

**ÇEKİRDEKLİK KABAĞIN (*Cucurbita pepo L.*)  
HASAT VE HARMANINA YÖNELİK FİZİKO -  
MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİNİN  
SAPTANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Figen TAŞCI DURGUT**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Tarım Makinaları Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER**

**2008**

T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEKİRDEKLİK KABAĞIN (*Cucurbita pepo L.*) HASAT VE  
HARMANINA YÖNELİK FİZİKO -MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİNİN  
SAPTANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Figen TAŞCI DURGUT

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. POYRAZ ÜLGER

TEKİRDAĞ-2008

Her hakkı saklıdır

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ÇEKİRDEKLİK KABAĞIN (*Cucurbita pepo* L.) HASAT VE HARMANINA YÖNELİK FİZİKO -MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİNİN SAPTANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Figen TAŞCI DURGUT

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

Ülkemizde özellikle Trakya yöresinde yaygın ekim alanlarına sahip bir bitki olan çekirdeklik kabağın ekonomik değeri gün geçtikçe artmaktadır. Ancak üretim yapısı incelendiğinde hem birim alandan alınan ürünün azlığı hem de kalitesinin iyi olmadığı görülmektedir. Şüphesiz bu konuda tohumluk özellikleri yanında gerçek anlamda mekanizasyona önem verilmeyişi ya da bu konudaki eksiklikler vb. konularda etken olmaktadır.

Araştırmanın amacı; çekirdeklik kabağın hasada yönelik özelliklerinden olan lineer boyutlar, dane ağırlığı, 1000 tane ağırlığı, kabuk delinme kuvveti, kabuk kopma kuvveti, yarıma kuvvetleri ve elastikiyet modülü gibi bazı fiziksel ve mekanik özellikleri saptanmaya çalışılmıştır. Araştırılan bu özellikler mühendislik hesaplamalarında ve kombine hasat makinalarının tasarlanmasında önemli temel veriler oluşturmaktadır. Kabakların saptanan fiziko-mekanik özellikleri ortalama kabuk delinme kuvveti 60.30 N, ve kabuk kopma kuvveti 18.96 N olarak ölçülmüştür. Yine denemelerde yarıma kuvveti 168.8 N olarak ölçülmüştür.

Trakya yöresinde özellikle hasat mekanizasyonu araçlarının uygulamaya sokulması, verimsel artışın yanında kaliteyi artıracak, insanların zorlukla yaptığı işleri makinaların yapması durumunda ise üreticilerin diğer işlerine de uygun zamanı bulacaklar ve çekirdeklik kabak üretimini zevkli ve karlı uğraşı haline gelecektir.

**Anahtar kelimeler:** Yazlık kabak; *Cucurbita pepo* L., fiziksel özellikler, biyolojik malzeme, fiziko-mekanik özellikler

2008, 47 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

A RESEARCH ON DETERMINATION OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF EDIBLE SUMMER SQUASH (*Cucurbita pepo L.*) FOR HARVESTING AND THRESHING

Figen TAŞCI DURGUT

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Main Science Division of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

Edible summer squash which is grown for its seeds has a big growing area in this country, especially in the Trakya Region and its economic value is getting better day by day. When the growing conditions are checked, it can be seen that the yield and quality are not good. The poor quality of seed and lack of mechanization are the main causes.

The aim of this research was the determination of some physical and mechanical properties of edible summer squash such as linear dimensions, seed weight, thousand seed weight, skin puncture force, skin pull-of force and split force, modulus elasticity which are effect for edible summer squash harvesting. All the properties of edible squash that provide useful data to engineers in the design of harvesting machines. Physico-mechanical features of these edible summer squash were found that, average skin puncture force was 60.30 N, skin pull-of force was found 18.96 N. At the measurement process, split force was found 168.8 N.

The use of agricultural machines for harvesting will increase the yield and quality, while the machine are doing the job which is so difficult for people, the grower will find more time to do other jobs and the growing of squash for seed yield will be enjoyable and profitable business.

**Keywords :** *Edible Summer Squash; Cucurbita pepo L.; physical properties, biological material, physico- mechanic properties*

**2008, 47 pages**

# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	v
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	7
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	15
3.1. Materyal .....	15
3.1.1. Deneme materyali .....	15
3.1.2. Boxford 190 VMC dikey işleme merkezi .....	15
3.1.3. Bilgisayar destekli ölçüm seti .....	16
3.1.3.1. Buton tipi yük hücreleri .....	17
3.1.3.2. İndikatör ünitesi .....	18
3.1.3.3. Bilgisayar .....	19
3.1.3.4. Veri işleme programı .....	19
3.1.5. KD2 marka ısı iletkenlik katsayısı ölçüm cihazı .....	20
3.1.6. Denemelerde kullanılan diğer ölçüm alet ve cihazları .....	21
3.2. Yöntem .....	22
3.2.1. Bilgisayar destekli ölçüm setinin kalibrasyonu .....	22
3.2.1.2. BC 301 yük hücresinin kalibrasyonu .....	22
3.2.2. Kabuk delinme kuvvetinin saptanması .....	22
3.2.3. Kabuk kopma kuvvetinin saptanması .....	23
3.2.4. Kabak yarıma (patlama) kuvvetinin saptanması .....	24
3.2.5. Dal kopma kuvvetinin saptanması .....	25
3.2.6. Kabakların ısı iletim katsayısının belirlenmesi .....	25
3.2.7. Deformasyon değerinin belirlenmesi .....	26
3.2.8. Elastikiyet modülünün belirlenmesi .....	26
3.2.9. Deformasyon enerjisinin belirlenmesi .....	27
3.2.10. Deformasyon hacminin belirlenmesi .....	27
3.2.11. Sıkıştırma zedelenmesi duyarlılığının belirlenmesi .....	27
3.2.12. Meyve boyut ve ağırlıklarının belirlenmesi .....	28
3.2.13. Küresellik oranının belirlenmesi .....	28
3.2.14. İstatistiksel analizler .....	28
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA</b> .....	29
4.1. Bilgisayar Destekli Ölçüm Setinin Kalibrasyon Değerleri .....	29
4.1.1. Değişken yüklenme (Hysteresis) değerleri .....	29
4.1.2. Tekrarlı ölçüm değerleri .....	30
4.2. Denemeye Alınan Kabakların Fiziksel Özellikleri .....	30
4.3. Denemeye Alınan Kabakların Mekanik Özellikleri .....	34
4.4. Denemeye Alınan Kabakların Isısal Özellikleri .....	40
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	41
<b>KAYNAKLAR</b> .....	43
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	46
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	47

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Kabakların harmanlama için toplanmış hali .....	3
Şekil 1.2. Kabak harman makinasında çekirdeklerin çıkartılması .....	4
Şekil 1.3. Çekirdeklik kabağın mekanizasyon zinciri .....	5
Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan materyal .....	15
Şekil 3.2. Boxford 190 VMC dikey işleme merkezi .....	16
Şekil 3.3. Bilgisayar destekli ölçüm seti .....	17
Şekil 3.4. BC301 yük hücrelesinin ölçüleri .....	17
Şekil 3.5. Profol indikatör .....	18
Şekil 3.6 Veri toplama programı çalışma ekranı .....	20
Şekil 3.7. KD2 marka ısı iletkenlik katsayısı ölçüm cihazı .....	20
Şekil 3.8. Kabuk delinme kuvvetinin zımba kullanılarak ölçülmesi .....	23
Şekil 3.9. Kabuk kopma deneyi için kullanılan şablonla çıkartılmış kabuklar .....	23
Şekil 3.10. Kabuk kopma kuvvetinin saptanma yöntemi .....	24
Şekil 3.11. Kabak yarıлма deneyi .....	25
Şekil 3.12. Kabakların ısı iletim katsayılarının ölçülmesi .....	26
Şekil 4.1. Yük hücresinin değişken yüklenme etkileri .....	29
Şekil 4.2. Kabakların yarıлма kuvveti – deformasyon grafiği .....	35
Şekil 4.3. Kabakların kabuk kopma kuvveti – deformasyon grafiği .....	36
Şekil 4.4. Kabakların delinme kuvveti – deformasyon grafiği .....	36
Şekil 4.5. Kabak sapı kopma kuvveti – zaman grafiği .....	37

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Boxford 190 VMC dikey işleme merkezine ait bazı teknik veriler .....	16
Çizelge 3.2. BC 301 buton tipi yük hücresi teknik özellikleri .....	18
Çizelge 3.3. Profo1 indikatörlerinin teknik özellikleri .....	19
Çizelge 3.4. Ölçüm setinde kullanılan bilgisayarın teknik özellikleri .....	19
Çizelge 4.1. Değişken yüklenme değerleri .....	29
Çizelge 4.2. Tekrarlı yüklenme değerleri .....	30
Çizelge 4.3. Denemeye alınan kabakların fiziksel özellikleri .....	31
Çizelge 4.4. Denemeye alınan kabakların çekirdek özellikleri .....	32
Çizelge 4.5. Köken ve kabak sapı fiziksel özellikleri .....	33
Çizelge 4.6. Denemeye alınan kabakların fiziko-mekaniksel özellikleri-1 .....	35
Çizelge 4.7. Kabak sapının mekanik özellikleri .....	38
Çizelge 4.8. Denemeye alınan kabakların fiziko-mekaniksel özellikleri-2 .....	39
Çizelge 4.9. Deneme materyalinin ısı iletim özellikleri .....	40

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde özellikle Trakya yöresinde yaygın ekim alanlarına sahip bir bitki olan çekirdeklik kabak, gün geçtikçe ekonomik değere sahip olma özelliğini arttırmaktadır. Genellikle sebze tarımı yapılan alanlarda yetiştirilmektedir. Onun için sebze tarımının genel özellikleri bu bitkide de görülmektedir. Bunun sonucu üretimi çok küçük işletmelerde yapılmakta ve bu durum ise mekanizasyon uygulamalarının tam anlamıyla uygulanmasını engellemektedir.

Dünyadaki kabak üretimi yıllık 13–16 milyon ton arasında değişmektedir. Ülkemizdeki kabak üretimi ise, yazlık kabak olarak yılda 300 bin ton, balkabağı olarak 65 bin ton civarındadır. FAO verilerine göre ülkemizde 2004 yılında 22 bin hektar üretim alanından 37.830 ton kabak çekirdeği üretilmiştir (Anonim 2008a).

Ülkemizde tescilli yapılmış çekirdek kabağı çeşidi bulunmamaktadır. Üreticiler, çoğunlukla sakız kabağı olarak tüketilen çeşitlerin tohumlarını tercih etmekte ve kendi tohumluklarını kendileri üreterek çekirdek kabağı yetiştiriciliğinde kullanmaktadırlar. Ayrıca, bazı üreticiler yetiştiriciliğin yoğun yapıldığı yerlerden (çoğunlukla Nevşehir) tohum temin etme yoluna gitmektedir. Yetiştiricinin bu konudaki bilgisizliği ve gerekli izolasyonu sağlamadan tohum üretimi yapması sonucunda, yabancı tozlanmanın hakim olduğu kabaklarda, bitki ve tohum özellikleri bakımından bir örnek üretim materyali elde edilmesi güçleşmektedir. Ülkemizde yetiştirilmekte olan çekirdek kabakları, çoğunlukla *Cucurbita pepo* L. türüne dahildir. Az miktarda da *Cucurbita moschata* türüne giren bal kabağı tohumları da kullanılmaktadır (Yanmaz ve Düzeltir 2003)

Çekirdeklik kabak, genel karakteri ile yazlık bir bitkidir. Ilık ve sıcak iklim sebzesidir. Sebze şeklinde tüketiminin de yapılabilmesine karşın daha çok olgunlaşma sonunda çerezlik olarak tüketimi yaygın durumdadır. Tohumluk olarak ısı 2- 3 °C'lere inince hemen etkilenmektedir. Bu nedenle tohum ekim işlemi ilkbaharda don tehlikesi kalktıktan sonra gerçekleşir. Ekilen yerlerde normal bir çimlenmenin görülebilmesi için toprakta en düşük ısının 11- 12C° olması gerekmektedir (Anonim 2008b).

Çekirdeklik kabaklar birçok toprak tipinde yetiştirilebilirse de derin, geçirgen, su tutma kapasitesi iyi, humus ve besin maddelerince zengin tınlı topraklarda daha iyi yetişmektedir (Bayraktar 1970).



Çekirdeklik kabağın büyümesinde birçok çevre faktörünün etkili olduğu bilinmektedir. Kabaklar gelişme devrelerinde ılıman çevre koşullarını, mahsule yatma döneminde ise sıcaklığı seven bitkiler arasında yer alır. Sert iklimlerden hoşlanmaz. Soğuklardan çabuk zarar görür. Aynı şekilde aşırı sıcaklıklardan da hoşlanmaz. İlkbahar ve sonbahar devreleri arasında uygun şartlarda iyi gelişir. Ancak sıcak dönemlerde düzenli aralarla sulama yapılmalıdır. Sıcaklığın düşmesi veya artması bitkinin büyümesi ve gelişmesini yavaşlatır. 10 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda iyi gelişir.

Açık tarla yetiştiriciliğinde tohum ekimi son donlar geçtikten sonra ve toprak sıcaklığı 10 °C'yi geçince yapılmalıdır. Diğer kabak çeşitlerinde olduğu gibi çekirdeklik kabakta gübreye karşı aşırı isteklidir. Kabaklar toprakta organik besin maddelerinin fazla olmasından hoşlanır. Dekara 4-6 ton arasında iyice yanmış çiftlik gübresi verilir. Bitkinin gelişmesi meyvelerin istenilen büyüklüğe ulaşabilmesi için toprakta yeterince organik besin maddeleri bulunmalıdır. Kabak yetiştiriciliğince çeşitlere bağlı olarak dekara 8-12 kg azotlu gübre, 10-15 kg fosfor, 10-12 kg potasyum, 4-8 kg kireç verilir. Çiftlik gübresi uygulaması yapılacaksa bu gübre sonbaharda yada ekim ve dikimden bir ay önce toprağa verilmelidir (Anonim 2008b).

Geniş alanlarda yapılan çekirdeklik kabak üretiminde ilk işlem tarlanın ekim için hazırlanmasıdır. Bunun için genellikle anıza bırakılan tarlanın kulaklı pulluk ile işlenmesi sonbaharda yapılmaktadır. Kış boyunca tarlanın yeteri kadar nemi depolayabilmesi ancak bu şekilde sağlanabilmektedir. Sulama, çekirdek kabağı yetiştiriciliğinde tohum verimi ve iriliğini etkileyen bir faktördür (Yanmaz ve Düzeltir 2003).

Sulanabilen alanlarda yapılan yetiştiricilikte, ilk meyveler görüldükten sonra yapılan sulama büyük önem taşır. Eğer mümkün olursa 2- 4 günde bir sulama yapılmalıdır (Bayraktar 1970, Anonim 2008c).

Çekirdeklik kabak yetiştiriciliğinde ikinci işlem genellikle Mart- Nisan aylarında yapılan tohum yatağının hazırlanması işlemidir. Bunun için yaygın olarak kullanılan aletler kültüvator ve tırmıktır. Ancak son yıllarda ayçiçeğindeki gelişmelere paralel olarak bu bitkinin tohum yatağının hazırlanmasında döner tırmık (kombikürümler) kullanılmaya başlanmıştır.

İkinci sınıf toprak işleme aletleri ile hazırlanan tohum yatağına genellikle en geç 10 gün içinde elle yada makine ile tohumlar, ocakvari yada sıravari yöntemle ekilmektedir.

Bunun için kullanılan ekim makinaları ayçiçeği ekimi için geliştirilen sıravari ekim makinaları ile pnömatik ekim makinalarıdır. Ekim alanları büyüdükçe elle ekimin terk edilip, makineli ekimin yapıldığı görülmektedir.

Ekim işlemini bakım işlemleri izlemektedir. Bu işlemlerden sonra bitki 40- 45 gün içerisinde ürün verir duruma gelir. Genç kabaklar bu durumda ancak meyve olarak değerlendirilir. Ancak yapılarının tombul olması nedeniyle meyvesinden pek yararlanılmaz. Bitki bundan sonra hem irileşirken hem de boyca gelişir. Bu sırada bitki içerisindeki çekirdekler süt olum derecesinden sonra yavaş yavaş olgunlaşarak sertleşmeye başlar. Bu sırada bitki renginin açık yeşil renkten sarımsı renge dönmesi olgunlaşmanın bitmek üzere olduğunu belirtir. Kabaktaki sertleşme sonucuna göre bitki hasada gelmiş olur.

Hasat genellikle elle yapılmaktadır. El yardımıyla koparılan olgun kabaklar tarlada öbek öbek toplanır. Eğer harman başka yerde yapılacaksa, kabaklar tarım arabaları ile harman yerine taşınır.



Şekil 1.1. Kabakların harmanlama için toplanmış hali

Çekirdeklik kabak bitkiden koparıldıktan sonra çekirdeğinin çıkarabilmesi için harman makinalarında parçalanma ve çekirdek ayırma işlemlerine tabi tutulur. Bu makinaların çalıştırılması sırasında insan iş gücünden yararlanılır. Harman makinalarında çekirdeğin ayrılma işlemi traktör kuyruk milinden yararlanarak çalışan batör- kontrabatör ve elek sistemlerinde olur.

Harman makinalarında iki grup ürün elde edilir. Bunlardan birincisi asıl amaç olan çekirdek, ikincisi de hayvan beslenmesinde kullanılan posa ve kabuklardan oluşan karışımdır. Ancak çoğu zaman ikinci ürün olan karışım tarlada atık olarak bırakılmaktadır.

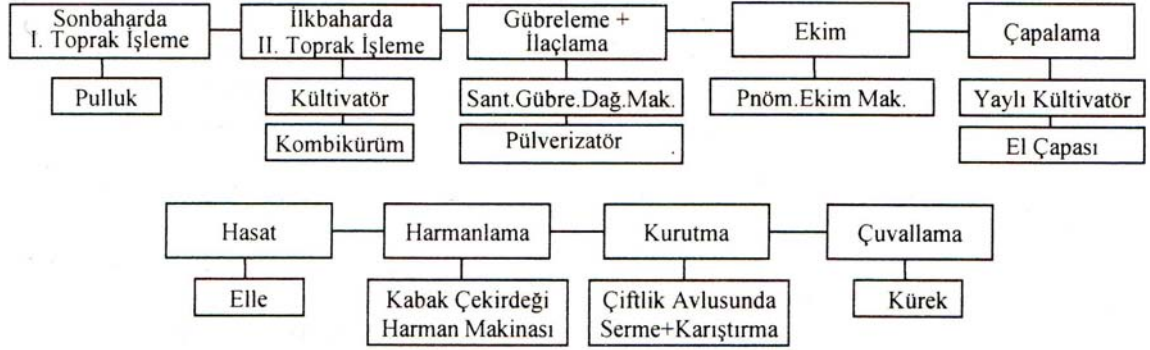


Şekil 1.2. Kabak harman makinasında çekirdeklerin çıkartılması

Harman makinesinden alınan çekirdekler çuvallara doldurulur. Daha sonra genellikle tarlaya ya da harman yerine naylonlar üzerine yayılarak ya da beton üzerine yayılarak güneş etkisiyle kurumaya bırakılır.

Kurutma sırasında çekirdekler tırmık yardımıyla karıştırılarak kurutma işleminin dengeli olması sağlanır. Normal koşullarda kurutma bir hafta kadar sürer. Daha sonra yine çuvallara konularak pazarlamaya hazır duruma getirilir. Ancak elle edilen ürünün içinde çekirdeklik kabukların bulunabileceğinden tarar tipi aletlerle savurma etkisiyle istenmeyen kısımlar çekirdekler içerisinden çıkarılır.

Trakya yöresinde kabak çekirdeği üretiminde uygulanan mekanizasyon zinciri ve kullanılan alet ve makinalar Şekil 1.3'de görülmektedir. Toprak işlemeden, hasada kadar mekanizasyon uygulamalarını görmek mümkündür. Ancak hasat ve kurutma tamamen insan iş gücüne dayanmaktadır, harmanlamada ise kabak çekirdeği hasat makinası kullanılmaktadır (Bayhan ve ark. 2000).



Şekil 1.3. Çekirdeklik kabağın mekanizasyon zinciri (Bayhan ve ark. 2000)

Mekanizasyon zincirinden de görüldüğü gibi kabak bitkisi tarımı yapılan diğer bitkilerde olduğu gibi belirli bir toprak işleme, gübreleme, ekim ve bakım işlemlerinden sonra belirli bir yetiştirme periyodunun ardından hasat olgunluğuna ulaşmakta ve daha sonra çekirdeği çıkarılmaktadır. Ancak bu haliyle tüketilemeyen kabak çekirdeğinin çok kısa bir sürede, çekirdek kabuğu okside olmadan belirli bir nem düzeyine kadar kurutulması gerekmektedir.

Trakya yöresinde, özellikle Keşan, Uzunköprü ve İpsala yörelerinde çerezlik çekirdeği için yaygın olarak yetiştirilen kabağın hasadı elle ya da makina ile yapılmaktadır. Makinalı hasatta farklı özelliğe sahip makinalar kullanılmaktadır. Ancak bu makinaların hiç biri ürünü tarladan toplayıp doğrudan çekirdeği hasat eden kombine makinalar değildir.

Ürün elle toplanıp makinalara verilmekte ve çekirdek hasat edilmektedir. Ayrıca ürünün önemli özellikleri göz ardı edildiğinden, bu makinalar çalışma esnasında sık sık tıkanmakta ve zaman kayıpları olmaktadır. Teknolojik açıdan daha yüksek kapasiteli, ürünü tarladan alıp doğrudan hasat eden kombine makinaların geliştirilebilmesi için, mutlaka kabağın hasadına yönelik özelliklerinin bilinmesi gerekir. Böylece daha az zamanda ve daha az enerji harcayarak yüksek teknolojiye sahip hasat makinalarının geliştirilmesine olanak sağlanacaktır.

Çekirdeklik kabak yetiştiriciliğindeki bu gerçekler göz önüne alınarak Trakya bölgesindeki çekirdeklik kabak yetiştiriciliğindeki hasat işlemlerinde bazı temel karakteristiklerin ortaya çıkarılabilmesi ve geliştirilebilmesi için çekirdeklik kabağının

hasadına yönelik bazı fiziksel ve fiziko-mekaniksel özelliklerinin ortaya çıkarılması bu araştırmanın temel amacını oluşturmaktadır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Mayor ve ark. (2007) çalışmalarında osmotik kurutma işlemleri yapıldığında balkabaklarının mekanik özelliklerindeki değişimi incelemişlerdir. Taze kurutulmamış kabaklarda mekanik özelliklerin, elastiklik modülünün 0,96- 2,53 Mpa, kopma gerilimlerinin 250 – 630 kPa, kopma deformasyonunun 0,42 – 0,71 değerleri arasında değiştiğini saptamışlardır.

Aydın ve Paksoy (2006) yaptıkları çalışmada üç yazlık kabak çeşidi tohumunun fiziksel özellikleri ve besin içeriği değerlerini belirlenmiştir. Bu çeşitlerde linear boyutlar, tane ağırlığı, 100 tane ağırlığı, tane hacmi, küresellik, izdüşüm alanı, tane yoğunluğu, yığın yoğunluğu, boşluk oranı, doğal yığılma açısı, kritik hız, zedelenme kuvveti, ortalama geometrik çap, kabuklu ve iç çekirdek için bazı nem düzeylerine bağlı olarak değişimleri ve K, P, Ca, Mg, Na, Mn, Fe, Zn ve Cu içerikleri belirlenmiştir.

Emadi ve ark. (2005) çalışmalarında yaygın yetiştirilen (Jarrahdale, Jap, Butternut) 3 çeşit balkabağının, bazı mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Mekanik ölçümleri kabakların etli kısmı, kabukları ve kabuğu soyulmamış kabaklarda yapmışlardır. Çalışmalarının sonucunda kabak kabuğunda maks. yarıma kuvvetleri sırasıyla 41±20 N, 98±55 N, 198±15 N olarak, soyulmamış kabaklarda ise 249±46 N, 250±27 N ve 265±18 N olarak saptamışlardır.

Yurtlu ve Erdoğan (2004) çalışmalarında, depolama süresinin, Williams ve Ankara armut çeşitleri ile Starkspur Golden Delicious ve Starking elma çeşitlerinin bazı mekanik özellikleri ile zedelenme duyarlılıkları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmada mekanik özelliklerin belirlenmesi amacıyla sıkıştırma testleri yapılmıştır. Testler beş farklı depolama süresinde (0, 1, 2, 3, 4 ve 5. ay) gerçekleştirilmiştir. Sıkıştırma testlerinde 8 mm çaplı küresel sonlu silindirik uç kullanılmıştır. Tüm testlerde yükleme hızı 7 mm/min olarak seçilmiştir. Sıkıştırma testleri sonuçlarına göre, armut ve elma çeşitlerinin biyolojik akma noktasındaki kuvvet, elastiklik modülü ve deformasyon enerjisi değerleri, depolama süresinin artmasıyla azalmaktadır. Elastiklik modülü değerleri depolama süresinin artmasıyla Williams için 1.68'den 0.51 MPa'a, Ankara için 1.34'den 0.8 MPa'a, Starkspur Golden Delicious için 1.45'den 0.88 MPa'a ve Starking için 1.51'den 1.1 MPa'a düşüş göstermektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre, çeşit ve depolama süresi biyolojik akma noktasındaki kuvvet, elastiklik modülü, zedelenme hacmi, absorbe edilen enerji ve zedelenme duyarlılığı değerlerini belirgin olarak etkilemektedir.

Paksoy ve Aydın (2004) yaptıkları çalışmada farklı nem düzeylerindeki kabak çekirdeklerinin bazı fiziksel özelliklerini belirlemişlerdir. Kabak çekirdeklerinde linear boyutlar, tane ağırlığı, tane hacmi, küresellik, boşluk oranı, kritik hız, zedelenme kuvveti v.b. özelliklerin bazı nem düzeylerine bağlı olarak değişimlerini incelemişlerdir. Uzunluk, genişlik, kalınlık, % küresellik, kütle ve hacim değerleri sırasıyla, 18.16 mm, 9.80 mm, 2.67 mm, % 43, 0.29 g ve 0.73 cm<sup>3</sup> olarak saptanmıştır.

Yurtlu ve Erdoğan (2003) ‘Armut ve Elma Çeşitlerinde Depolama Süresinin Bazı Mekanik Özelliklere ve Zedelenme Duyarlılığına Etkisinin İncelenmesi’ adlı çalışmalarında, deneme materyali olan Williams ve Ankara armut çeşitleri ile Starkspur Golden Delicious ve Starking elma çeşitlerine, hasat edilen günde ve 0 °C sıcaklıkta depolanarak 1 ay aralıklarla, Williams çeşidi için 3, diğer çeşitler için 4. ay sonuna kadar sıkıştırma ve çarpma testleri uygulamışlardır. Çarpma testleri, bir sarkaç ile ürünlerin üç farklı düşme yüksekliğinden metal yüzeye doğru serbest bırakılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Çeşitler karşılaştırıldığında, sıkıştırma zedelenmesi duyarlılığı, armut için Williams, elma için Starking çeşidinde yüksek olup tüm çeşitlerde depo süresiyle artma eğilimi göstermiştir. Çarpma zedelenmesi duyarlılığı ise Ankara ve Starking çeşitlerinde yüksek olup depo süresiyle Ankara çeşidinde artmış, diğerlerinde azalmıştır.

Shmulevich ve ark. (2003) ‘Elmaların Sertliklerini Ölçebilmek İçin Deformasyonsuz Dinamik Test’ adlı çalışmalarında daha önce kullanılan deformasyonlu sıkıştırma testi ve penetrasyon testi ile üründe deformasyon oluşturmeyen iki dinamik test metodu, düşük kütleli darbe ve akustik reaksiyon testleri denenerek karşılaştırılmıştır. Çalışmanın amacı sertlik ölçümü için deformasyonsuz darbe testlerinin performanslarını analiz etmek ve düşük-kütle darbe testi ile sınıflandırma yerine akustik testin kullanılıp kullanılmayacağını elma için saptamaktır. Denemelerde darbe testi için bir çarpma çekici ve Sinclair International (SIG-FT) tarafından üretilen düşük-kütle darbe sertlik ölçme sensörü ve akustik testi için de bir piezoelectric-film transduseri kullanılmıştır. Kullanılan örnek meyvelere uygulanan darbe sinyaller ile yeni bir Sinclair iç kalite indeksi IQ ve iki geleneksel çarpma parametresi C1 ve C2 hesaplanmış ve bir sertlik indeksi F1 de örnek meyvelerin akustik sinyallerinden hesaplanmıştır. Deformasyonsuz testlerin ardından paralel-plate sıkıştırma testi ve Magness-Taylor penetration testleri uygulanmıştır. Denemelerde üç elma türü ‘Golden Delicious’, ‘Starking Delicious’ ve ‘Granny Smith’ darbe ve akustik metotlarla test edilmiştir. Denemeler sonucunda yeni SIQ-FT test cihazının ve IQ parametresinin, düşük -kütle darbe testlerinde

karşılaşılan önceki yapılmış çalışmalarda belirtilen bazı küçük temel zorlukların aşılması için yeni bir teknoloji sunduğu belirlenmiştir. Ayrıca denemeler sonucunda akustik metodun bazı elma türleri için darbe testinin sınıflandırma kapasitesini arttırmak amacıyla da kullanılabilmesi gözlenmiştir.

Vursavuş ve Özgüven (2001) 'Elmaların Hasat Sonrası Zedelenmelerine İlişkin Çarpma Parametrelerinin ve Zedelenme Hacmi Belirleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması' adlı çalışmalarında, zedelenme büyüklüğünün; meyvenin düşme mesafesine, çarpma enerjisine, çarpma yüzeyinin tipine ve meyve olgunluğuna bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çeşitler arasındaki farklılık ve depolama süresi gibi faktörlerin mekanik özellikler üzerindeki etkisi de meyvelerin çarpma zedelenme hassasiyetleri üzerinde etkili olmaktadır. Çalışmalarında, 4 elma zedelenme hacmi tahmin yöntemi görüntü işleme tekniği kullanılarak ölçülen gerçek hacim değerleri ile karşılaştırılmıştır. Tahmin yöntemleri, küçük zedelenme boyutlarında geniş hata tahminleri ile birbirinden farklı bulunmuştur. Tüm zedelenme hacmi tahmin yöntemleri gerçek zedelenme hacmi tahmininde hatalar içermiştir. Model 1'in hem tüm çarpma enerjisi hem de düşük çarpma enerjisi seviyelerinde en iyi tahmini yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca çarpma parametreleri sonuçlarına göre, çarpma enerjisi ile karşılaştırıldığında absorbe edilen enerjinin 0.8025'lik R<sup>2</sup>, 0.49'luk SEE ve 2.41'lik RSS değeri ile zedelenme hacmini en iyi tahmin ettiği belirlenmiştir.

Baryeh (2000) 'Avakadonun Dayanım Özellikleri' adlı çalışmada; 'collision' avakadosunun dayanım, sertlik ölçümleri üzerinde durmuştur. Diğer meyveler gibi avakadonun da hasat sonrasında çeşitli deformasyonlara maruz kaldığını bildirmiştir. Bu deformasyonlar avakado kalite kayıplarının başlıca sebepleridir. Bu kayıpları azaltmak için meyvenin dayanım özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu özelliklerin bilinmesi hasat, taşıma, depolama ve işleme sırasında avakadonun genel özelliklerini kontrol altında tutmak için uygun ekipman planlamasına yardım etmektedir. Meyvelerin hasat sırasında daha sert olduğu ve bu özelliklerin hasattan sonraki ilk 7 gün içinde genel olarak çok yavaş değiştiği ve sonraki günlerde değişimin hızlı olduğu tespit edilmiştir. Hasatta meyveler tahta kasalarda yaklaşık 35 kat hasar görmeden paketlenebileceği, hasattan 15 gün sonra ise tahta kutulara sadece 2 kat koyulabileceği görülmüştür. Hasat sırasında elastikiyet derecesi %87, hasattan 15 gün sonra ise %40 olmuştur. Hasat sırasında 500 mm yükseklikten düşmede meyvelerin %25'i, hasattan 15 gün sonra ise aynı yükseklikten meyvelerin düşürülmesinde %90, deformasyon oluşmuştur. 250 mm yükseklikten düşürmede ezilme ve çatlama deformasyonu



hasattan 7 gün sonraki deformasyondan daha fazla olmuştur. Hasattan 15 gün sonra meyveler taze hasat edilenler kadar hızlı ikiye kesilebilmiştir. Hasat sırasında 36 N ağırlık 5mm penetrasyon oluşturmuştur. 10 N'luk bir yük, hasatta 1 mm, hasattan 15 gün sonra ise 5-3 mm penetrasyon oluşturmuştur.

Gezer ve ark. (2000) elma, üzüm, erik, ve kayısı meyveleri ile hıyar, biber, patlıcan ve domates sebzelerinin boyut özellikleri, kütle, kopma direnci, kütle/kopma direnci, suda eriyebilir kuru madde miktarı, meyve eti sertliği ve elastiklik modülü değerlerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, bazı ürünlere ilişkin çeşit belirtilmeden, ürünlerin fiziko-mekanik özellikleri verilmiştir. Elastiklik modülü değerlerini hıyar için 632 kPa (0,632 Nmm<sup>-2</sup>), domates için 1006 kPa (1,006 Nmm<sup>-2</sup>) olarak belirlemişlerdir.

Chen ve Tjan (1998) düşük kütleli darbe testi için sallanan bir kollu sensör sistemine dayanan yeni bir mekanik sistem araştırmışlardır. Sistemin kauçuk toplarının, kivi ve şeftali için iyi bir performans sergilediğini bildirmişlerdir. İlk testler sensörün 5 meyve/s hızında meyve sertliğini ölçebildiğini göstermiştir.

Aydın ve Çarman (1998) 'Elmalar Arasında Çarpışma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Saptanması' adlı çalışmada, iki farklı (Golden ve Starking) elma çeşidinde sarkaç kol yardımıyla elmanın elmaya çarptırılmasında farklı çarpma enerjilerine bağlı olarak çarpışma katsayıları ve zedelenme hacimleri belirlenmiştir. Çarpışma katsayısı 0.35-0.52, zedelenme hacmi ise 0.48-5.16 cm<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Çarpma enerjisinin artışı, çarpışma katsayısının azalmasına ve zedelenme hacminin ise artmasına neden olmuştur. Starking elma çeşidinin zedelenmeye karşı daha duyarlı olduğu saptanmıştır.

Aydın ve Çarman (1997) Şeftalinin farklı çarpma yüksekliklerinde üç farklı çarpma enerjisine bağlı olarak zedelenme hacimlerini belirlemişlerdir. Zedelenme hacimleri 115-4581 mm<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Ayrıca, statik deneylerde biyolojik akma noktasındaki zedelenme enerjisi ve hacim sırasıyla; 0.44 Nmm ve 2.83 mm<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Farklı çarpma yüzeyleri için birim zedelenme enerjileri 0.19-1.93 Nmm<sup>-2</sup> arasında değişmiştir. Birim zedelenme hacmi için en büyük enerji gereksinimi toprak yüzeyde elde edilmiştir. Zedelenme hacmi ile çarpma enerjisi arasındaki ilişki önemli bulunmuştur.

Abbott ve Lu (1996) elmanın anizotropik mekanik özellikleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada; Delicious, Golden Delicious ve Rome Beauty çeşitlerinde kabuk yırtılma noktasındaki gerilim, deformasyon, şekil değiştirme enerjisi ve elastiklik modülü gibi

mekanik özellikleri ölçmeyi ve bu özellikler üzerinde olgunluk, örnek yön ve pozisyonun etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla test elmalarını iç bölgelerden de olmak üzere değişik yerlerinden denemelere tabi tutmuşlardır. Sıkıştırma testi için başlık hızı 25,4 mm/min'ya ayarlanmış Instron universal test makinesini kullanmışlardır. Sonuçta, ele alınan faktörlerin ölçülen mekanik özellikleri belirgin bir şekilde etkilediğini bulmuşlardır. Elmaların anizotropik özelliklerinin orta bölgede, baş ve dip kısımlarına göre daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir. Elastiklik modülünü, denemeye alınan çeşitlere ve bölgelere göre yaklaşık 3,5- 6,3 Nmm<sup>-2</sup> değerleri arasında bulmuşlardır.

Aydın ve Öğüt (1992) çalışmalarında, Konya ekolojik şartlarında, yetiştirilmiş olan Golden, Starking ve Amasya elma çeşitlerinin dışarıdan uygulanan mekanik kuvvetlere karşı gösterdiği tepkiler; biyolojik malzeme test cihazı ile çizilen kuvvet (F), deformasyon ( $\Delta L$ ) eğrilerinden faydalanılarak belirlenmiştir. Zedelenmenin belirlenmesinde kriter olan tepkiler, deformasyon hacmi DH (ml), şekil değiştirme enerjisi W (joule) olarak belirlenmiş ve bu kriterlerin kendi aralarındaki lineer ilişkilerinin belirlenmesi için, yükleme bölgesine ve çeşide göre  $DH = a + bw$  denklemleri hesaplanmıştır. Değerlerin çeşide ve bölgelere göre değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Güzel ve Sinn (1990) Washington-Navel çeşidi portakalla Instron test cihazıyla sıkıştırma testleri yapmışlar ve deneme planına göre kuvvet-deformasyon davranışlarını ortaya koymuşlardır. Portakalları çiçek, sap ve yanak bölgesinde, 6 ve 8 mm çaplı düz sonlu silindirik uç ve 6.2 ve 8 mm çaplı küresel sonlu silindirik uçla 0.5,1,2,5,10 ve 20 cm/min olmak üzere altı yükleme hızında sıkıştırma testine tabi tutmuşlardır. Çalışma sonuçlarında, portakal için biyolojik akma ve kabuk yırtılma noktalarının kuvvet – deformasyon eğrisinde aynı noktada çıktığını belirlemişlerdir. Denemeler sonucunda deformasyonun yükleme hızına bağlı olduğunu, meyve pozisyonundan bağımsız olduğunu ortaya koymuşlardır.

Aydın (1989) yaptığı çalışmada Amasya elma çeşidinin fiziko-mekanik özelliklerini belirlemeye çalışmıştır. Elmanın kuvvet-zaman grafiğini oluşturmak için 'biyolojik malzeme test cihazı' adını verdiği bir test düzeneği imal etmiştir. Denemeleri hareketli platformun 62 mm/min ilerleme hızında silindirik kalıpla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda Amasya elmasının Poisson oranına oranı 0,39 olarak bulunmuştur. Elastiklik modülünün bölgelere göre değiştiğine değinmiş, biyolojik akma noktası için çiçek bölgesinde bu değeri 0,945 Nmm<sup>-2</sup> ve sap bölgesinde 0,70 Nmm<sup>-2</sup> olarak bulunmuştur.

Kara ve Turgut (1988) araştırmalarıyla Erzurum'da yaygın biçimde üretimi yapılan bazı patates çeşitlerinin (Isola, Granula, Famosa; Marfona, Pasinler ve Narman) tarımsal mekanizasyon açısından önemli bazı mekanik özelliklerini belirlemeye ve bu özelliklerin depolama süresiyle ve depo koşullarıyla değişimini ortaya koymaya çalışmışlardır. Patatesin elastiklik modülünü belirlemek için sıkıştırma testleri yapmıştır. Sıkıştırma testleri, tüm patatesin 8 mm çaplı uçla, çapı 32 mm, boyu 12.5 mm olan patates örneğinin 8 mm çaplı baticı uçla, çapı 15 mm, boyu 30mm olan patates örneğinin radyal ve aksenal olarak düz plaka arasında sıkıştırılması olmak üzere dört şekilde yapılmıştır. Üç farklı depolama şeklinde, ürünleri ilki hasat zamanında olmak üzere 40 günlük periyotlarda altı dönemde denemeye almışlardır. Sıkıştırma deneylerinden her iki çeşit için kuvvet-deformasyon eğrisi, kopma kuvveti, kopma deformasyonu, kopma enerjisi ve elastiklik modülünü belirlemiştir. Değişik deney kombinasyonlarında elastiklik modüllerini 1,23-5,88 MPa arasında, depolama süresiyle azalan şekilde ölçmüşlerdir.

Chen ve ark. (1987) çalışmalarında, Chojuro, Twentieth Century, Tsu Li ve Ya Li Asya armudu çeşitlerine sıkıştırma ve çarpma testleri uygulamışlardır. Armutları 0°C'de depolayarak aylık periyotlarla 5 ay süreyle ölçüm yapmışlardır. Ayrıca, her ölçüm alma döneminde belirli sayıda armut 20°C sıcaklığındaki olgunlaştırma odasına alınarak 2. ve 4. günlerde de ölçüm yapmışlardır. Sıkıştırma testini Instron universal test makinesinde (Model1122), 19 mm çaplı küresel uç ile 10 mm/min ilerleme hızında gerçekleştirmişlerdir. Be test ile ölçülen maksimum sıkıştırma kuvveti değeri (1,5 mm deformasyonda) en yüksek Chojuro çeşidi için ölçülmüştür. Aynı koşullar için bu değer yaklaşık 24 N'dur.

Olorunda ve Tung (1985) yeşil renk dönüşüm ve kırmızı olumdaki domatesler için kabuk yırtılma noktasında veri olarak sıkıştırma kuvvet-deformasyon karakteristiklerini ortaya koymuşlardır. Daha sonra, titreşimin, sıkıştırma yükünün ve taşıyıcı tipinin mekanik zedelenmeye neden olan etkilerini incelemek için bir taşıma simülasyonu gerçekleştirmişlerdir. Kuvvet-deformasyon çalışmaları, olgunluğun artmasının domatesin biyolojik dayanım noktası, dayanıklılık ve sertlik değerlerinde belirgin bir azalmaya neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Taşıma simülasyonu çalışması mekanik zedelenmenin belirgin bir şekilde domatesin olgunluk durumu, taşıyıcı tipi, titreşim ve sıkıştırma yükünden etkilendiğini göstermiştir. Kuvvet-deformasyon eğrileri, her bir domates için Instron universal test makinesinde (Model 1122) düz plaka arasında, 50 mm/min ilerleme hızında elde edilmiştir. Reento domates çeşidi ile yapılan testler sonucu kırmızı olum durumundaki

domates meyveleri için kuvvet-deformasyon karakteristikleri; biyolojik dayanım noktasındaki kuvvet 5.08 kg, deformasyon 9.30mm, dayanıklılık 24.4 kgmm<sup>-2</sup>, sertlik 0.547 kgmm<sup>-2</sup> olarak belirlenmiştir.

Schroorl ve Holt (1980) elmanın zedelenme direncini ölçmede kullanılabilir kolay ve basit bir yöntem tanımlamışlardır. Yöntem, ml/J birimli zedelenme direnç katsayısının hesaplanmasında absorbe edilen enerji ile zedelenme hacmi arasındaki kuvvetli doğrusal korelasyona dayanmaktadır. Zedelenme direnç katsayısının doğru bir şekilde hesaplanması için 10 adet elma belirli bir yükseklikten düşürülmüştür. Her düşme sonucu absorbe edilen enerjiyi; ölçülen düşme yüksekliği, sıçrama yüksekliği (gözlemlenerek belirlenmektedir) ve elmanın kütesinden hesaplamışlardır. Her elma üzerindeki zedelenme hacmi; elmanın çapı, zedelenme çapı ve zedelenme derinliğinden hesaplanmıştır. Makalelerinde zedelenme direnç katsayısının; paketlenme, hasat sonrası iletim ve dağıtım sistemlerinin değerlendirilmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Granny Smith elma çeşidi için yapılan test ve ölçümler sonucunda; 12 test ortalaması olarak zedelenme direnç katsayısı 9,02 mlJ<sup>-1</sup>, standart sapma 1,62 ve standart hata 0,47 bulunmuştur.

Holt ve Schoorl (1977) elmada çarpma ve sıkıştırma deneylerinde zedelenme hacmi ile enerji obsopsiyonu arasında önemli bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca, meyve yüzeyinde oluşan zedelenmiş bölgelerde zedelenme şeklinin yaklaşık olarak temas düzleminin altında ve ya üstünde küresel olduğu belirlenmiştir.

Finney ve Hall (1967) çalışmalarında, patatesin elastiklik özelliklerini belirlemek için geliştirdikleri yöntemle patates yumrularının elastiklik modülü ve Poisson oranı değerlerini ortaya koymuşlardır. Olgun patates için üründen çıkarılan test örneğinin elastiklik modülünü 543 psi (3,74 Nmm<sup>-2</sup>), tüm ürün üzerine yapılan ölçüm sonucu elastiklik modülünü 11300 psi (77,857 Nmm<sup>-2</sup>) ve Poisson oranını 0,492 olarak bulmuşlardır. Ayrıca, sıkıştırma koşullarının oluşturulmadığı durumlarda, elastiklik çözümlerinde matematik hesaplamalarda poisson oranının 0,50 olarak kabul edilmesinin oldukça yeterli ve uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Fridley ve Adrian (1966) makalelerinde, hasat ve hasat sonrasında oluşan meyve zedelenmesinin doğrudan meyvenin mekanik özellikleriyle ilgili olduğuna değinmişlerdir. Ürünlerin mekanik özelliklerini belirlemek için meyvelerin dışbükey yanaklarına çarpma ve sıkıştırma testleri uygulamışlardır. Çalışmada çarpma ve sıkıştırma testleri ile çarpma hızının, çoklu çarpmanın, meyve olgunluğunun ve meyve örneği kalınlığının etkilerini belirlemeyi

amaçlamışlardır. Her iki testte de 5/16 inç (7,9375 mm ) çaplı düz uç kullanmışlardır. Sıkıştırma testlerini Dillon ve Riehle olmak üzere iki farklı test cihazı ile yapmışlardır. Her tür için bir yada birden fazla çeşit ile denemeleri yürütmüşlerdir. Denemeye aldıkları ürünler arasında mekanik hasata en az yatkın ürünün elma olduğuna değinmişlerdir. Ayrıca meyvenin mekanik özellikleri üzerine de, olgunluk derecesinin önemli bir etkisinin olduğu sonucuna varmışlardır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Deneme materyali

Denemede ele alınan Hanım tırnağı cinsi çekirdeklik kabak yazlık bir bitkidir. Çekirdek kabağı, kestane kabağı, bal kabağı, karpuz, kavun gibi bitkilerle birlikte **Cucurbitacea** (kabakgiller) familyasını oluşturmaktadır. Kabak bitkisi diğer kabakgiller familyasındaki bitkilerle aynı yapıya sahiptir ve kabuk, muzokarp (etli kısım), endokarp (çekirdekli kısım) ve pürçek bağlar olmak üzere dört kısımdan oluşmaktadır (Bayraktar 1970).

Denemelerde kullanılan kabaklar (Hanım tırnağı) Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan materyal

##### 3.1.2. Boxford 190 VMC dikey işleme merkezi

Deneme materyalinin kabuk delinme, kabuk kopma ve yarıлма v.b. deneylerinde Şekil 3.2’de verilen Boxford 190 VMC Dikey İşleme Merkezi kullanılmıştır. İngiliz yapımı olan ve üç eksene sahip olan Boxford 190VMC freze tezgahı ISO format kodlarıyla programlanan düşey bir freze tezgahıdır. Adım motorlarıyla çalışmakta ve bilgisayarla kontrol edilmektedir.

Programlanabilen bir motor ile tezgah mili hareket ettirilmektedir. Mil hızını ölçmek için eşit aralıklarla delinmiş bir disk, tezgah mili üzerine monte edilmiştir. Algılama ünitesi, milin hızını kontrol ederek milin hızlı veya yavaş olduğunu geri besleme ile bilgisayara bildirmekte ve bilgisayar mikroişlemci kartı ile hesaplamalar yaparak milin hızını CNC programında belirtilmiş olan değere göre ayarlamaktadır. Çizelge 3.1’de Boxford 190 VMC Dikey işleme merkezine ait bazı teknik veriler görülmektedir.

Çizelge 3.1. Boxford 190 VMC dikey işleme merkezine ait bazı teknik veriler

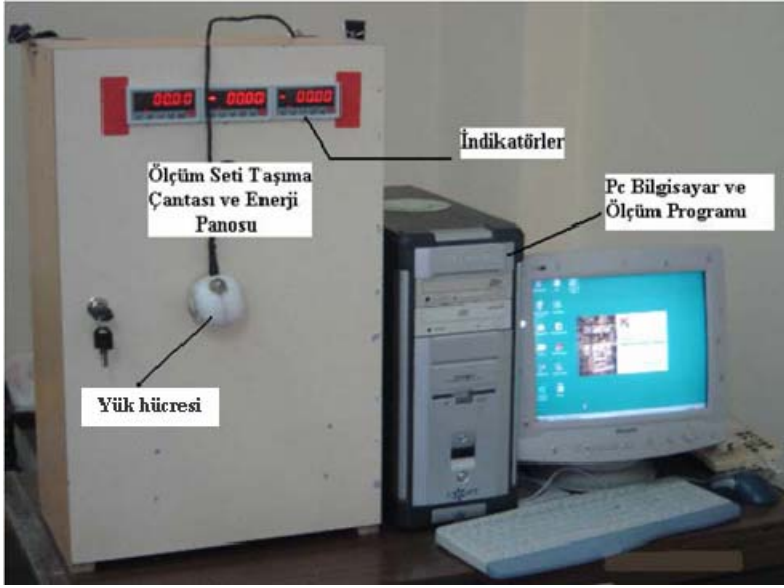
İş mili hızı	350 – 3500 d/min
Programlanabilir ilerleme hızı	10 - 500 mm/min , % ilerleme hızına bağlı olarak hızlı harekette 600 mm/min'dir.
X ekseninde toplam hareket mesafesi	190 mm
Y ekseninde toplam hareket mesafesi	125 mm
Z ekseninde toplam hareket mesafesi	140 mm
Adım motoruna gönderilen her vurguda kızağın aldığı mesafe, adım ölçüsü	0,01mm
İngiliz birimi sistemine göre formatı	x.xxx (1.234 inc.)
Metrik birim sistemine göre formatı (mm)	xxx.xx (123.45 mm)



Şekil 3.2. Boxford 190 VMC dikey işleme merkezi

### 3.1.3. Bilgisayar destekli ölçüm seti

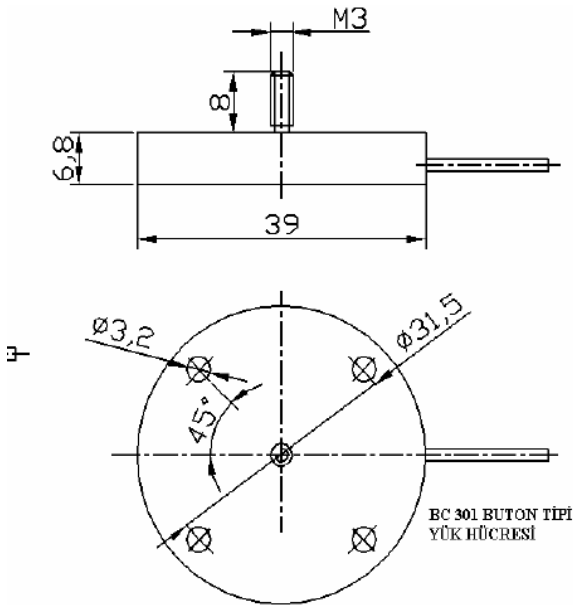
Deneme materyalinin kabuk delinme, kabuk kopma, yarıлма v.b. fiziko-mekanik kuvvetlerin saptanması için kullanılan Bilgisayar Destekli Ölçüm Seti dört üniteden oluşmaktadır. Bu üniteler 1. Buton Tipi Yük hücresi, 2. İndikatör Ünitesi, 3. Bilgisayar, 4. Veri Toplama Programı (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Bilgisayar destekli ölçüm seti

### 3.1.3.1. Buton tipi yük hücreleri

Çalışmada Dseuropa marka buton tipi BC 300 serisi yük hücresi kullanılmıştır. Buton tipi yük hücrelerinin kullanım alanlarını çok küçük profil ve kompaktlık gerektiren yerler oluşturmaktadır. Bu yük hücreleri makineler üzerinde genel amaçlı uygulamalar, endüstriyel ve medikal ölçüm platformları, tekstil makineleri ve özellikle robot teknolojilerinde çok noktalı ölçümler için dinamik ve statik ölçümlerde kullanılabilirler. Buton tipi yük hücreleri minyatür, ince yapıdadırlar. Çalışmada kullanılan yük hücrelerinin ölçüleri Şekil 3.4'te görülmektedir.



Şekil 3.4. BC301 yük hücresinin ölçüleri



Araştırmada buton tipi BC 301 yk hücresi kullanılmıştır. Bu yük hücresi basma ve çekme olmleri için kullanılabilir. BC 301 paslanmaz elik gövdeye sahiptir. Çizelge 3.2’de BC 301 yk hücresinin teknik özellikleri görülmektedir.

Çizelge 3.2. BC 301 buton tipi yük hücresi teknik özellikleri

lm aralığı	$0 \pm 100$ kg (Kapasite) ekme ve Basma Yönünde alışmaktadır
Hassasiyet	2 mV
Toplam Hata	$\leq 0.5$ % Kapasite
Tekrarlama Hatası	$\leq \pm 0.1$ % Kapasite
ıkış Gerilimi	5v; 8v Max.
Elektrik Bağlantısı	1m uzunluğundaki kablo ile
Yük Aşımı	1.5 x Kapasite
ap	39 mm
Kalınlık	6.8 mm
Bağlantı delikleri eksen çapı	31.5 mm

### 3.1.3.2. İndikatör nitesi

Araştırmada yk hücresinden gelen verilerin değerlendirilmesi ve bilgisayara aktarılabilmesi amacı ile Şekil 3.5’te gösterilen Profol tipi indikatör kullanılmıştır. Çizelge 3.3’te Profol indikatrlerini teknik özellikleri görülmektedir.



Şekil 3.5. Profol indikatör

Çizelge 3.3. Profol1 indikatörlerinin teknik özellikleri

Teknik Özellikler	Kullanım Özellikleri
Saniyede 50 veri ölçme hızı	Manuel ve otomatik sıfırlama
1/10000 Ekran duyarlılığı	Dijital kalibrasyon imkanı
Standart RS232 ile bilgisayara bağlanabilme	Strain gauge, yük hücresi ve transducer, potansiyometre (basınç, uzama, debi, vb.) sensör girişleri ile uyumlu
Analog çıkış 4-20 mA 0-10 VDC opsiyonel	Dara alma, alınan dara ağırlığının gösterilmesi
Güç sarfiyatı10VA	Dokunmatik membran tuştakımı
Besleme gerilimi 12 VDC VAC-24 VCD VAC	Maksimum (peak) değerini hafızada tutabilme
Çalışma sıcaklığı 0-40 C°	16 bit ADC yüksek duyarlıklı laboratuvar tipi ölçüm yapabilme özelliği
± 10 mV ölçme aralığı	tümüyle dijital ve mikro kontrolör tabanlı mimari
Panel tipi 48x96x110 mm plastik kutu	İki adet role çıkışı
13 mm Led ışıklı gösterge	

### 3.1.3.3. Bilgisayar

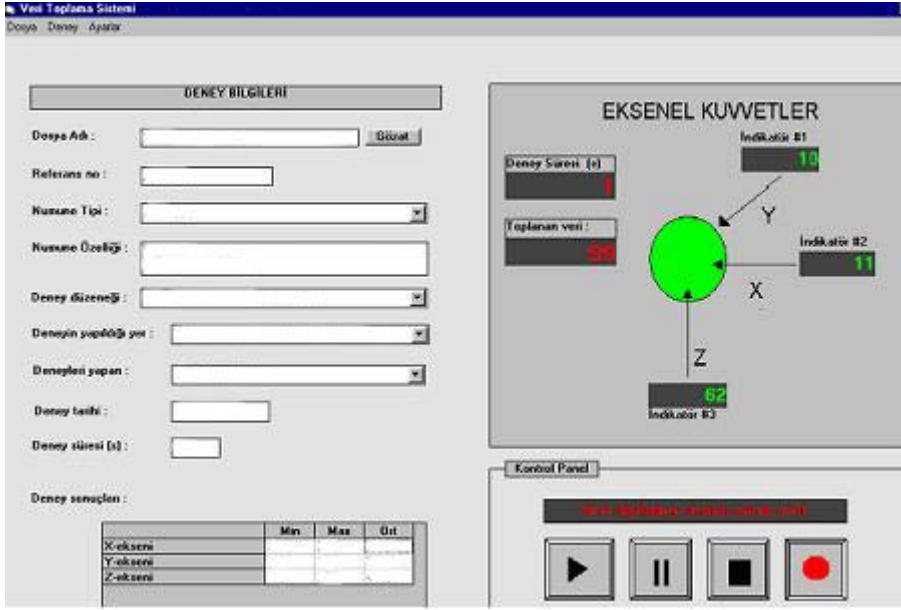
Araştırmada yük hücresinden gelen verilerin değerlendirilebilmesi ve depolanabilmesi için masa tipi bir bilgisayar kullanılmıştır. Kullanılan bilgisayar üzerinde var olan 2 adet seri port kullanılan bir port çoğaltıcı ile 6'ya çıkartılmıştır. Yük hücresinden gelen veriler eş zamanlı olarak kullanılan üç seri porttan bilgisayara ve programa aktarılmaktadır. Çizelge 3.4'te ölçüm setinde kullanılan bilgisayarın teknik özellikleri görülmektedir.

Çizelge 3.4. Ölçüm setinde kullanılan bilgisayarın teknik özellikleri

İşlemci	PIV 2 Ghz
Ram	512 Mb
Hard disk	60 Gb.
İşletim sistemi	Win Xp

### 3.1.3.4. Veri işleme programı

Çalışmada yük hücresinden gelen verileri bilgisayar ortamında işleyen ve bu verileri excel dosyası olarak kaydetmeye yarayan bir program kullanılmıştır (Dalmış 2006). Program üç adet seri port üzerinden gönderilen verileri algılayıp ekranda anlık olarak göstermekte ve bu verileri excel dosyası olarak kayıt etmektedir. Şekil 3.6'da program ekranı görülmektedir.



Şekil 3.6. Veri toplama programı çalışma ekranı

### 3.1.4. KD2 marka ısı iletkenlik katsayısı ölçüm cihazı

Araştırmada ısı iletkenlik katsayısını ölçmek amacıyla Şekil 3.7’de gösterilen KD2 marka ölçüm cihazı kullanılmıştır. Taşınabilir olan bu cihaz, iğne tipli 60 mm uzunluğunda, 1.28 mm çaplı ölçüm probuna sahiptir. 3.0 V CR2 tip lityum iyon pille çalışmaktadır. Çalışma ortam sıcaklığı  $-20$  ve  $60$   $^{\circ}\text{C}$ , ölçüm sınırları  $0,02 - 2$   $\text{Wm}^{-1}\text{C}^{-1}$  (ısı iletkenliği),  $0,5 - 50$   $\text{m}^{\circ}\text{CW}^{-1}$  (ısı direnci) arasında, ölçüm duyarlılığı da  $\pm$  %5 civarındadır.



Şekil 3.7. KD2 marka ısı iletkenlik katsayısı ölçüm cihazı

### **3.1.5. Denemelerde kullanılan diğer ölçüm alet ve cihazları**

- 0,01 hassasiyetli dijital hassas terazi
- Kumpas
- Şerit metre

### 3.2. Yöntem

Bu çalışmada kabak bitkisinin hasat işlemlerine yönelik, kabuk delinme, kabuk kopma sap kopma, kabak yarıma v.b. fiziko-mekanik kuvvetlerin saptanması amaçlanmıştır.

Araştırmanın gerçekleşmesi için yukarıda belirtilen aşamalarda izlenen yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

#### 3.2.1. Bilgisayar destekli ölçüm setinin kalibrasyonu

##### 3.2.1.1. BC 301 yük hücresinin kalibrasyonu

Ölçme setinde kullanılan BC 301 buton tipi yük hücresinden özellikle dinamik koşullarda elde edilen değerlerin doğru ve güvenilir değerler olduğunu belirlemek için, dinamik koşullarda ani yükleme veya yüklenme azalması durumunda oluşan değişimin belirlenmesinde hysteresis, tekrarlı yüklenmelerde ölçüm değerlerindeki sapmaların belirlenmesinde tekrarlı ölçüm deneyleri yapılmıştır. Deneylerde seçilen yük değerleri yük hücrelerinin duyarlılığı dikkate alınarak seçilmiştir.

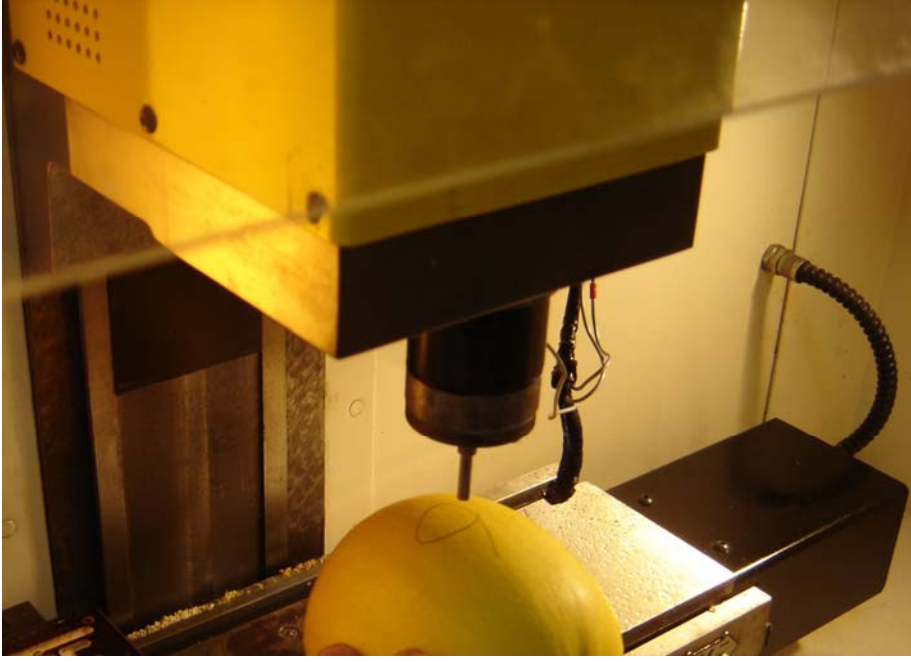
Yukarıda genel olarak belirtilen sistem kalibrasyonuna ilişkin yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

**Hysteresis :** Yük hücreleri üzerinde, dinamik koşullarda yüklenme, yük etkisinin azalması veya ortadan kalkması durumunda, kuvvet değerlerindeki değişimin saptanması için yük hücresi 1.96 N'luk (200 g) artış değeri ile 9.80 N' a (1 kg) kadar yüklenmiş ve yine 1.96 N'luk azalış değerleri ile yük azalması, geri yükleme koşulu sağlanmıştır. Statik koşullarda yapılan bu deneme ile dinamik koşullarda oluşabilecek yük değişiminin hücreler üzerindeki etkisi bulunmuştur (Akıncı 1994).

**Tekrarlı ölçüm :** Yük hücresinin tekrarlı yüklenme koşullarında kuvvet değişim oranının saptanması için, yük hücresi çok tekrarlı olarak sabit yük etkisi altında bırakılmıştır. Sabit yük değeri 9.80 N' dur (Akıncı 1994).

#### 3.2.2. Kabuk delinme kuvvetinin saptanması

Denemeye alınan kabakların kabuk delinme kuvvetinin ölçülebilmesi için 8 mm çaplı silindirik prob kullanılmıştır (Yurtlu 2003), (Şekil 3.8). Bu yöntemde kabuk delinme kuvvetinin ölçülebilmesi için Bc 301 yük hücresi hazırlanan özel aparatı ile CNC freze tezgahına bağlanarak 84 mm/min' lik sabit hızda üzerine bağlanan 8 mm'lik silindirik prob ile kabak kabuğu delinene kadar meyveler üzerine dik olarak batırılmıştır (Şekil 3.8). Denemelerde 21 adet kabak ile delinme kuvveti ölçülmüştür.



Şekil 3.8. Kabuk delinme kuvvetinin zımba kullanılarak ölçülmesi

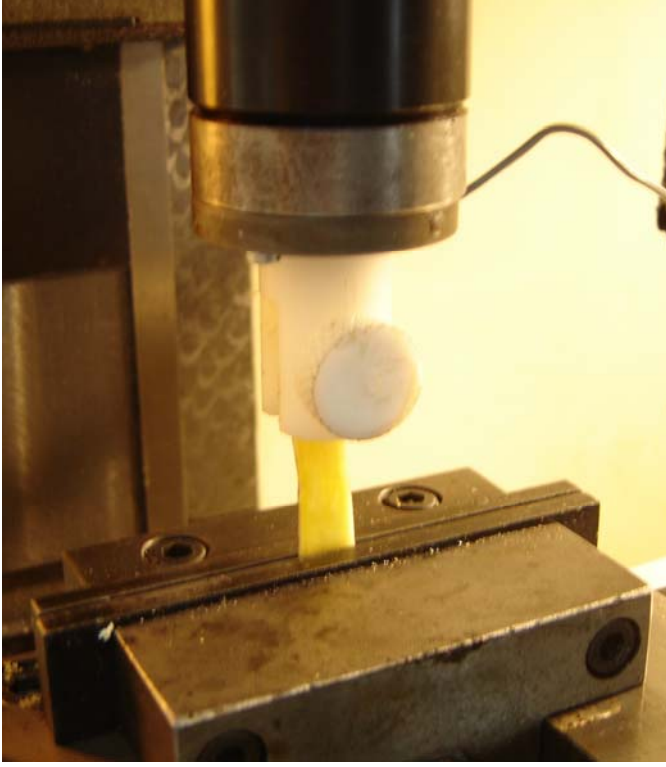
### 3.2.3. Kabuk kopma kuvvetinin saptanması

Denemeye alınan kabakların kabuk kopma kuvvetini saptamak için kabaklar üzerinden 10 mm genişliğinde ve 80 mm uzunluğunda kabak kabukları kesilmiştir. Kabuklar bir şablon yardımı ile kabak üzerinden kesilerek kopma deneyine tabi tutulmuştur (Şekil 3.9). Kopma deneyi için BC 301 yük hücresine bağlanan özel olarak tasarlanan bir aparat kullanılmıştır.

Kabak kabukları üstten kabuk tutucu aparat ile yük hücresine ve alttan da mengene yardımıyla CNC freze tezgah tablasına bağlanmıştır. Daha sonra kabak kabukları 84 mm/min'lik hızla çekilerek kopartılmış ve ölçüm değerleri veri toplama programı ile kayıt edilerek değerlendirilmiştir (Şekil 3.10).



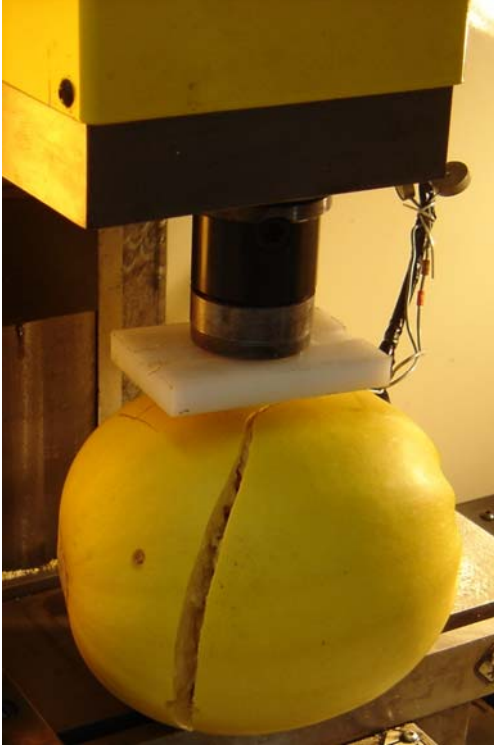
Şekil 3.9. Kabuk kopma deneyi için kullanılan şablonla çıkartılmış kabuklar



Şekil 3.10. Kabuk kopma kuvvetinin saptanma yöntemi

#### **3.2.4. Kabak yarıma (patlama) kuvvetinin saptanması**

Kabakların çekirdeklerinin çıkartılması için sıkıştırılarak patlatılması gerekmektedir. Bu amaçla çalışmada kabakların bu şekilde parçalanması yarıma olarak adlandırılmıştır. Denemelerde kabak yarıma kuvvetinin ölçülebilmesi için BC 301 yük hücresi CNC freze tezgahına bağlanarak 84 mm/min' lik sabit hızda üzerine bağlanan 76,3 x 51,3 mm boyutlarında özel aparat ile kabak yarıma kadar meyveler üzerine dik olarak bastırılmıştır (Şekil 3.11). Bu işlem sonucu oluşan kuvvet değerleri veri toplama programı tarafından kaydedilerek değerlendirilmiştir (Dalmış 2006).



Şekil 3.11. Kabak yarılma deneyi

### **3.2.5. Dal kopma kuvvetinin saptanması**

Daldan kopma dirençlerinin belirlenebilmesi için, örnekler bağlı olduğu daldan el dinamometresi yardımıyla koparılmıştır. 21 adet kabak çekmeye maruz bırakılarak kökenden kopması sağlanmıştır. Koparılan kabakların el dinamometresinden zarar görmemesi için tutucu uç, yumuşak malzemeye sarılmıştır. Kopan kabakların düşme anında zarar görmemesi için yumuşak bir zemine düşürülmüştür. Kopan kabaklar numaralandırılarak etiketlenmiştir (Gezer 1997).

### **3.2.6. Kabakların ısı iletim katsayısının belirlenmesi**

Denemeye alınan kabakların kabuk ve iç olmak üzere üç farklı yerinden Şekil 3.12’de görüldüğü gibi KD2 ölçüm cihazı kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Ölçme işlemi başlangıcında mikro işlemci ısısının sabitlenmesi için 30 saniye beklenmiş ve daha sonra ölçüm probu ölçüm noktasına yerleştirilmiştir. 30 saniye sonunda cihazdan okunan değerler kaydedilmiştir.





Şekil 3.12. Kabakların ısı iletim katsayılarının ölçülmesi

### 3.2.7. Deformasyon değerinin belirlenmesi

Kabak deformasyon değerinin ölçülmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır (Yurtlu 2003).

$$\Delta D = V.t$$

Burada;

$\Delta D$  : Deformasyon (mm),

$V$  : İlerleme hızı (84 mm/min)

$T$  : Grafikten okunan zaman değeri (min)'dir.

### 3.2.8. Elastikyet modülünün belirlenmesi

Silindirik batıcı uçla yapılan tüm sıkıştırma testleri ile elastiklik modülünün hesaplanmasında Boussinesq tekniği kullanılmıştır (Mohsenin 1980, Sitkei 1986).

$$E = \frac{F(1 - \mu^2)}{d.\Delta D}$$

Burada;

$E$  : Elastikyet modülü (N/mm<sup>2</sup>)

$F$  : Kuvvet (N)

$\mu$  : Poisson oranı,

$d$  : Silindirik batıcı uç çapı (8 mm)'dir.

### 3.2.9. Deformasyon enerjisinin belirlenmesi

A noktasına ilişkin deformasyon enerjisi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Aydın ve Çarman 1997, Vursavuş ve Özgüven 1999).

$$E_A = \frac{\Delta D_A \cdot F_A}{2}$$

Burada;

$E_A$  : Deformasyon enerjisi (Nmm),

$\Delta D_A$  : A noktasındaki deformasyon (mm)

$F_A$  : A noktasındaki deformasyon kuvveti (N)'dir.

### 3.2.10. Deformasyon hacminin belirlenmesi

Deformasyon hacmi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Aydın ve Çaman 1997, Vursavuş ve Özgüven 1999).

$$V_A = \left( \frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot \Delta D_A$$

Burada;

$V_A$  : Deformasyon hacmi ( $\text{mm}^3$ )'dir.

$d$  : Silindirik batıcı uç çapı (8 mm)'dir.

$\Delta D_A$  : A noktasındaki deformasyon (mm)

### 3.2.11. Sıkıştırma zedelenmesi duyarlılığının belirlenmesi

Deformasyon hacminin deformasyon enerjisine oranı olarak tanımlanan sıkıştırma zedelenmesi duyarlılığı, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Holt ve Schoorl 1977).

$$C_s = \frac{V_A}{E_A}$$

Burada;

$C_S$  : Sıkıştırma zedelenmesi duyarlılığı ( $mlJ^{-1}$ )'dır.

### 3.2.12. Meyve boyut ve ağırlıklarının belirlenmesi

Denemeye alınan kabakların en, boy, yükseklikleri, kabuk ve et kalınlıkları dijital kumpasla 0.01 hassasiyetle ölçülmüştür. Ayrıca kabakların kökenlere bağlı olduğu sapların uzunlukları, köken ve kabak tarafındaki çapları da, dijital kumpasla ölçülerek mm cinsinden kaydedilmiştir. Yine ağırlıkları, elektronik tartı ile tartılmış ve g cinsinden kaydedilmiştir. Denemeye alınan kabakların her birinin iç ağırlıkları, çekirdek ağırlıkları elektronik tartı ile tartılmış ve kabak çekirdeğinin 1000 tane ağırlıkları belirlenmiştir.

### 3.2.13. Küresellik katsayısının belirlenmesi

Deneme materyalinin küresellik oranının belirlenmesi için 21 adet kabak örneğinin uzunluk, genişlik ve kalınlık ölçümleri yapılmış ve aşağıda verilen eşitlik kullanılarak küresellik oranları hesaplanmıştır (Alayunt, 2000).

$$K = \frac{(a.b.c)^{1/3}}{a} \times 100$$

Burada;

a : uzunluk (mm),

b : genişlik (mm),

c : kalınlık (mm)'tır.

### 3.2.14. İstatistiksel analizler

Çalışmada ölçüm setinde kaydedilen ölçüm değerlerinin varyans analizleri Minitab 14 istatistiksel analiz programı kullanılarak yapılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Denemeler sonucunda elde edilen araştırma sonuçları, bilgisayar destekli ölçüm setinin kalibrasyon değerleri, denemeye alınan kabakların fiziksel özellikleri, mekanik özellikleri ve ısısal özellikleri olmak üzere dört ana başlık altında sunulmuştur.

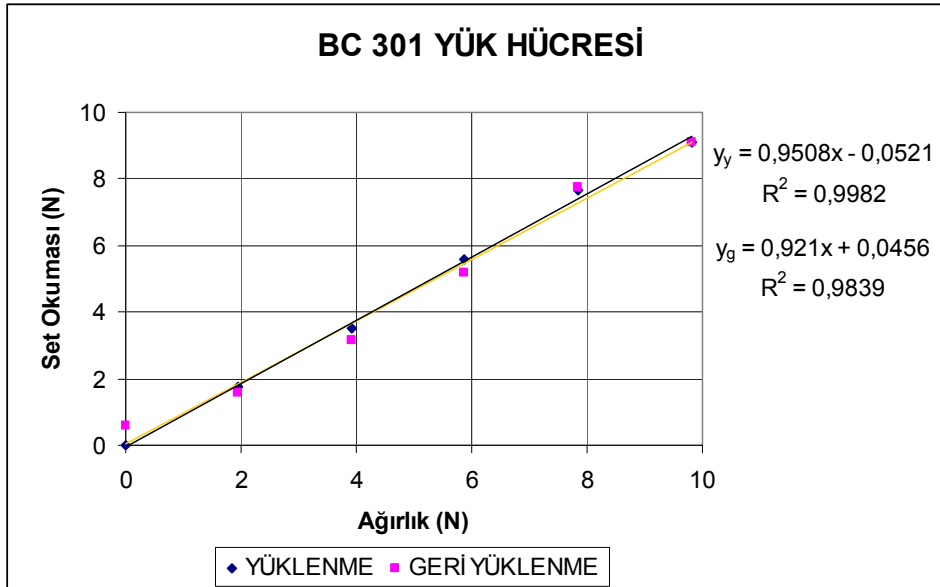
##### 4.1. Bilgisayar Destekli Ölçüm Setinin Kalibrasyon Değerleri

###### 4.1.1. Değişken yüklenme (hysteresis) değerleri

Ölçüm setinde kullanılan yük hücresi değişken kuvvetlerin etkisinde kalmaktadır. Yüklenme ve geri yüklenme şeklinde tanımlanan değişken yüklenmelerin yük hücresi üzerindeki etkileri Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1.'de açıklanmıştır.

Çizelge 4.1. Değişken yüklenme değerleri, N

Ağırlık (N)	Yüklenme	Geri Yüklenme
0	0	0.59
1.96	1.77	1.57
3.92	3.53	3.14
5.88	5.59	5.20
7.85	7.65	7.75
9,81	9.12	9.12



Şekil 4.1. Yük hücresinin değişken yüklenme etkileri

Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1. incelendiğinde ölçüm setinde kullanılan yük hücresinin yüklenme koşulları ile geri yüklenme koşullarındaki ağırlık etkisinin yaklaşık aynı değerlerde olduğu, yüklenme ve geri yüklemeye ait regresyon eşitlikleri iyilik derecelerinin  $R^2 = 0.98$  ile  $0.99$  gibi yüksek bir değerde olduğu saptanmıştır (Akıncı 1994).

#### 4.1.2. Tekrarlı ölçüm değerleri

Ölçüm setinde kullanılan yük hücresinin tekrarlı yükleme koşullarında ölçülen yük değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Tekrarlı ölçümlerde  $9.80665$  N (1 kg) yük kullanılmıştır.

Çizelge 4.2. Tekrarlı yüklenme değerleri

Tekrar Sayısı	Yüklenme Değeri (N)
1	8.92 N
2	8.83 N
3	9.02 N
Ortalama	8.92
Standart Hata	0.06
VK,%	1.1

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi, üç tekrarlı olarak yapılan tekrarlı ölçüm denemelerinde ortalama yüklenme değeri  $8.92$  N'dur. Standart hata değeri  $0.06$  değerindedir. Varyasyon katsayısı değeri ise  $\%1.1$ 'dir. Yapılan tekrarlı ölçümlerde elde edilen yüklenme değerlerindeki farklılığın küçük olması, sistemin değişik zamanlarda ve farklı yüklenme koşullarında doğru ve güvenilir ölçümler yapabileceğini göstermektedir (Akıncı, 1994).

#### 4.2. Denemeye Alınan Kabakların Fiziksel Özellikleri

Denemeye alınan kabakların küresellik oranı, et kalınlığı (muzokarp), kabuk kalınlığı, kabak ağırlığı ve boyut değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Denemeye alınan kabakların fiziksel özellikleri

	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Uzunluk (mm)	Kabak ağırlığı (g)	Küresellik oranı	Et kalınlığı (mm)	Kabuk Kalınlığı (mm)
1	118.00	110.00	130.00	926.30	91.58	16.40	1.70
2	115.30	118.00	151.70	942.08	83.93	18.77	1.83
3	123.00	120.00	220.00	1441.96	67.31	18.67	1.53
4	111.60	104.00	141.40	789.07	83.42	20.37	1.87
5	109.80	114.30	134.60	943.00	88.48	15.60	1.27
6	94.00	96.00	130.80	415.24	80.80	12.20	2.13
7	98.70	102.50	112.00	535.84	93.08	15.67	1.73
8	105.50	100.40	113.80	471.71	93.52	12.23	1.73
9	110.80	115.00	116.30	624.61	98.03	13.83	2.63
10	116.40	112.00	165.00	973.49	78.23	15.77	2.37
11	105.50	100.00	129.00	707.12	85.91	19.10	2.07
12	128.00	110.00	154.50	1023.14	83.87	18.00	1.43
13	100.00	104.00	141.00	562.91	80.57	14.87	2.47
14	119.00	119.30	103.00	839.21	110.20	17.43	1.83
15	115.20	126.00	146.70	1024.45	87.70	16.17	2.00
16	115.00	124.00	130.60	866.67	94.21	19.50	1.67
17	121.50	126.00	151.70	1033.27	87.30	18.60	2.00
18	125.50	130.00	150.70	1183.88	89.56	20.60	2.63
19	105.10	110.00	240.00	1285.26	58.55	19.27	1.47
20	101.80	98.00	137.40	546.52	80.85	12.43	2.43
21	122.00	133.00	190.00	1380.53	76.60	18.33	2.17
<b>Ort.</b>	112.46	112.98	147.15	881.7	85.41	16.848	1.9505
<b>S.Hata</b>	9.4	10.98	33.86	293.6	10.73	2.633	0.3946
<b>%VK</b>	8.36	9.72	23.01	33.3	12.56	15.63	20.23
<b>Min.</b>	94	96	103	415.2	58.55	12.2	1.27
<b>Maks.</b>	128	133	240	1442	110.20	20.6	2.63

Çizelge 4.3 incelendiğinde denemeye alınan kabakların ağırlıklarının 415.2 – 1442 g arasında değiştiği ve ortalama  $881.7 \pm 293.6$  g (33.3 %VK) olduğu, küresellik oranının 58.55 – 110.20 arasında değiştiği ve ortalama  $85.41 \pm 10.73$  (12.56 %VK) olduğu görülmektedir. Kabakların et (muzokarp) ve kabuk kalınlıklarına bakıldığında et kalınlıklarının 12.2 – 20.6 mm arasında değiştiği, ortalama  $16.848 \pm 2.633$  mm (15.63 %VK) olduğu görülmektedir. Kabakların kabuk kalınlıklarının 1.27 – 2.63 mm arasında değiştiği ve ortalama  $1.95 \pm 0.39$  mm (20.23 %VK) değerinde olduğu Çizelge 4.3'te görülmektedir. Ortalama kabak boyutlarına bakıldığında, genişlik x kalınlık x uzunluk değerleri  $112.96 \times 112.98 \times 147.15$  mm olarak tespit edilmiştir. Kabakların ağırlık, küresellik katsayıları, et kalınlıkları ve kabuk kalınlıklarının varyasyon katsayıları oldukça yüksek bulunmuştur. Bu durum belirtilen özelliklerin geniş aralıklarda değişiminin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Denemeye alınan kabakların, kabak içi ağırlığı, bir kabaktaki çekirdeklerin toplam ağırlığı, çekirdek sayısı ve çekirdeklerin 1000 tane ağırlıkları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Denemeye alınan kabakların çekirdek özellikleri

	Kabak içi ağırlığı (g)	Kabak çekirdeği ağırlığı (g)	Çekirdek sayısı (adet)	1000 tane ağırlığı (g)
1	177.67	48.44	164.76	294
2	145.85	46.61	258.94	180
3	360.05	104.09	370.43	281
4	108.91	26.08	144.89	180
5	246.31	59.92	308.87	194
6	94.34	23.85	162.25	147
7	136.30	27.67	184.47	150
8	62.75	29.53	164.06	180
9	138.06	41.49	199.47	208
10	209.85	57.93	196.37	295
11	151.56	49.22	190.04	259
12	164.08	54.57	211.51	258
13	69.33	30.01	159.63	188
14	156.86	52.66	243.8	216
15	233.65	54.62	211.71	258
16	174.67	53.03	277.64	191
17	170.58	42.36	164.19	258
18	207.78	65.59	388.11	169
19	211.70	49.68	250.91	198
20	78.40	33.77	234.51	144
21	197.28	92.66	350.99	264
<b>Ort.</b>	166.5	49.7	230.4	214.9
<b>S.Hata</b>	68.6	20.23	72.6	49.3
<b>%VK</b>	41.2	40.71	31.52	22.95
<b>Min.</b>	62.8	23.85	144.9	144.0
<b>Maks.</b>	360.1	104.1	388.1	295.0

Çizelge 4.4 incelendiğinde kabak iç ağırlıklarının 62.8 – 360.1 g arasında değiştiği ve ortalama  $166.5 \pm 68.6$  g (41.2%VK) olduğu görülmektedir. Kabak çekirdeği ağırlığına bakıldığında 23.85 – 104.1 g arasında değiştiği, ortalama  $49.7 \pm 20.23$  g (40.71%VK) olduğu ve bir kabaktaki çekirdek sayısının 144.9 – 388.1 adet arasında değiştiği, ortalama  $230.4 \pm 72.6$  adet (31.52%VK) olduğu görülmektedir. Kabaklardan elde edilen kabak çekirdeklerinin 1000 tane ağırlığına bakıldığında 144 – 295 g arasında değiştiği ve ortalama  $214.9 \pm 49.3$  g (22.95%VK) olduğu verilmiştir. Aydın ve Paksoy (2006), çalışmalarında hanım tırnağı kabak

çeşidinin bin tane ağırlığını 214.70±3.46 g olarak belirlemişlerdir. Çekirdek özellikleri de oldukça değişkenlik göstermektedir. Hasat edilen kabakların çekirdeklerinde standart bir ölçü olmadığı gözlenmiştir.

Denemeye alınan kabakların köken boyları, ortalama köken kalınlıkları, kabak sapı çapları, kabak sapı uzunlukları ve kabakların koparılmasından sonraki kabak sapı uzunlukları Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Köken ve kabak sapı fiziksel özellikleri

	Köken boyu (mm)	Ort. Köken kalınlığı (mm)	Kabaksapı çapı köken tarafı (mm)	Kabaksapı çapı kabak tarafı (mm)	Kabak sapı uzunluğu (mm)	Koparmadan sonra kabak sapı uzunluğu (mm)
1	200.00	11.25	16.00	26.50	42.00	37.60
2	650.00	14.70	15.00	35.00	78.60	48.50
3	360.00	16.58	17.00	33.60	48.60	53.70
4	1500.00	9.45	18.00	25.00	60.00	18.90
5	1350.00	10.35	18.00	34.90	114.80	63.00
6	470.00	6.80	11.00	21.70	60.40	29.90
7	200.00	13.13	14.80	25.60	33.30	33.30
8	170.00	13.60	14.00	27.00	52.20	51.80
9	210.00	14.73	13.00	22.00	69.00	7.60
10	140.00	13.35	14.40	24.00	43.50	37.90
11	800.00	11.50	21.00	32.00	28.00	28.20
12	900.00	7.33	15.40	29.00	83.00	83.00
13	800.00	4.50	13.00	28.00	51.00	39.20
14	300.00	13.15	16.00	26.00	44.40	48.20
15	950.00	8.90	12.70	13.00	42.90	42.90
16	460.00	12.40	16.20	28.10	38.60	34.90
17	970.00	10.30	14.40	24.90	50.00	44.20
18	780.00	13.10	15.80	30.60	49.50	22.30
19	370.00	17.48	15.20	33.10	50.00	62.00
20	350.00	13.68	11.10	33.60	67.00	33.70
<b>Ort.</b>	596.50	11.81	15.10	27.68	55.34	41.26
<b>S.Hata</b>	397.70	3.28	2.39	5.41	19.85	16.62
<b>%VK</b>	66.67	27.72	15.81	19.53	35.86	40.28
<b>Min.</b>	140.00	4.50	11.00	13.00	28.00	7.60
<b>Maks.</b>	1500.00	17.48	21.00	35.00	114.80	83.00

Çizelge 4.5. incelendiğinde kabakların yetiştiği köken uzunluklarının 140 – 1500 mm arasında değiştiği, ortalama 596.50±397.7 mm (66.67%VK) değerinde olduğu ve köken kalınlıklarının 4.50 – 17.48 mm arasında değiştiği, ortalama 11.81±3.28 mm (27.72%VK)



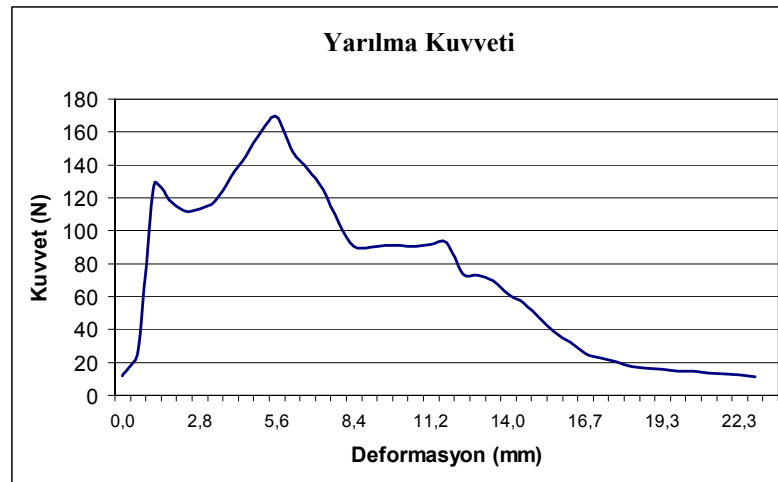
olduğu görülmektedir. Kabak saplarına bakıldığında, sapın köken tarafındaki kalınlığının 11 – 21 mm arasında değiştiği, ortalama  $15.10\pm 2.39$  mm (15.81%VK) değerinde olduğu, diğer tarafındaki kalınlığının ise 13 – 35 mm arasında değiştiği ve ortalama  $27.68\pm 5.41$  mm (19.53%VK) değerinde olduğu saptanmıştır. Kabak saplarının uzunluklarına bakıldığında 28 – 114.80 mm arasında değiştiği ve ortalama  $55.34\pm 19.85$  mm (35.86%VK) uzunluğunda olduğu görülmektedir. Kabak saplarının koparıldıktan sonraki uzunluklarına bakıldığında 7.60 – 83 mm arasında değiştiği ve ortalama  $41.26\pm 16.62$  mm (40.28%VK) uzunluğunda olduğu saptanmıştır.

### **4.3. Denemeye Alınan Kabakların Mekanik zellikleri**

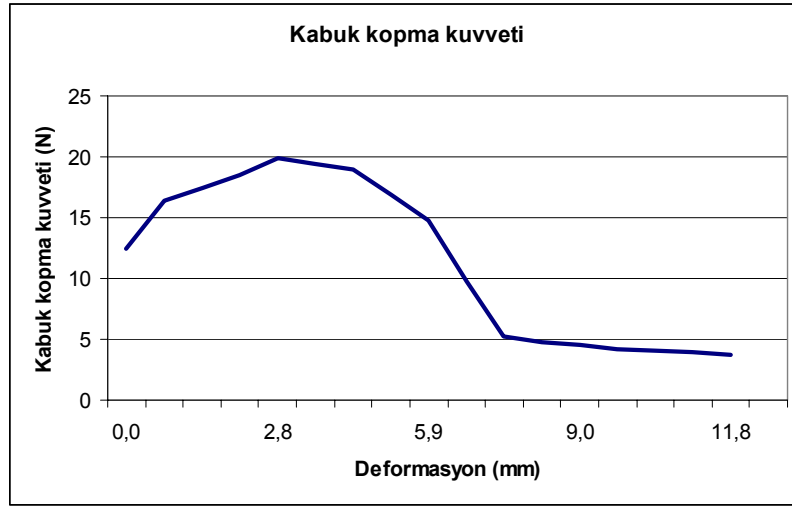
Denemeye alınan kabakların yarıлма kuvveti, kabuk kopma kuvveti, kabuk delinme kuvveti ve bu işlemler sırasındaki deformasyon değerleri izelge 4.6’da, ölçümler sırasında elde edilen veriler yardımıyla oluşturulan kuvvet- deformasyon değerleri grafikleri Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4.’te verilmiştir.

Çizelge 4.6. Denemeye alınan kabakların fiziko-mekaniksel özellikleri -1

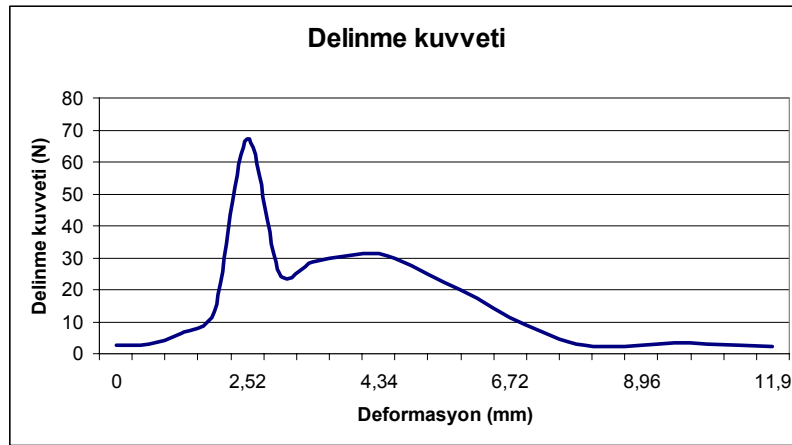
	Yarılma kuvveti (N)	Deformasyon (mm)	Kabuk kopma kuvveti (N)	Deformasyon (mm)	Kabuk delinme kuvveti (N)	Deformasyon (mm)
1	247.52	7.70	19.91	2.80	75.66	1.26
2	167.60	7.00	10.40	2.80	49.23	1.75
3	195.05	8.40	28.54	4.90	78.85	0.70
4	216.04	8.12	16.97	2.66	41.58	3.19
5	193.19	7.70	2.26	1.68	53.15	3.29
6	205.25	9.10	11.77	4.76	52.56	3.15
7	163.87	4.48	3.92	2.38	74.73	1.89
8	54.13	4.34	23.54	4.76	19.22	4.20
9	145.33	10.08	19.32	4.90	66.49	2.66
10	219.57	5.88	20.79	1.68	82.28	1.68
11	251.34	5.88	10.40	5.18	78.99	1.05
12	126.11	9.10	22.16	4.90	22.46	3.92
13	44.52	5.88	22.26	5.18	73.60	1.19
14	293.02	7.70	33.05	4.90	76.05	1.54
15	213.49	8.40	29.42	4.62	49.28	3.15
16	56.58	4.34	23.14	5.18	71.25	1.68
17	169.46	5.60	25.30	5.18	74.68	1.26
18	141.22	6.58	17.36	2.80	30.60	4.27
19	103.17	2.24	14.81	3.78	74.04	1.40
20	125.62	8.26	10.40	3.64	44.18	3.08
21	212.12	10.50	32.46	1.68	77.37	0.91
<b>Ort.</b>	168.8	7.013	18.96	3.827	60.30	2.248
<b>S.Hata</b>	67.2	2.096	8.62	1.319	19.82	1.142
<b>%VK</b>	39.80	29.88	45.48	34.46	32.87	50.79
<b>Min.</b>	44.5	2.240	2.26	1.680	19.22	0.700
<b>Maks.</b>	293.0	10.500	33.05	5.180	82.28	4.270



Şekil 4.2. Kabakların yarılma kuvveti – deformasyon grafiği (17 nolu örneğe ait grafik)



Şekil 4.3. Kabakların kabuk kopma kuvveti – deformasyon grafiği (1 nolu örneğe ait grafik)

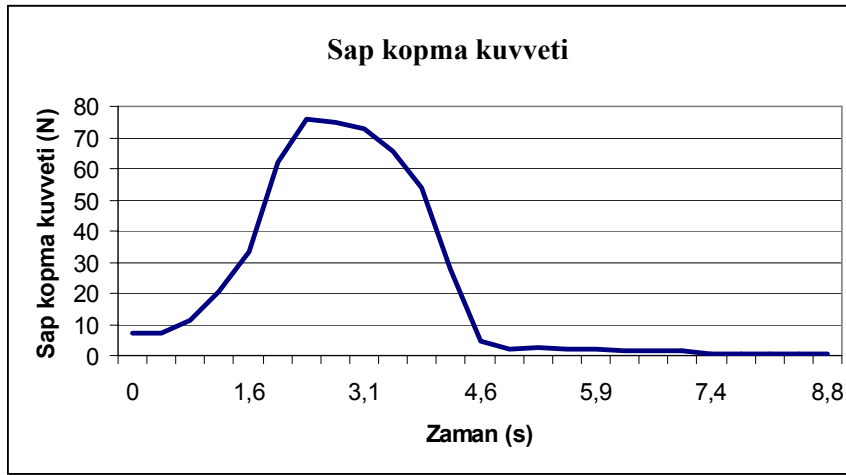


Şekil 4.4. Kabakların delinme kuvveti – deformasyon grafiği (9 nolu örneğe ait grafik)

Çizelge 4.6. incelendiğinde kabakların yarıma kuvveti 44.5 – 293 N arasında değiştiği, ortalama  $168.8 \pm 67.2$  N (39.80%VK) olduğu ve deformasyon değerinin 2.24 – 10.5 mm arasında değiştiği, ortalama  $7.013 \pm 2.096$  mm (29.88%VK) olduğu belirlenmiştir. Kabuk kopma kuvveti değerlerine bakıldığında 2.26 – 33.05 N arasında değiştiği, ortalama  $18.96 \pm 8.62$  N (45.48%VK) olduğu ve deformasyon değerlerinin 1.680 – 5.180 mm arasında değiştiği ve ortalama  $3.827 \pm 1.319$  mm (34.46%VK) değerinde olduğu görülmektedir. Kabuk delinme kuvveti değerlerinin 19.22 – 82.28 N arasında değiştiği, ortalama  $60.30 \pm 19.82$  N (32.87%VK) değerinde olduğu ve deformasyon değerinin 0.7 – 4.27 mm arasında değiştiği, ortalama,  $2.248 \pm 1.142$  mm (50.79%VK) değerinde olduğu çizelgede verilmiştir. Kabak kabuk kalınlığına bakıldığında bu değer 1.95 $\pm$ 0.39 mm olduğu ve kabuk delinme deformasyon

değeriyle yaklaşık aynı değerde olduğu görülmektedir. Bu değer dikkate alınarak kabak delinme kuvvetinin kabak kabuğu yırtıldıktan sonra düştüğü söylenebilir.

Kabak sapı kopma kuvveti, kabak ağırlığı, kabak ağırlığının sap kopma kuvvetine oranı (M/R) ve kabak saplarının koptuktan sonraki uzunlukları Çizelge 4.7.'de, Şekil 4.5.'te ise sap kopma kuvveti- zaman grafiği verilmiştir.



Şekil 4.5. Kabak sapı kopma kuvveti – zaman grafiği (11 nolu örneğe ait grafik)

Çizelge 4.7. incelendiğinde kabak sapı kopma kuvvetinin 10.98 – 140.92 N arasında değiştiği, ortalama  $74.52 \pm 39$  N (52.42%VK) değerinde olduğu görülmektedir. Gezer ve ark. (2000)'nin yapmış olduğu denemelerde meyvelerde hasat süresi uzadıkça kütle artmış ve kopma direnci azalmıştır. Buna bağlı olarak da M/R oranları büyümüştür. M/R oranlarının büyümesi mekanik hasat açısından olumlu ve istenen bir durumdur. Moser (1989), kütlenin, kopma direncine oranının (M/R) 1'e eşit yada 1'den büyük olması durumunda meyvenin makine ile hasat edilebilir nitelikte olduğunu belirtmiştir. Yine araştırmacıya göre, hasat makinelere toplama ünitelerinin tasarlanmasında, özellikle hasat yönteminin seçimi açısından ürünün kopma direncinin, ürün kütlesi ile ilişkisi çok önemlidir. Çizelge 4.7 incelendiğinde, ele alınan kabakların M/R oranlarının 1'den büyük olduğu görülmektedir. Bu değerler kabakların şartlar sağlandığında, makineyle kolayca hasat edilebileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.7. Kabak sapının mekanik özellikleri

	Sap kopma kuvveti (N)	Zaman (s)	Kabak ağırlığı (g)	M/R Oranı (g/N)
1	104.74	6	926.30	8.84
2	64.33	4.3	942.08	14.64
3	125.82	5.7	1441.96	11.46
4	53.54	2.9	789.07	14.74
5	107.58	4.5	943.00	8.77
6	10.98	2.7	415.24	37.82
7	99.73	3.4	535.84	5.37
8	33.44	2.2	471.71	14.11
9	114.44	3.4	624.61	5.46
10	140.92	3	973.49	6.91
11	75.81	2.4	707.12	9.33
12	28.24	1.8	1023.14	36.23
13	19.81	1.5	562.91	28.42
14	48.15	2.3	839.21	17.43
15	46.19	0.5	1024.45	22.18
16	84.44	3.6	866.67	10.26
17	54.33	2.6	1033.27	19.02
18	123.76	3.3	1183.88	9.57
19	100.03	3.4	1285.26	12.85
20	28.64	2.5	546.52	19.08
21	100.03	3	1380.53	13.80
<b>Ort.</b>	74.52	3.095	166.5	15.14
<b>S.Hata</b>	39.0	1.283	68.6	9.13
<b>%VK</b>	52.42	41.44	41.2	58.73
<b>Min.</b>	10.98	0.500	62.8	5.37
<b>Maks.</b>	140.92	6.000	360.1	37.82

Denemeye alınan kabakların elastikiyet modülü, deformasyon enerjisi, deformasyon hacmi ve sıkıştırma zedelenmesi duyarlılığı Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Denemeye alınan kabakların fiziko-mekaniksel özellikleri-2

	Elastikiyet Modülü (Nmm <sup>-2</sup> )	Deformasyon Enerjisi (Nmm)	Deformasyon Hacmi (mm <sup>3</sup> )	Sıkıştırma zedelenmesi duyarlılığı (mlJ <sup>-1</sup> )
1	7.10	47.67	63.30	1.33
2	3.33	43.08	87.92	2.04
3	13.32	27.60	35.17	1.27
4	1.54	66.32	160.27	2.42
5	1.91	87.43	165.29	1.89
6	1.97	82.78	158.26	1.91
7	4.68	70.62	94.95	1.34
8	0.54	40.36	211.01	5.23
9	2.96	88.43	133.64	1.51
10	5.79	69.12	84.40	1.22
11	8.90	41.47	52.75	1.27
12	0.68	44.02	196.94	4.47
13	7.32	43.79	59.79	1.37
14	5.84	58.56	77.37	1.32
15	1.85	77.62	158.26	2.04
16	5.02	59.85	84.40	1.41
17	7.01	47.05	63.30	1.35
18	0.85	65.33	214.52	3.28
19	6.26	51.83	70.34	1.36
20	1.70	68.04	154.74	2.27
21	10.06	35.20	45.72	1.30
<b>Ort.</b>	4.70	57.91	113.00	1.98
<b>S.Hata</b>	3.46	17.63	57.40	1.09
<b>%VK</b>	73.65	30.44	50.80	55.03
<b>Min.</b>	0.54	27.60	35.20	1.22
<b>Maks.</b>	13.32	88.43	214.50	5.23

Çizelge 4.8 incelendiğinde kabakların elastikiyet modülünün 0.54 – 13.32 Nmm<sup>-2</sup> arasında değiştiği ve ortalama 4.70±3.46 Nmm<sup>-2</sup> (73.65%VK) olduğu görülmektedir. Deformasyon enerjisi değerlerinin 27.60 -88.43 Nmm arasında değiştiği, ortalama 57.91±17.63 Nmm (30.44%VK) değerinde bulunmuştur. Deformasyon hacmi değerleri 35.20 – 214.5 mm<sup>3</sup> değerleri arasında değiştiği, ortalama 113±57.4 mm<sup>3</sup> (50.80%VK) değerinde olduğu ve sıkıştırma zedelenmesi duyarlılığının 1.22 – 5.23 mlJ<sup>-1</sup> değerleri arasında değiştiği, ortalama 1.98±1.09 mlJ<sup>-1</sup> (55.03%VK) değerinde olduğu saptanmıştır.

#### 4.4. Denemeye Alınan Kabakların Isısal Özellikleri

Denemeye alınan kabakların kabuk ve iç yüzeyindeki ısı iletim katsayıları Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Deneme materyalinin ısı iletim özellikleri

	Ortalama Kabuk Isı iletim Katsayısı ( $Wm^{-1} 0C^{-1}$ )	Ortalama Kabak içi Isı iletim Katsayısı ( $Wm^{-1} 0C^{-1}$ )
1	1.95	5.68
2	1.87	6.99
3	1.93	5.20
4	1.95	4.99
5	1.94	2.95
6	2.04	6.28
7	1.97	5.08
8	2.03	7.64
9	1.88	4.81
10	1.99	5.82
11	2.01	6.24
12	1.99	7.83
13	2.08	12.57
14	1.91	3.90
15	1.96	4.26
16	1.91	7.32
17	1.81	7.59
18	1.88	5.84
19	2.00	6.16
20	2.32	7.64
21	1.95	7.30
<b>Ort.</b>	1.97	6.29
<b>S.Hata</b>	0.10	1.98
<b>%VK</b>	5.19	31.41
<b>Min.</b>	1.81	2.95
<b>Maks.</b>	2.32	12.57

Çizelge 4.9. incelendiğinde kabuktaki ısı iletim katsayısı değerlerinin 1.81 – 2.32  $Wm^{-1} 0C^{-1}$  değerleri arasında değiştiği, ortalama  $1.97 \pm 0.10 Wm^{-1} 0C^{-1}$  (5.19%VK) değerinde olduğu saptanmıştır. Kabak içindeki ısı iletim katsayısının ise 2.95 – 12.57  $Wm^{-1} 0C^{-1}$  değerleri arasında değiştiği ve ortalama  $6.29 \pm 1.98 Wm^{-1} 0C^{-1}$  (31.41%VK) değerinde olduğu görülmektedir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çekirdeklik kabağın boyut özellikleri, sap kopma direnci, kabuk kopma kuvveti, elastikiyet modülü, kabak yarıma kuvveti gibi, mekanik hasadına yönelik bazı fiziksel ve mekaniksel parametrelerin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yapılan araştırma sonuçlarına ve denemeler sırasında yapılan gözlemlere dayanılarak ulaşılan sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

1. Denemeler sonucunda kabak ağırlığının  $881.7 \pm 293.6$  g (33.3 %VK), ortalama kabak boyutlarının (kalınlık – genişlik – boy)  $112.46 \pm 9.4$  -  $112.98 \pm 10.98$  -  $147.15 \pm 33.86$  mm ve küresellik oranının  $85.41 \pm 10.73$  olduğu saptanmıştır.

2. Kabakların et kalınlığının  $16.85 \pm 2.6$  mm ve kabak kabuk kalınlığının  $1.95 \pm 0.39$  mm olduğu saptanmıştır.

3. Kabak içi ağırlığı  $166.5 \pm 68.6$  g, bir kabaktaki kabak çekirdeği ağırlığının  $49.7 \pm 20.23$  g olduğu saptanmıştır. Bir kabaktan elde edilen çekirdek sayısı  $230.4 \pm 72.6$  adet olarak saptanmış ve 1000 tane ağırlığı  $214.9 \pm 49.3$  g olarak hesaplanmıştır.

4. Kabak bitkisi köken uzunluğunun  $596.5 \pm 397.7$  mm ve köken kalınlığının  $11.81 \pm 3.28$  mm olduğu saptanmıştır.

5. Kabak sap uzunluğunun  $55.34 \pm 19.85$  mm olduğu ve köken tarafındaki kalınlığının  $15.10 \pm 2.39$  mm, kabak sapı dip kalınlığının  $27.68 \pm 5.41$  mm olduğu saptanmıştır. Kabak sapının koparıldıktan sonraki uzunluğunun  $41.26 \pm 16.62$  mm olduğu belirlenmiştir.

6. Kabak yarıma kuvvetinin  $168.8 \pm 67.2$  N olduğu ve bu kuvvetteki deformasyon miktarının  $7.013 \pm 2.096$  mm olduğu belirlenmiştir.

7. Kabak kabuğu kopma kuvvetinin  $18.96 \pm 8.62$  N olduğu ve bu noktadaki deformasyon değerinin  $3.827 \pm 1.319$  mm olduğu belirlenmiştir.

8. Kabak delinme kuvvetinin  $60.30 \pm 19.82$  N olduğu ve bu noktadaki deformasyon değerinin  $2.248 \pm 1.142$  mm olduğu belirlenmiştir.

9. Kabak kopma kuvveti  $74.52 \pm 39$  N olarak saptanmıştır. Kabak kütesinin kopma direncine oranı (M/R oranı)  $15.14 \pm 9.13$  olarak saptanmıştır. Moser (1989), kütleinin, kopma direncine oranının (M/R) 1'e eşit yada 1'den büyük olması durumunda meyvenin makine ile hasat edilebilir nitelikte olduğunu belirtmiştir.

10. Kabak elastikiyet modülü  $4.70 \pm 3.46$  Nmm<sup>-2</sup> olarak belirlenmiştir.



11. Kabakların deformasyon enerjisi  $57.91 \pm 17.63$  Nmm olarak belirlenmiştir.
12. Kabakların deformasyon hacimleri  $113 \pm 57.4$  mm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir.
13. Sıkıştırma zedelenmesi duyarlılığının  $1.98 \pm 1.09$  mJ<sup>-1</sup> değerinde olduğu belirlenmiştir.
14. Kabakların ısı iletim katsayısının, kabak kabuğunda  $1.97 \pm 0.10$  Wm<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> olduğu, kabağın iç kısmında ise bu değer  $6.29 \pm 1.98$  Wm<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup> olduğu saptanmıştır.

Çerezlik çekirdeği için yaygın olarak yetiştirilen kabağın hasadı elle yada makina ile yapılmaktadır. Makinalı hasatta farklı özelliğe sahip makinalar kullanılmaktadır. Ancak bu makinaların hiç biri ürünü tarladan toplayıp doğrudan çekirdeği hasat eden kombine makinalar değildir. Ürün elle toplanıp makinalara verilmekte ve çekirdek hasat edilmektedir. Ayrıca ürünün önemli özellikleri göz ardı edildiğinden, bu makinalar çalışma esnasında sık sık tıkanmakta ve zaman kayıpları olmaktadır. Bu olumsuzlukların önüne geçmek için bu konuda yeni çalışmalar yapılmalıdır.

Makinanın tasarımında kabağın standart bir ölçüsünün olmadığı, mekanik özelliklerinin fazla değişkenlik gösterdiği göz ardı edilmemelidir.

Ölçülen tüm mekanik özelliklerde değişim oranı (%VK) yüksek bulunmuştur. Ancak, bir hasat makinasının tasarımında en yüksek değerler dikkate alınmalıdır.

Bu çalışmada elde ettiğimiz veriler kullanılarak ve daha sonrasında yapılacak yeni araştırmaların sonuçları kullanılarak, teknolojik açıdan daha yüksek kapasiteli, ürünü tarladan alıp doğrudan hasat eden, daha az zamanda ve daha az enerji harcayacak yüksek teknolojiye sahip hasat makinalarının geliştirilmesine olanak sağlanacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abbott JA, Lu R (1996). Anisotropic Mechanical Properties of Apples. Transactions of the ASAE 39 (4): 1451-1459.
- Akıncı İ (1994). Traktör-Tarım Makinesi Enerji İlişkilerinin Saptanması İçin Bilgisayar Destekli Ölçme Sisteminin Geliştirilmesi Ve Mekanizasyon Planlamasında Temel İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Alayunt FN (2000). Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniversitesi Yayınları, No:541, 132s., İzmir.
- Anonim (2008a). <http://www.fao.org>
- Anonim (2008b). Kabak Yetiştiriciliği. <http://www.volkanderinbay.net/tarimnet/kabak.asp?konuno=5>
- Anonim (2008c). Kabak Yetiştiriciliği. <http://www.tarimrehberi.net/kabak.html>
- Aydın C (1989). Amasya Elma Çeşidinin Tarım Tekniği Yönünden Önemli Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Mekanizasyon Ana Bilim Dalı, Konya.
- Aydın C, Çarman K (1997). Şeftalide Çarpma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, 17-19 Eylül 1997, s.665-672, TOKAT.
- Aydın C, Çarman K (1998). Elmalar Arasında Çarpışma Enerjisine Bağlı Olarak Zedelenmenin Saptanması. 18. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, s. 773 – 778.
- Aydın C, Paksoy M (2006). Physical Properties and Nutrient Contents of Three Edible Summer Squash (CucurbitaPepo L.) Varieties Seeds. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20 (40): (2006) 32-36.
- Aydın C, Öğüt H (1992). Bazı Biyolojik Materyallerde Deformasyon Oluşumu ve Deformasyon Enerjisinin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi, 1992, s.254-264, SAMSUN.
- Baryeh EA (2000). Strength Properties of Avocado Pear. Journal of Agricultural Engineering Research, Volume 76, Issue 4, August , Pages 389-397.
- Bayhan Y, Ülger P, Avcı G, Baran F (2000). Kuyruk Milinden Hareketli Kabak Çekirdeği Harman Makinasının Performansının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi 1-2 haziran, s.291-296, Erzurum.
- Bayraktar K (1970). Sebze Yetiştirme–1. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No.169, İzmir.
- Chen P, Tjan Y (1998). A Real-Time Impact Sensing System for On-Line Firmness Sensing of Fruits. Paper 98-F-006. AgEng 1998, Oslo, Norway. Silsoe, Bedford, UK: European Society of Agricultural Engineers.

- Chen P, Ruiz M, Lu F, Kader AA (1987). Study of Impact And Compression Damage On Asian Pears. Transaction of the ASAE 30 (4): 1193-1197.
- Dalmış İS (2006). Domatesin Hasat Sonrası İşlemlerine Yönelik Bazı Fiziko Mekanik Özelliklerinin Saptanması İçin Prototip Ölçüm Setinin Geliştirilmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Edirne.
- Emadi B, Kosse V, Yarlagadda PK (2005). Mechanical Properties of Pumpkin. International Journal of Food Properties, 8:277-287, ISSN:1094-2912.
- Finney EE, Hall CW (1967). Elastic Properties of Potatoes. Transactions of the ASAE, 4-8.
- Fridley RB, Adrian PA (1966). Mechanical Properties of Peaches, Pears, Apricots and Apples. Transactions of the ASAE, p.135-138.
- Gezer İ (1997). Malatya Yöresinde Kayısı Hasadında Mekanizasyon İmkanlarının Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü, Doktora Tezi, s. 120, Konya.
- Gezer İ, Güner M, Dursun E (2000). Bazı Sebze ve Meyvelerin Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ekin Dergisi, Yıl:4, Sayı:13, s.70-75, Ankara.
- Güzel E, Sinn H (1990). Force-Deformation Behavior of W. Navel Oranges. 4th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy, p.426-439, Adana.
- Holt JE, Schoorl D (1977). Bruising and Energy Dissipation in Apples. J. Texture Studies 7: 421-432.
- Kara M, Turgut N (1988). Erzurum Yöresinde Yetiştirilen Patates Çeşitlerinin Önemli Bazı Mekanik Özelliklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, s.302-313, Erzurum.
- Mayor L, Cunha RL, Sereno AM (2007). Relation Between Mechanical Properties and Structural Changes During Osmotic Deydration of Pumpkin. Food Research International 40(2007), 448-460.
- Mohsenin NN (1980). Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers. Vol.1. New York, USA.
- Moser E (1989). Bağ, Bahçe, Sebze ve Endüstri Kùltürlerinde Mekanizasyon Uygulamaları. İnstitü für Agrartechnik der Üniversitaet-Hohenheim, Çev; Prof. Dr. İ. Kurtuluş TUNCER, Doç. Dr. Faruk ÖZGÜVEN, Ç.Ü.Z.F. Yayınları, s.115- 196, Adana.
- Olorunda AO, Tung MA (1985). Simulated Transit Studies on Tomatoes; Effects of Compressive Load, Container, Vibration And Maturity on Mechanical Damage. Journal of Food Technology 20: 669-678.
- Paksoy M, Aydın C (2004). Some Physical Properties of Edible Squah (Cucurbita pepo L.) Seeds. Journal of Food Engineering 65 (2004) 225-231.

- Schroorl D, Holt JE (1980). Bruise Resistance Measurements in Apples. J. Texture Studies 11: 389-394.
- Shmulevich I, Galili N, Howarth MS (2003). Nondestructive Dynamic Testing Of Apples For Firmness Evaluation. Postharvest Biology and Technology 29 (2003) 287\_ 299.
- Sitkei G (1986). Mechanics of Agricultural Materials. Akademiai Kiado. Budapest, HUNGARY.
- Vursavuş K, Özgüven F (1999). Determination of The Some Mechanical Properties and Susceptibility to Bruisingdamage of Apples. 7 th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy, 570-575, Adana.
- Vursavuş K, Özgüven F (2001). Elmaların Hasat Sonrası Zedelenmelerine İlişkin Çarpma Parametrelerinin Ve Zedelenme Hacmi Belirleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 20.Ulusal Kongresi, 13-15 Eylül, s.535-542, Şanlıurfa.
- Yanmaz R, Düzeltir B (2003). Çekirdek Kabağı Yetiştiriciliği. Ekin Dergisi 7 (6), 22-24.
- Yurtlu YB, Erdoğan D (2003). Armut ve Elma Çeşitlerinde Depolama Süresinin Bazı Mekanik Özelliklere ve Zedelenme Duyarlılığına Etkisinin İncelenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 21.Ulusal Kongresi, 3-5 Eylül, s.310-317, Konya.
- Yurtlu YB (2003). Meyve ve Sebzelerde Bazı Mekanik Özelliklerin ve Zedelenmeye Karşı Duyarlılığın Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Yurtlu YB, Erdoğan D (2004). Effect of Storage Time on Some Mechanical Properties and Bruise Susceptibility of Pears and Apples. Agricultural Equipment and Machinery Test Center, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Ankara, Department of Agricultural Machinery, Agricultural Faculty, Ankara University, Ankara, TURKEY.

## **TEŞEKKÜR**

Bu çalışmanın yürütülmesinde beni her zaman yönlendiren ve yardımlarını hiç çekinmeden sunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Poyraz ÜLGER ve Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU' na, Prof. Dr. Selçuk ARIN' a, Prof. Dr. Bülent EKER' e, Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR' e, ve Tarım Makinaları Bölümündeki diğer Öğretim Üyeleri ve Öğretim Elemanlarına teşekkür ederim.

Çalışmamda denemelerin yürütülme aşamasındaki yardımlarından dolayı Öğretim Görevlisi Dr. İbrahim Savaş DALMIŞ' a teşekkür ederim

Tez çalışmam boyunca her zaman beni destekleyen sevgili annem, babam, kardeşim ve sevgili eşim Araş. Gör. Dr. M. Recai DURGUT' a teşekkür ederim.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1982 yılında İstanbul'da doğdu. Orta öğrenimini Fatih Kız Lisesinde tamamladı. 2002 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Teknolojisi Programında Yüksek Öğrenimine başladı. 2006 yılında lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl Prof. Dr. Poyraz ÜLGER danışmanlığında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladım.