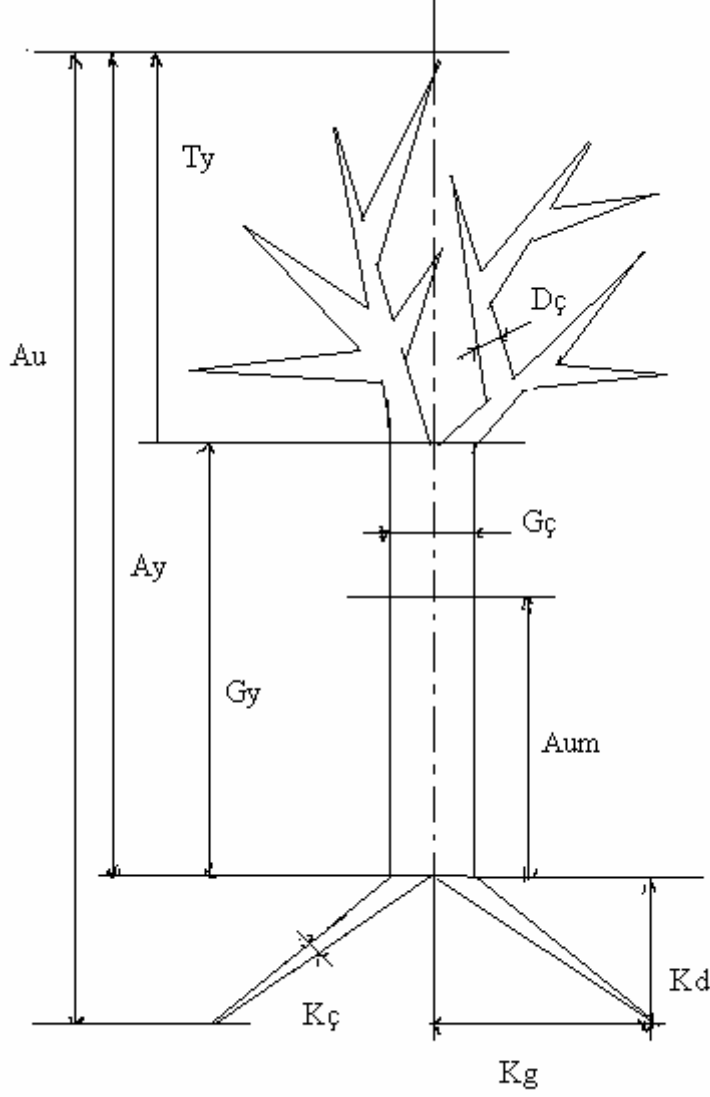
Çalışmalar aşağıdaki Çizelge 3.1’de gösterilen araştırma planına göre yürütülmüştür.

Çizelge 3.5. Araştırma Planı

Çeşit	Gövde çapı (mm)	Dal çapı (mm)	Meyve Kopma kuvveti (kg)	Yaylanma katsayısı (kg/m)
1	Gç ₁	Dç ₁	M ₁	k ₁
2	Gç ₂	Dç ₂	M ₂	k ₂
3	Gç ₃	Dç ₃	M ₃	k ₃

1- Starking delicious 2- Golden delicious 3- Granny smith

Çalışmada ağacın bölgelendirmesi Şekil 3.12'deki gibi yapılmış ve ölçüler alınmıştır.



Şekil 3.12. Ağacın şematik görünüşü

Burada,

$Ay = \text{Ağaç yüksekliği (cm)}$,

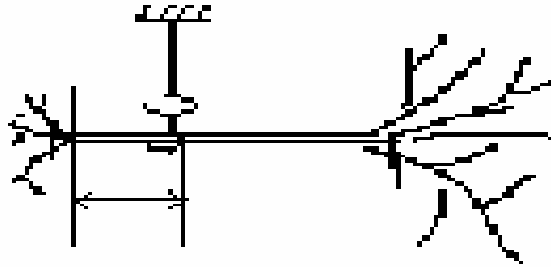
$Ay = Gy + Ty \text{ (cm)}$,

$Au = \text{Ağaç uzunluğu (cm)}$,

$Au = Gy + Ty + Kd \text{ (cm)}$,

K_g = Kök genişliği (cm),
 K_d = Kök derinliği (cm),
 $K_ç$ = Kök çapı (cm),
 G_y = Gövde yüksekliği (cm),
 T_y = Taç yüksekliği (cm),
 $G_ç$ = Gövde çapı (cm),
 $D_ç$ = Dal çapı (cm),
 A_{um} = Ağırlık merkezi uzaklığı (cm)'dir.

Ağırlık merkezinin bulunması için ağaçlar topraktan sökülmüş yatay olarak denge tezgâhının üzerine konmuş dengede kalma durumuna geldikten sonra kökten yukarıya doğru olan mesafe şerit metre ile ölçülmüş ve ağırlık merkezinin yeri bulunmuştur (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Ağaç ağırlık merkezinin bulunması

Kök genişliğinin ve derinliğinin bulunması için ağaç kökünün etrafı topraktan temizlendikten sonra kökün yanlara ve aşağıya doğru olan mesafesi şerit metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.12).

Gövde yüksekliğinin belirlenmesi için ağacın toprak yüzeyinden dalların ayrıldığı yere kadar olan mesafesi şerit metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.12).

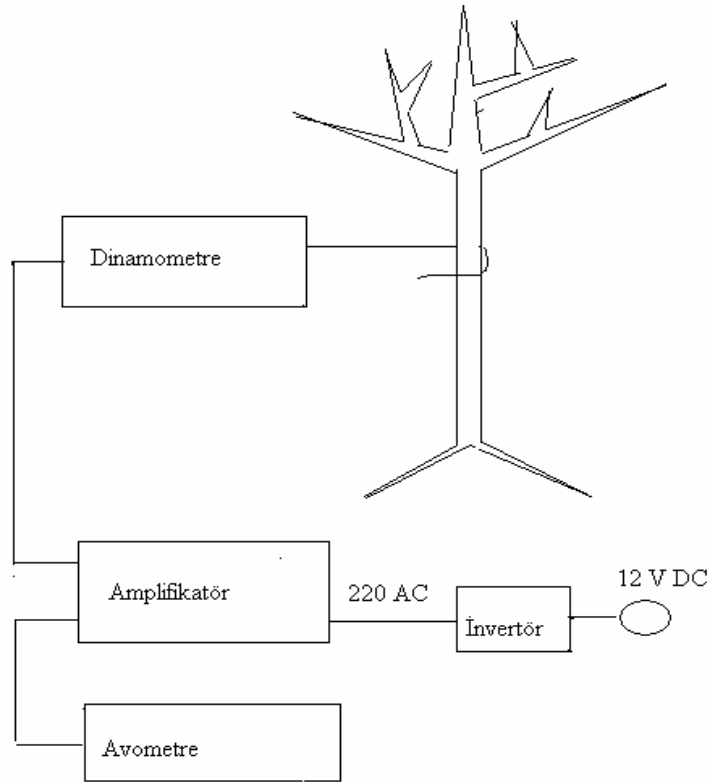
Ağaç yüksekliğinin belirlenmesi için ağacın toprak yüzeyinden dalın en yüksek noktasına kadar olan mesafe şerit metre ile ölçülmüştür (Şekil.3.12).

Ağaç ağırlığı; ağaç ağırlık merkezinden el dinamometresi ile ağaç gövde, kök ve dal çapı; ağacın üç farklı noktasından kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.12).

Meyve eti sertliğinin belirlenmesi için farklı cinsteki elma çeşitlerinin meyve eti sertliği penetrometre yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.9).

Meyvenin daldan kopma kuvvetinin belirlenmesi için meyve, el dinamometresi kullanılarak daldan koparılmış, kopma anında da dinamometrede okunan değer belirlenmiştir (Şekil 3.10).

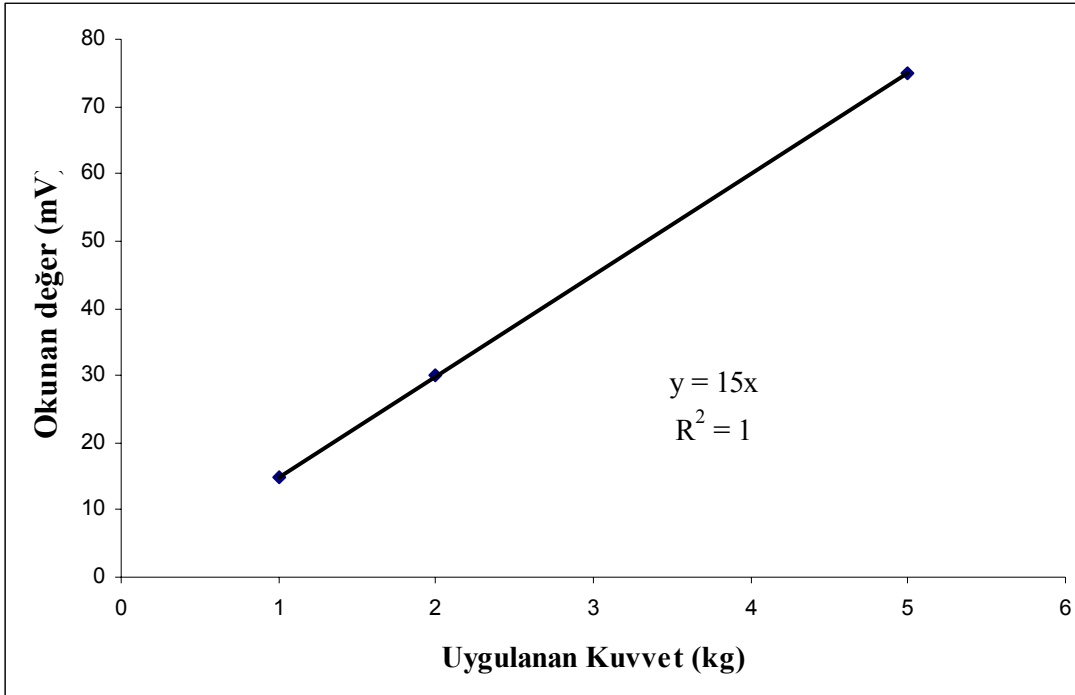
Gövde ve dal yaylanma kuvvetini ölçmek için dinamometre, amplifikatör, invertör ve avometreden oluşan bir düzenek oluşturulmuştur (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Gövde ve dal yaylanma katsayısının ölçümünde akış diyagramı

Arazi çalışmaları için amplifikatörü beslemek amacıyla arazi aracından elde edilen 12 V'luk gerilim invertör yardımıyla 220 V'a yükseltilmiş ve çalışmalarda kullanılmıştır (Şekil 3.14). Gövde ve dal yaylanma katsayısını ölçebilmek için dinamometrenin ucuna bir aparat hazırlanmış, kuvvet dinamometresi yardımıyla, dal ve gövdeye uygulanarak yaylanma katsayısı ölçülmüştür. Avometreden okunan veriler kayıt edilmiş, kayıt edilen veriler bilgisayar yardımıyla değerlendirilmiştir.

Çalışmada ölçüme başlamadan önce dinamometre, amplifikatör ve avometre arazi başında 1, 2 ve 5 kg'lık ağırlıklarla kalibre edilmiştir. Amplifikatöre bağlı olan avometre yardımıyla, 1 kg ağırlığa karşılık 15 mV değeri, 2 kg ağırlığa karşılık 30 mV değeri ve 5 kg ağırlığa karşılık 75 mV değerleri okunmuş, ölçülen değerler ve uygulanan kuvvet Microsoft Office Excel programında değerlendirilerek Şekil 3.15' deki amplifikatörün kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir.



Şekil 3.15. Amplifikatörün kalibrasyon eğrisi

Bu eğriden yararlanarak;

$$y = 15.x$$

$$y = \text{Okunan Değer (O.D.)}$$

$$x = \text{Uygulanan Kuvvet (U.K.)}$$

$$U.K. = O.D./15$$

$$F = O.D./15 \text{ kg}$$

eşitliği geliştirilmiş ve çalışmada bu eşitlik kullanılarak kuvvetler ölçülmüştür.

Gövde yaylanmasının belirlenmesi için milimetrik tablo gövdenin arkasına yerleştirilmiş, dinamometre yardımıyla da gövdeye kuvvet uygulanarak gövde yerinden hareket ettirilerek amplifikatörden alınan değerler okunmuştur. Gövde üzerine tutturulan lazer ışık yardımıyla gövdenin hareket miktarı milimetrik levha üzerinde ölçülerek elde edilen veriler bilgisayara aktarılmış, yapılan ölçümler sonucunda gövde yaylanma katsayıları belirlenmiştir (Şekil 3.11).

Dal yaylanmasının belirlenmesi için milimetrik tablo dalın arkasına yerleştirilmiş dinamometre yardımıyla da dala kuvvet uygulanarak dal yerinden hareket ettirilerek amplifikatörden alınan değerler okunmuştur. Dal üzerine tutturulan lazer ışık yardımıyla gövdenin hareket miktarı milimetrik levha üzerinde ölçülerek elde edilen veriler bilgisayara aktarılmış, yapılan ölçümler sonucunda dal yaylanma katsayıları belirlenmiştir.

Çalışma sonucu elde edilen ölçümlerin, çeşit ortalamaları arasındaki farklılıklarının istatistiksel olarak önemli olup olmadığını tespit etmek için varyans analizleri ve LSD testi yapılmıştır. Ölçüm yapılan değerlerin istatistiksel olarak hangi seviyede önemli olduğunu belirten P değeri varyans analiz tablosunda belirtilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

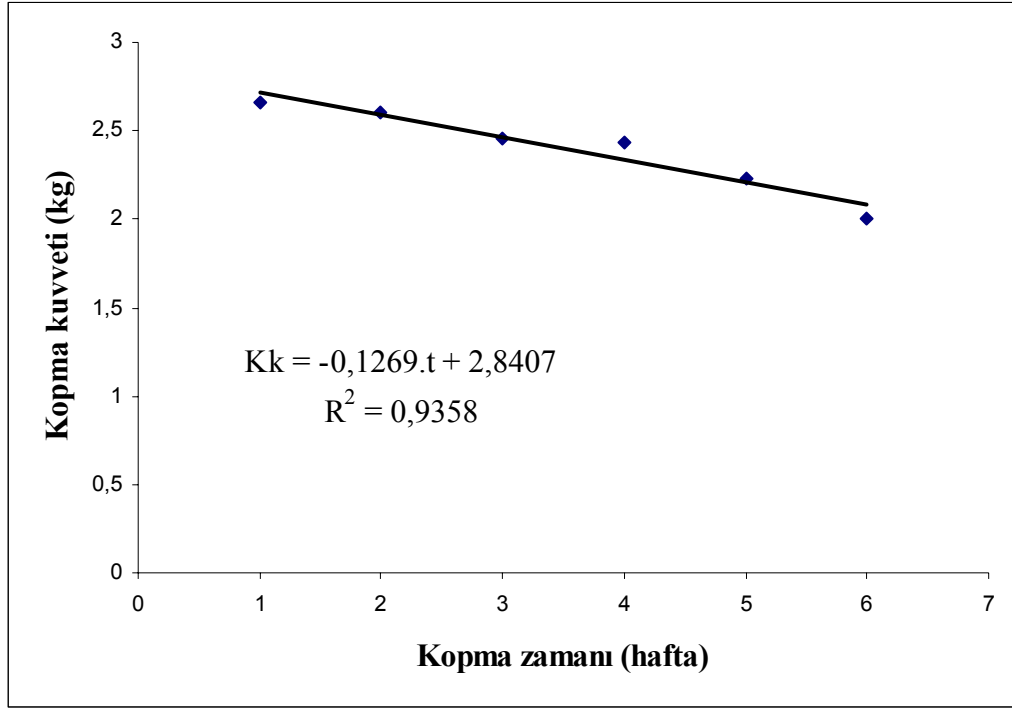
4.1. Elma Çeşitlerinin Dalda Tutunma Kuvvetleri

Araştırma sonucunda çeşitlere bağlı olarak daldan kopma kuvveti Granny smith elma çeşidi için 2,0 kg, Golden delicious elma çeşidi için 1,23 kg, Starking delicious için 0,87 kg bulunmuştur (Çizelge 4.1).

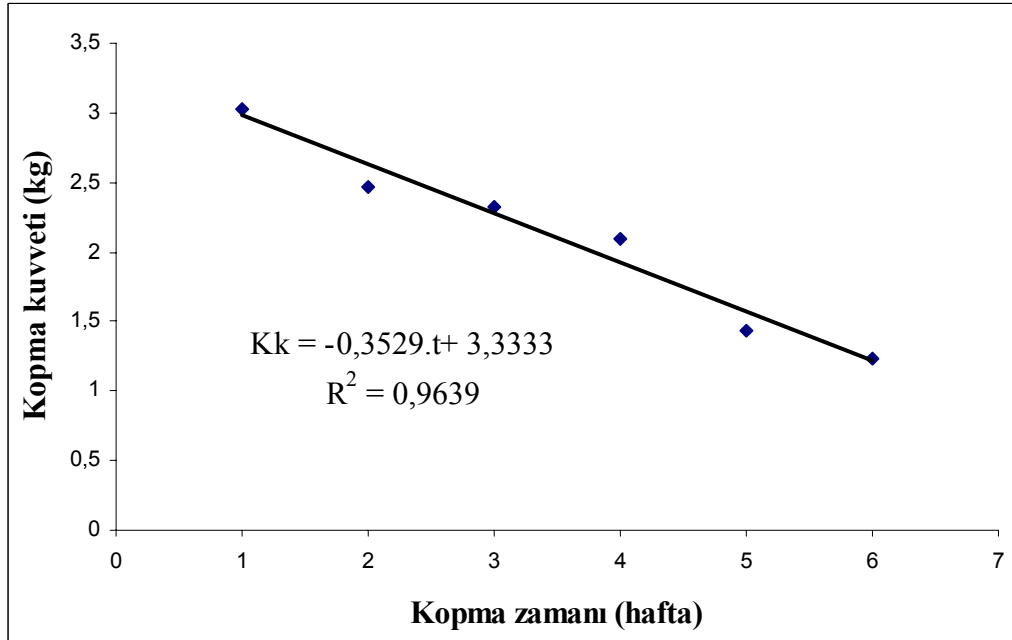
Çizelge 4.1. Meyvenin Olgunluğuna Bağlı Dalda Tutunma Kuvvetleri (kg)

Hasat Tarihi	Granny Smith	Golden Delicious	Starking Delicious
20,08,07	2,66±0,34	3,03±0,23	2,10±0,10
27,08,07	2,60±0,20	2,47±0,17	1,97±0,13
03,09,07	2,46±0,06	2,33±0,17	1,63±0,13
10,09,07	2,43±0,13	2,10±0,10	1,47±0,07
17,09,07	2,23±0,27	1,43±0,23	1,07±0,23
24,09,07	2,00±0,10	1,23±0,23	0,87±0,23

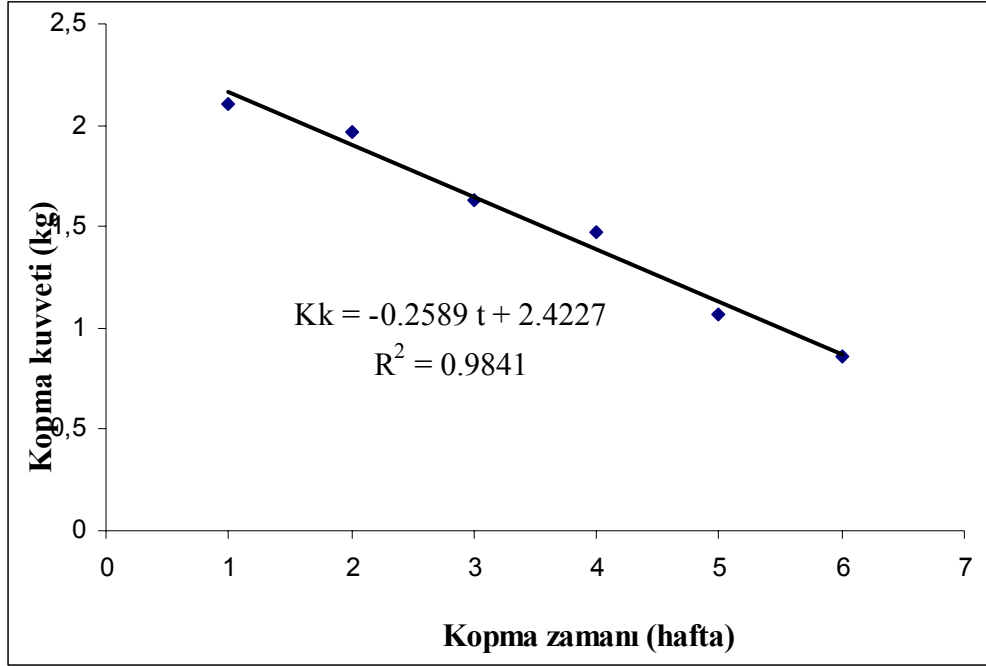
Elmaların daldan kopma kuvvetleri (Kk) 20,08,2007 tarihinden başlayarak, 24,09,2007 tarihine kadar altı defa ölçüm yapılarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'de elma çeşitlerinin daldan kopma kuvvetleri görülmektedir.



Şekil 4.1. Granny smith elma çeşidinin zamana bağlı olarak dalda tutunma kuvveti



Şekil 4.2. Golden delicious elma çeşidinin zamana bağlı olarak dalda tutunma kuvveti



Şekil 4.3. Starking delicious elma çeşidinin zamana bağlı olarak dalda tutunma kuvveti

Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3’de görüldüğü gibi hasat dönemine yaklaşıldıkça, elma çeşitlerinin kopma kuvvetlerinin azaldığı görülmektedir. Kopma kuvvetlerinin en düşük olduğu noktalar, elma çeşitleri için hasat dönemi hakkında bilgi vermektedir.

Elma çeşitlerinin daldan kopma kuvvetlerine uygulanan varyans analiz sonucu Ek çizelge 1’de görülmektedir. Bu tablonun incelenmesiyle, elma çeşitlerinin daldan kopma kuvveti değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Bu değerler uygulanan LSD testi sonucu Ek Çizelge 2’de görülmektedir. Bu çizelgeye göre Granny smith elma çeşidinin daldan kopma kuvveti değeri, diğer iki çeşide göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

4.2. Elma Çeşitlerinin Meyve Eti Sertliği Değerleri

Elma çeşitlerinin meyve eti sertliği değerlerine uygulanan varyans analizi sonuçları Ek Çizelge 3’de görülmektedir. Elma çeşitleri arasında meyve eti sertliği ortalamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Hangi çeşitler arasında meyve eti sertliği bakımından fark bulunduğunu belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonucuna göre (Ek Çizelge 4), Granny smith elma çeşidinin meyve eti sertliği, Golden delicious ve Starking delicious elma çeşitlerine göre farklı olarak bulunmuştur.

4.3. Elma Ağaçlarının Mekanik ve Fiziksel Özellikleri

Araştırma sonucunda, ağaç çeşitlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri çizelge 4.2’ de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.2. Ağaç Çeşitlerinin Bazı Mekanik ve Fiziksel Özellikleri

Mekanik ve fiziksel özellikler	Granny Smith	Golden Delicious	Starking Delicious
Dal çapı (mm)	32,50±6,71	23,50±2,78	31,83±1,96
Dal yaylanma miktarı (cm)	10,17±3,77	7,17±1,17	10,83±2,19
Dal yaylanma katsayısı (kg/m)	138,70±32,50	132,00±14,60	104,70±20,90
Gövde çapı (mm)	62,50±6,93	57,67±6,55	62,50±1,53
Gövde yaylanma miktarı (cm)	3,50±1,00	5,67±1,68	2,17±0,33
Gövde yaylanma katsayısı (kg/m)	1160,0±420,0	847,0±166,0	1328,0±322,0
Gövde yüksekliği (cm)	68,67±7,54	72,33±5,61	73,00±9,50
Kök çapı (mm)	12,00±1,00	18,00±2,08	20,33±2,40
Kök genişliği (cm)	62,33±6,74	97,00±5,29	73,00±5,13
Kök derinliği (cm)	49,00±6,24	39,00±4,58	43,00±2,08
Ağırlık merkezi (cm)	66,67±2,19	69,00±1,73	68,00±4,04
Ağaç yüksekliği (cm)	252,70±11,20	268,00±9,54	258,30±24,60
Ağaç ağırlığı (g)	3900,0±436,0	5750,0±144,0	6100,0±1069,0

Çizelge 4.2 verilen ağaç özelliği değerlerine varyans analizleri uygulanmıştır. Bu varyans analiz sonuçlarına göre sadece ağaçların kök genişliği değerleri arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmuştur (Ek Çizelge 5). Yapılan LSD testi sonucunda Golden delicious çeşidinin kök genişliği değeri, diğer iki çeşidin kök genişliği değerlerine göre farklılık göstermektedir (Ek Çizelge 6).

Dal çapı, dal yaylanma miktarı, dal yaylanma katsayısı, gövde çapı, gövde yaylanma miktarı, gövde yaylanma katsayısı, gövde yüksekliği, kök çapı, kök derinliği, ağırlık merkezi, ağaç yüksekliği ve ağaç ağırlığı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Ek Çizelge 7 ile 18'de görülmektedir. Bu tabloların incelenmesi sonucunda bu değerler arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir.

5.SONUÇ

Meyve hasadı için önemli olan parametrelerden biri olan meyvenin daldan koparılma kuvvetleri üzerine yapılan varyans analizi sonucunda (Ek Çizelge 1), çeşitler arasındaki farklılık % 1 seviyesinde göre önemli bulunmuştur. Bu sonuca göre elma çeşitlerinin farklı zamanlarda hasat edileceği anlaşılmaktadır. Hasat zamanının aynı döneme getirilmesi için olgunlaştırıcıların kullanımı gerektiği söylenebilir.

Meyve eti sertliği değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda (Ek Çizelge 3), Granny smith elme çeşidinin meyve eti sertliği 6,4 kg/cm², Golden delicious elma çeşidinin ve Starking delicious elme çeşidinin meyve eti sertliği değerlerine göre farklılık göstermiştir. Bu sonuca göre Granny smith elma çeşidinin çarpma zararına karşı daha dayanıklı olduğunu söyleyebiliriz. Başka bir ifadeyle makineli hasada diğer iki çeşide göre daha uygun olduğunu belirtebiliriz.

Araştırma sonucunda Granny smith, Golden delicious ve Starking delicious elma ağaçlarının sadece kök genişliği arasında istatistiksel bir fark belirlenmiş (Ek Çizelge 5), dal çapı, gövde çapı, gövde yaylanma katsayısı, dal yaylanma katsayısı, ağaç ağırlık merkezi, ağaç yüksekliği, ağaç ağırlığı arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır (Ek Çizelge 7-18). Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, her üç ağaç çeşidinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin bir farklılık göstermediğini söyleyebiliriz. Örneğin, dal ve gövde yaylanma katsayısı değerleri, dal ve gövde sarsıcıların projelendirilmesinde önemlidir. Çeşitler arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz oluşu, çeşitlerden herhangi birisine ait değerlerin seçimiyle projelenecek sarsıcının, diğer çeşitlerde de kullanılmasına olanak sağlayacaktır. Yine ağaç ağırlık merkezinin yeri, çeşitler arasında farklılık göstermemesinden dolayı, sarsıcının ağaca bağlanma noktası hakkında, bize yaklaşık bir fikir vermektedir. Yani yaklaşık bu değeri optimum 68 cm olarak alabiliriz. Sarsıcının bu noktanın altına bağlanması durumunda ağaç kök zarar görmekte, bu noktanın üstüne bağlanması durumunda ise dallar zarar görebilmektedir.

Bu araştırma řu sonucu ortaya çıkarmıştır; elde edilen verilerden yararlanarak, bir elma ağacının dal ya da gövde sarsıcısı dizayn edilebilir. Aynı sarsıcı ile üç elma çeşidinin hasadı da yapılabilir.

Araştırmanın, bu konu üzerinde çalışma yapmak isteyenlere yol gösterebileceği mit edilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Anonymous, 2001. Tarım İstatikleri. TÜİK, Ankara.
- Anonymous, 2002. Tarım İstatikleri. TÜİK, Ankara.
- Anonymous, 2003. Tarım İstatikleri. TÜİK, Ankara.
- Anonymous, 2004. Tarım İstatikleri. TÜİK, Ankara.
- Anonymous, 2005. Tarım İstatikleri. TÜİK, Ankara.
- Anonymous, 2006. Bitkisel Üretim. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara
- Anonymous, 2007, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Meteorolojik Verileri, Konya.
- Aydın,C.,1989. Amasya Elma Çeşidinin Tarım Tekniği Yönünden Önemli Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Aydın,C., Çarman,K.,1997. Şeftalide Çarpma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, Tokat.
- Aydın C.,ve Çarman K., 1998. Elmalar arasında Çarpışma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Saptanması. Tarımsal Mekanizasyon 18.Ulusal Kongresi Tekirdağ
- Gezer, İ., 1997. Malatya Yöresinde Kayısı Hasadında Mekanizasyon İmkanlarının Araştırılması Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı. Konya.
- Gezer, İ., 1998.KayısıDA Farklı Hasat Yöntemlerinin Hasat Tekniği ve İş Başarısı Açısından Karşılaştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 18, Ulusal Kongresi.Tekirdağ.
- Gezer, İ., 2005. Kayısıcılıkta Mekanizasyon, Medipres matbaacılık yayıncılık ltd. şti. Malatya.
- Gezer, İ. ve Güner, M., 2000. Kayısı Hasadında Kablolu ve Eksantrik Silkeleyici Kelepçe Bağlantı Noktasının Hasat Etkinliğine Olan Etkisinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, cilt:6, Ankara.
- Gezer,İ. ve ark., 2000. Bazı Sebze ve Meyvelerin Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Türk-Koop Ekin Dergisi Sayı:13, Ankara.

- Güner, M. ve Gezer, İ., 2001. Kayısı Hasadında Bir El Silkeleyicinin Bazı Parametrelerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, cilt:7, Ankara.
- Gürhan, R., ve ark., 2001. Kayısının Mekanik Davranışının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, cilt:7, Ankara.
- Güzel, E., 1998. Hasat Harman İlkeleri ve Makineleri. Ç.Ü.Z.F. Adana.
- Karadeniz ve ark., 1995. Van Yöresinde Yetiştirilen Elma ve Armut Çeşitlerinde Derim Zamanında Belirlenen Bazı Olgunluk Parametreleri Arasındaki İlişkiler. Y.Y.Ü.Z.F. Dergisi. Van.
- Kirişçi, V., ve Tuncer, İ.K., 1987. Turunçgil Hasat Mekanizasyonu ve Türkiye’de Uygulanabilirliği. Derim- Narenciye Araştırma Enstitüsü Yayını 4. Antalya.
- Kirişçi, V., ve Tuncer, İ.K., 1988. Turunçgil Hasat Mekanizasyonu. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi. Erzurum.
- Köroğlu, M. ve Köksal, İ., 1999, Antepfıstığı (Pistacia vera L.) Meyvelerinde Hasat Olgunluğunun Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi. cilt:5, Ankara.
- Kural H., 1995. Bazı Meyvelerin Hasadında Mekanizasyon Uygulamaları, Doktora Semineri. Konya.
- Lang Z., 2005. Dynamic Modelling Structure of a Fruit Tree for Inertial Shaker System Design. Biosystem Engineering.
- Moser, E., 1989. Bağ Bahçe Sebze ve Endüstri Kültürlerinde Mekanizasyon Uygulamaları. (Çevirenler: Tuncer, K., ve Özgüven, F.). TZDK Mesleki Yayınları Yayın No: 52, Ankara.
- Öğüt, H. ve Aydın, C., 1992. Konya Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Poisson Oranı ve Elastikiyet Modüllerinin Belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi Sayı:3, Cilt:2 Konya.
- Özbek, S., 1977. Genel Meyvecilik. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 2, Adana.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik (Kışın Yaprağını Döken Meyve Türleri). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 128, Ders kitabı: 11, Adana.
- Polat, R., 1999. Antepfıstığının Mekanik Hasat Olanakları ve Mekanizasyonuna Yönelik Özelliklerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. (Doktora Tezi), Edirne.
- Polat ve ark., 2006. Erik Ağaçlarında Hasat Tekniği Açısından Meyve Tutunma Kuvveti ve Yaylanma Rijiditesinin Belirlenmesi. Tarım Makineleri Bilimi Dergisi

- Saçılık ve Çolak 2002, Zeytinin (*Olea europaea* L. cv. Memecik) Bazı Çarpma Parametrelerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi. cilt:1, Ankara.
- Söyler,O., ve Özcan, M. T., 2003. Turunçgil Hasadının Teknik ve Ekonomik Başarılarının Belirlenmesi Üzerine Çalışmalar.Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi. Konya
- Tunalıgil, B.G., 1993. Biyolojik Malzemelerin Teknik Özellikleri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları:1305, Ders Kitabı:379, Ankara.

7. EK ÇİZELGELER

Ek Çizelge 1. Daldan Kopma Kuvvetlerine Uygulanan Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	2,0067	1,0033	31,14	0,001
Hata	6	0,1933	0,0322		
Toplam	8	2,2000			

Ek Çizelge 2. Daldan Kopma Kuvveti Değerlerine Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Çeşitler	Granny Smith	Golden Delicious	Starking Delicious
Daldan kopma kuvveti	2,00±0,06a	1,23±0,12b	0,87±0,12b
LSD=0.5432			

Ek Çizelge 3. Meyve Eti Sertliği Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	2,0000	1,0000	150,00	0,000
Hata	6	0,0400	0,0067		
Toplam	8	2,0400			

Ek Çizelge 4. Meyve Eti Sertliği Değerlerine Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Çeşitler	Granny Smith	Golden Delicious	Starking Delicious
Meyve Eti Sertliği	6,40±0,06a	5,40±0,06b	5,40±0,000b
LSD=0,2478			

Ek Çizelge 5. Kök Genişliği Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	1891,56	945,78	9,48	0,014
Hata	6	598,67	99,78		
Toplam	8	2490,22			

Ek Çizelge 6. Kök Genişliği Değerlerine Uygulanan LSD Testi Sonuçları

Çeşitler	Granny Smith	Golden Delicious	Starking Delicious
Kök Genişliği	62,33±6,74b	97,00 ±5,29a	73,00 ±5,13b
LSD=19.960			

Ek Çizelge 7. Dal Çapı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	150,89	75,44	1,33	0,332
Hata	6	340,17	56,69		
Toplam	8	491,06			

Ek Çizelge 8. Dal Yaylanma Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	22,89	11,44	0,56	0,597
Hata	6	122,00	20,33		
Toplam	8	144,89			

Ek Çizelge 9. Dal Yaylanma Katsayısı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	1948	974	0,13	0,880
Hata	6	44741	7457		
Toplam	8	46689			

Ek Çizelge 10. Gövde Çapı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	46,72	23,36	0,25	0,786
Hata	6	559,67	93,28		
Toplam	8	606,39			

Ek Çizelge 11. Gövde Yaylanma Katsayısı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	357122	178561	0,58	0,588
Hata	6	1844419	307403		
Toplam	8	2201540			

Ek Çizelge 12. Gövde Yaylanma Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	18,72	9,36	0,64	0,560
Hata	6	87,83	14,64		
Toplam	8	106,56			

Ek Çizelge 13. Gövde Yüksekliği Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	32,7	16,3	0,09	0,914
Hata	6	1071,3	178,6		
Toplam	8	1104,0			

Ek Çizelge 14. Kök çapı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	110,89	55,44	4,99	0,053
Hata	6	66,67	11,11		
Toplam	8	177,56			

Ek Çizelge 15. Kök Derinliği Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	152,00	76,00	1,18	0,369
Hata	6	386,00	64,33		
Toplam	8	538,00			

Ek Çizelge 16. Ağaç Ağırlık Merkezi Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	8,22	4,11	0,17	0,847
Hata	6	144,67	24,11		
Toplam	8	152,89			

Ek Çizelge 17. Ağaç Yüksekliği Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	360,7	180,3	0,22	0,809
Hata	6	4915,3	819,2		
Toplam	8	5276,0			

Ek Çizelge 18. Ağaç Ağırlığı Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P
Çeşit	2	8385000	4192500	3,10	0,119
Hata	6	8125000	1354167		
Toplam	8	16510000			