

**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
2012-YL-001**

**ERİK MEYVESİNİN (*Prunus cerasifera* Ehrh.) FARKLI
HASAT DÖNEMLERİNDEKİ BAZI FİZİKSEL VE
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Selen ALNIAK

**Danışman
Doç. Dr. Mustafa ÇETİN**

AYDIN

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Selen ALNIAK tarafından hazırlanan “Erik Meyvesinin (*Prunus cerasifera* Ehrh.) Farklı Hasat Dönemlerindeki Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi” başlıklı tez, 12/12/2011 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı,	Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan:	Prof. Dr.	Cengiz ÖZARSLAN	ADÜ
Üye :	Doç. Dr.	Mustafa ÇETİN	ADÜ
Üye :	Doç. Dr.	Engin ERTAN	ADÜ

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulununsayılı kararıyla.....tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN

Enstitü Müdürü

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

...../...../2011

Selen ALNIAK

ÖZET

Erik Meyvesinin (*Prunus cerasifera* Ehrh.) Farklı Hasat Dönemlerindeki Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Selen ALNIAK

Yüksek Lisans Tezi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa ÇETİN

2011, 61 sayfa

Tarımsal materyallerin ve ürünlerin fiziksel ve mekanik özellikleri onların işlenmesi, taşınması, depolanması için gerekli olduğu gibi temizlenmesi, ayrılması ve kurutulması gibi hasat sonrası işlemler ile hasat ve dikiminde kullanılacak ekipmanların dizaynında da gerekli olmaktadır.

Eriklerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu araştırmada; farklı hasat dönemindeki eriklerin nem içeriği, uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap değerleri, küresellik, şekil indeksi, boşluklu hacim ağırlığı, boşluksuz hacim ağırlığı, kütle, porozite ve projeksiyon alanı gibi bazı fiziksel ve daldan kopma kuvveti, sıkıştırma yükü altındaki davranışı ve farklı düşme yüksekliklerden farklı yüzeyler üzerindeki zedelenme durumları gibi bazı mekanik özellikler belirlenmiştir. Eriklerin hasat dönemlerine ilişkin fiziksel ve mekanik özelliklerinin aralarındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminden kaynaklandığının belirlenmesi Duncan testi yapılarak ortaya konmuştur.

Yapılan araştırma sonucunda; eriklerin hasat dönemleri arasındaki farklılığın nem içeriği, uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap değerleri, küresellik, şekil indeksi, boşluklu hacim ağırlığı, boşluksuz hacim ağırlığı, kütle, porozite, ve projeksiyon alanı gibi bazı fiziksel ve daldan kopma kuvveti, sıkıştırma yükü altındaki davranışı ve farklı düşme yüksekliklerden farklı yüzeyler üzerindeki zedelenme değerleri fiziksel ve mekanik özellikleri $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Erik, fiziksel özellikler, hasat dönemleri, mekanik özellikler

ABSTRACT

Some Physical and Mechanical Properties of Plum Fruit (*Prunus cerasifera* Ehrh.) at Different Harvest Periods

Selen ALNIAK

M. Sc. Thesis, Department of Agricultural Machines

Supervisor: Assoc. Doç. Dr. Mustafa ÇETİN

2011, 61 pages

The physico-mechanical properties of agricultural materials and products are necessary for processing, transporting and storing as well as their postharvest process and the design of equipment for harvesting and plantation.

This study aimed to determining the physical and mechanical properties of plums, during different harvest period moisture content, fruit length, width, thickness, geometric mean values of diameter, sphericity, shape index, bulk density, true density, mass, porosity, projection area, and some physical features detachment force compression behavior under load and damage in different situations, such as falls from heights on different surfaces were some of the mechanical properties. Physical and mechanical properties of plums harvest periods are statistically significant differences between them are not identified as a result of the analysis of variance and the variance obtained from the analysis, the determination of the differences stems from the period of harvest which has been in test and Duncan.

As a result of the study; physico-mechanical properties namely, the differences between the moisture content of plums at different harvest periods, fruit length, width, thickness, geometric mean values of diameter, sphericity, shape index, bulk density, true density, mass, porosity, projected area, and some physical features detachment force, compression load falls below the behavior of different heights and different values of damage on the physical and mechanical properties of surfaces were determined as signification the of $p < 0,01$.

Keywords: plum, physical properties, harvest period, mechanical properties,

ÖNSÖZ

Ülkemizin her yerinde yetişen erik meyvesinin üretimden tüketimine kadar geçen sürede ekonomik değerlerin azalmaması ve bu değerlerin artırılması zorunluluğu bir gerçektir.

Artan Dünya nüfusu, özellikle beslenmeye yönelik gereksinimlerin giderilmesi için verimi arttırmayı ve kaliteli üretim yapmayı zorunlu hale getirmiştir. Üretim, taşıma, sınıflandırma, muhafaza, işleme ve en son olarak pazarlama aşamalarında ürünlerin kalitelerinin korunması ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Bugün gerek ülkemizde, gerekse diğer ülkelerde üretilen tarımsal ürünlerin büyük bir kısmı hasat ve hasat sonrası aşamalarda kalitenin korunması yönünde gereken özenin gösterilmemesi ya da biyolojik malzemenin özellikleri hakkında yeterli bilgiye sahip olunmaması nedeni ile bozulmakta ve atılmaktadır. Ülke ekonomisi düşünülerek konuya yeterli ilgi ve özenin gösterilmesi gerekmektedir.

Son yıllarda gelişmiş ülkeler de genellikle araştırmalarında bu konulara ağırlık vermektedir. Sonuç olarak; kaliteli üretim ile erik meyvesinin ekonomik değerinin artırılması sağlanmış olacaktır.

Öncelikle yüksek lisans öğrenimim süresince benden yardımlarını esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Mustafa ÇETİN başta olmak üzere Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN, ADÜ Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümünde bulunan tüm bölüm hocalarıma ve istatistik konusunda yardımcı olan Yrd. Doç Dr. Hulusi AKÇAY 'a, arazi denemelerini yapmamda bana yardımcı olan Osman BOZKURT, Tuğba KÜÇÜKAY arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca yüksek lisans öğrenimim boyunca benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme ve kendisiyle her daim gurur duyduğum kardeşim Gizem ALNIAK' a teşekkür ederim.

Selen ALNIAK

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
BİLİMSEL ETKİNLİK SAYFASI	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
ÖNSÖZ	ix
SİMGELER DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. Giriş	1
2. Kaynak Özetleri	6
3. Materyal Ve Yöntem	15
3.1. Materyal	15
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Meyve Uzunluğu, Genişliği Ve Kalınlığının Belirlenmesi	18
3.2.2. Nem İçeriğinin Belirlenmesi	18
3.2.3. Şekil İndeksinin Belirlenmesi	19
3.2.4. Küreselliğin Belirlenmesi	19
3.2.5. Meyve Kopma Kuvvetinin Belirlenmesi	20
3.2.6. Boşluklu Hacim Ağırlığının Belirlenmesi	20
3.2.7. Boşluksuz Hacim Ağırlığının Belirlenmesi	20
3.2.8. Kütleinin Belirlenmesi	21
3.2.9. Porozitenin Belirlenmesi	21
3.2.10. Projeksiyon Alanının Belirlenmesi	21
3.2.11. Çarpma Testi	22
3.2.12. Kesme Delinme Sıkıştırma	23

4. BULGULAR	26
4.1. Nem İçeriğine İlişkin Bulgular	26
4.2. Meyve Uzunluğuna İlişkin Bulgular	27
4.3. Meyve Genişliğine İlişkin Bulgular	28
4.4. Meyve Kalınlığına İlişkin Bulgular	29
4.5. Geometrik Ortalama apına İlişkin Bulgular	31
4.6. Küreselliğe İlişkin Bulgular.....	32
4.7. Şekil İndeksine İlişkin Bulgular	33
4.8. Meyve Kütlesine İlişkin Bulgular.....	34
4.9. Boşluklu Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular	35
4.10. Boşluksuz Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular	35
4.11. Poroziteye İlişkin Bulgular.....	36
4.12. Projeksiyon Alanına İlişkin Bulgular	37
4.13. Daldan Kopma Kuvvetine İlişkin Bulgular	37
4.14. Çarpma Kuvvetlerine İlişkin Bulgular	38
4.15. Delinme Kuvvetine İlişkin Bulgular.....	40
4.16. Kesilme Kuvvetlerine İlişkin Bulgular.....	44
4.17. Sıkıştırma Kuvvetlerine İlişkin Bulgular.....	47
5. TARTIşMA VE SONUÇ	51
KAYNAKLAR.....	55
ZGEMIş	61

SİMGELER DİZİNİ

A_p	Projeksiyon alanı (mm^2)
D_g	Geometrik ortalama çap (mm)
d	Batıcı silindirik ucun çapı (mm)
E_A	Biyolojik akma noktasındaki deformasyon enerjisi (Nmm)
F_A	Biyolojik akma noktasındaki deformasyon kuvveti (N)
k	Küresellik
L	Uzunluk (mm)
M_c	Nem içeriği (%)
m	Kütle (g)
T	Kalınlık (mm)
t	Zaman değeri (dak).
V	Hacim (mm^3)
V_A	Biyolojik akma noktasındaki zedelenme hacmi (mm^3)
V_1	Temas düzlemi altında kalan kısmın hacmi (mm^3)
V_2	Temas düzlemi üzerinde kalan kısmın hacmi (mm^3)
V_z	Zedelenme hacmi (mm^3)
v	İlerleme hızı (mm/dak),
W	Genişlik (mm)
w	Etüvden çıktıktan sonraki ağırlık (g)
w_o	Etüve girmeden ilk ağırlık (g)
ΔX	Deformasyon (mm),
ΔX_A	Biyolojik akma noktasındaki deformasyon miktarı (mm)
ρ_b	Boşluklu hacim ağırlığı (kg m^{-3})
ρ_f	Porozite (%)
ρ_t	Boşluksuz hacim ağırlığı (kg m^{-3})

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Erik bahçesinin kış dönemindeki genel görünümü	15
Şekil 3.2. Kış döneminde işaretlenmiş olan erik ağaçları	16
Şekil 3.3. Lutron F-G 5005 dinamometre,	17
Şekil 3.4. Erik meyvesinde uzunluk genişlik ve kalınlığı	18
Şekil 3.5. Erik meyvesinde meyve kopma kuvveti	20
Şekil 3.6. a) Erik meyvesinin fotoğrafı b) Erik meyvesinin özel bir yazılımdaki görüntüsü	22
Şekil 3.7. Zedelenme hacminin belirlenmesinde kullanılan idealize edilmiş zedelenme şekli üzerinde gösterilen tanımlamalar (Yurtlu, 2003)	23
Şekil 3.8. Biyolojik akma noktası ve kopma noktası	24
Şekil 4.1. Birinci hasat dönemi delinme kuvvetine ilişkin bulgular	41
Şekil 4.2. İkinci hasat dönemi delinme kuvvetine ilişkin bulgular	42
Şekil 4.3. Üçüncü hasat dönemi delinme kuvvetine ilişkin bulgular	42
Şekil 4.4. Delinme kuvvetine ilişkin bulgular	43
Şekil 4.5. Birinci hasat dönemi kesilme kuvvetine ilişkin bulgular	45
Şekil 4.6. İkinci hasat dönemi kesilme kuvvetine ilişkin bulgular	45
Şekil 4.7. Üçüncü hasat dönemi kesilme kuvvetine ilişkin bulgular	46
Şekil 4.8. Kesilme kuvvetine ilişkin bulgular	46
Şekil 4.9. Birinci hasat dönemi sıkıştırma kuvvetine ilişkin bulgular	48
Şekil 4.10. İkinci hasat dönemi sıkıştırma kuvvetine ilişkin bulgular	48
Şekil 4.11. Üçüncü hasat dönemi sıkıştırma kuvvetine ilişkin bulgular	49
Şekil 4.12. Sıkıştırma kuvvetine ilişkin bulgular	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye'deki üretimi yapılan sert çekirdekli meyve türlerinin üretimmiktarları (ton)	2
Çizelge 1.2. Dünyada erik üretimi yapılan ülkelerde erik üretimi (alan).....	3
Çizelge 4.1. Nem içeriğine ilişkin bulgular.....	26
Çizelge 4.2. Meyve uzunlunluğuna ilişkin bulgular	27
Çizelge 4.3. Meyve uzunluğunun ağaç yönleri ile ilişkisi	27
Çizelge 4.4. Meyve genişliğe ilişkin bulgular	28
Çizelge 4.5. Meyve genişliğinin ağaç yönleri ile ilişkisi	29
Çizelge 4.6. Meyve kalınlığa ilişkin bulgular	30
Çizelge 4.7. Meyve kalınlığının ağaç yönleri ile ilişkisi.....	30
Çizelge 4.8. Geometrik ortalama çapa ilişkin bulgular	31
Çizelge 4.9. Geometrik ortalama çapın ağaç yönleri ile ilişkisi.....	32
Çizelge 4.10. Küreselliğe ilişkin bulgular	32
Çizelge 4.11. Küreselliğin ağaç yönleri ile ilişkisi.....	33
Çizelge 4.12. Şekil indeksine ilişkin bulgular.....	34
Çizelge 4.13. Meyve kütesine ilişkin bulgular	34
Çizelge 4.14. Boşluk hacim ağırlığına ilişkin bulgular	35
Çizelge 4.15. Boşluksuz hacim ağırlığına ilişkin bulgular.....	36
Çizelge 4.16. Poroziteye ilişkin bulgular	36
Çizelge 4.17. Projeksiyon alanına ilişkin bulgular.....	37
Çizelge 4.18. Daldan kopma kuvvetine ilişkin bulgular	38
Çizelge 4.19. Daldan kopma kuvvetinin ağaç yönleri ile ilişkisi.....	38
Çizelge 4.20. Çarpma kuvvetine ilişkin bulgular	39
Çizelge 4.21. Çarpma kuvvetindeki zeminlere ilişkin bulgular	39
Çizelge 4.22. Çarpma kuvvetindeki yükseklik ilişkin bulgular	40

Çizelge 4.23. Eriklerin hasat dönemlerinde delinme kuvvetlerinin biyolojik akma noktasındaki deformasyon, deformasyon enerjisi ve zedelenme hacmi	40
Çizelge 4.24. Eriklerin hasat dönemlerinde kesilme kuvvetlerinin biyolojik akma noktasındaki deformasyon, deformasyon enerjisi ve zedelenme hacmi	44
Çizelge 4.25. Eriklerin hasat dönemlerinde sıkıştırma kuvvetlerinin biyolojik akma noktasındaki deformasyon, deformasyon enerjisi ve zedelenme hacmi	47
Çizelge 5.1. Materyal olarak kullanılan erik çeşidinin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri	53

1. GİRİŞ

Erik, *Rosales* takımının, *Rosaceae* familyasından, *Prunoideae* alt familyasının, *Prunus* cinsinden, *Prunophora* alt cinsine bağlı sert çekirdekli bir meyve türüdür (Özvardar ve Önal, 1990).

Prunus cinsine ait dünya üzerinde yayılmış 2000 kadar türün mevcut olduğu bilinmektedir ve büyük bir kısmı kuzey yarımkürede bulunmaktadır. Erik türleri gen merkezlerine göre; Avrupa-Asya türleri, Uzak Doğu türleri ve Amerikan türleri olmak üzere 3 grup içinde toplanmaktadır. Ülkemizdeki çeşitlerin de içerisinde yer aldığı Avrupa-Asya türleri kendi arasında; *Prunus cerasifera* Ehrh., can erikleri (Papaz, Bekiroğlu, Aynalı); *P. domestica* L., Avrupa erikleri (Karagöynük, Köstendil, Üryani, A' Agen, Giant, Stanley, R.C.Violet, R.C.Verde, Sugar, President) ve *P. salicina* Lindel., Japon erikleri (Formosa, Santa Rosa, Climax, Red Kinenbol, Red Heart, Burbank, Duarte, Reubennel, Burmosa, Laroda, Nubiana, Wickson) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Özvardar ve Önal, 1990).

Yazılı eski belgelere göre "*Prunus domestica*" meyvelerinin daha çok Kafkasya ve Hazar Deniz'i çevresinden dünyaya yayıldığı "*Prunus insititia*" adlı diğer bir türünün anavatanının ise Şam bölgesi olduğu bilinmektedir (Tunalıoğlu ve Keskin 2004).

Ilıman iklim meyve türleri arasında yer almasına karşılık gerek soğuk ılıman, gerekse sıcak iklim bölgelerinde kolaylıkla yetişebilen erik, dünyanın hemen her tarafına yayılmıştır (Özbek, 1978).

Ülkemizde de doğusundan batısına, kıyısından yaylasına her bölgeye adapte olmuş, değişik tür ve çeşitleri ile Anadolu'yu bir erik koleksiyon bahçesi durumuna getirmiştir (Özbek, 1978).

Erik; Dünya sert çekirdekli meyve üretiminde üçüncü sırada yer alan bir meyve türüdür. Türkiye'de ise erik üretimi kayısı, şeftali, kiraz üretiminden sonra gelmekte ve Ülkemiz Dünyanın önemli erik üreticisi ülkeleri arasında yer almaktadır (Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2) (Anonim 2009a).

Türkiye'de toplam 166.883 dekarlık alanda yetiştiriciliği yapılan, 7.743.411 adet meyve veren yaştaki erik ağacından 245.782 ton erik elde edilmektedir (Anonim, 2008).

Çizelge 1.1. Türkiye'deki üretimi yapılan sert çekirdekli meyve türlerinin üretim miktarları (ton)

MEYVE TÜRLERİ	YILLAR		
	2007	2008	2009
Erik	240.874	248.736	245.782
Kayısı	557.572	716.415	660.894
Şeftali (Nektarin)	52.962	49.144	44.967
Şeftali (Diğer)	486.473	502.762	502.252
Kiraz	398.141	338.361	417.694
Vişne	180.917	185.435	192.705
Zerdali	32.160	34.159	34.470
Kızılcık	9.722	11.010	14.472
İğde	4.324	4.686	4.697
Sert Çekirdekli- ler Top- lam	1.963.145	2.090.708	2.117.933

Çizelge 1.2. Dünyada erik üretimi yapılan ülkelerde erik üretimi (alan)

		2008		2009
1	Çin	1288431	Çin	1167368
2	USA	156115	Sırbistan	164628
3	Romanya	144144	USA	163282
4	Sırbistan	134551	Romanya	90139
5	Şili	62894	Şili	72570
6	Fransa	56612	Fransa	60220
7	Türkiye	51867	Türkiye	58267
8	İtalya	43660	İspanya	46227
9	İspanya	43228	Rusya	44267
10	Hindistan	38704	İtalya	42569

Erikleri, olgunluk zamanlarına göre erkenci, orta mevsim ve geççi; kullanım şekillerine göre de sofralık, kurutmalık ve mutfaklık (konserve, reçel v.b.) olarak ayırmak mümkün olmaktadır. Birçoğu yeşil erik olarak tüketilmektedir. Yeşil olarak yenilecek meyveler tam çiçeklenmeden 60 -70 gün sonra hasat edilmeye başlanmakta ve hasat olgunluk zamanına kadar devam etmektedir (Son, 2009).

Erkenci dönem can eriğini (*Prunus cerasifera*), yaz ortalarında olgunlaşan Japon ya da İtalya eriği (*Prunus salicina*) takip etmekte, Ağustosta olgunlaşmaya başlayan Avrupa eriği (*Prunus domestica*) ise ekim ayına kadar yenilebilmektedir. Son yıllarda vitamin, lif ve antioksidan madde içeriği ile erik yetiştiricilikte ön plana çıkan meyvelerden biridir (Kim et al, 2003).

Erik meyvesi bol miktarda B vitaminleri içermektedir, ayrıca potasyum ve magnezyum minerali açısından da zengin bir meyvedir. 100 g taze erik; 66 kalori, 17.8

g karbonhidrat, 299 mg potasyum, 17 mg fosfor, 2 mg sodyum, 18 mg magnezyum, 0.5 mg demir, 0.4 mg lif içermekte, ayrıca erik meyvesinde A, B1, B2, B3, B6, C, E vitaminleri de bulunmaktadır (Anonim, 2009b).

Tarımsal ürünlerin biyolojik özelliklerinin bilinmesi; makine tasarımında, yapımında, çalıştırılmasında, kontrolünde, verimlerin saptanmasında, analizinde, bitkisel ya da hayvansal orijinli yeni ürünlerin tüketiciye sunulmasında ve ürünlerin kalitesinin değerlendirilmesinde gerekli ve önemli olmaktadır. Bu özelliklerin bilinmesi yalnızca mühendisler için değil aynı zamanda gıda bilimcileri ve işleyicileri, bitki yetiştiricileri ve hayvansal üretim yapan diğer tasarımcı ve uzmanlar için de yarar sağlamaktadır (Mohsenin, 1970).

Meyvelerin dikim, hasat, taşıma, iletim, sınıflandırma, doldurma, boşaltma, paketlenme gibi işlemlerde kullanılacak tarımsal araç ve makinelerin tasarımında, iş başarılarının belirlenmesinde, ürün işleme, ürün kalite kontrolü aşamalarında, son olarak tüketiciye sunulan ürünün kalitesinin iyileştirilmesinde fiziksel - mekanik özelliklerin bilinmesi önem taşımakta ve belirleyici olmaktadır (Erdoğan ve Yurtlu, 2003).

Tarım ürünlerinin kalitelerinin korunması, özellikle tarımsal üretim alanlarının son sınırlarına ulaşması nedeniyle güncelliğini korumaktadır. Tarım ürünlerinin üretiminden tüketiciye sunulana kadar geçen devrelerdeki yapılan işlemler, tarımsal materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerinden faydalanarak gerçekleştirilebilmektedir (Sinn and Özgüven, 1987).

Ziraat mühendisliğinin temel görevlerinden biri, tarımsal üretimin nitelik ve nicelik bakımından geliştirilmesinde kullanılacak en ileri teknikleri ortaya koymak, uygulamak, ekonomik analizler yapmak ve değerlendirmektir. Bu tekniklerin ortaya konulması sırasında göz önüne alınacak ana verilerden biri tarımsal ürünün kendisidir. Bu açıdan tarımsal ürünlerin, bir başka anlatımla biyolojik malzemenin teknik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Biyolojik malzemenin özelliklerini, fiziksel özellikler (temel ölçüler, mekanik özellikler, termik özellikler, optik özellikler, elektriksel özellikler vb), kimyasal özellikler ve biyolojik özellikler olarak sınıflandırmak olanaklıdır (Yurtlu ve Erdoğan, 2005a).

Günümüze kadar; meyve, sebze, hububat ve tohum gibi biyolojik materyallerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmalarda araştırmacılar; şeker mısır (Coşkun ve ark.,

2006), mısır ve buğday (Zoerb and Hall, 1960), andız meyvesi (Akıncı ve ark., 2004), yer fıstığı (Baryeh, 2001), çitlembik (Demir ve ark., 2002), bakla (Fraser ve ark., 1978), kayısı çekirdeği (Gezer ve ark., 2002), makadamia meyvesi (Braga ve ark., 1999), badem (Khazaei ve ark., 2001), domates (Yurtlu ve Erdoğan, 2005), patates (Kara ve Turgut, 1988), soya fasulyesi (Kulkarni ve ark., 1993) beyaz bakla (Öğüt, 1998) ve fiğ (Yalçın ve Özarslan, 2004) biyolojik materyallerin de mekanik özelliklerini ortaya koymuşlardır.

Hasat ve hasat sonrası işlemlerde; mekanizasyon düzeyinde artışı sağlamaya temel teşkil edecek, tasarımlara veri tabanı oluşturmasını sağlamak amacıyla biyolojik materyal olan erik meyvesinin (*Prunus cerasifera* Ehrh.) üç farklı hasat döneminde (15 Nisan 2010 –1 Mayıs 2010- 15 Mayıs 2010) nem içeriği (M_c), uzunluk (L), genişlik (W), kalınlık (T), geometrik ortalama çap değerleri (D_g), küresellik (k), şekil indeksi, boşluklu hacim ağırlığı (ρ_b), boşluksuz hacim ağırlığı (ρ_t), kütle (m), porozite (P_t), projeksiyon alanı (A_p) gibi bazı fiziksel ve daldan kopma kuvveti, sıkıştırma yükü altındaki davranışı ve farklı düşme yüksekliklerden farklı yüzeyler üzerindeki zedelenme durumları gibi bazı mekanik özellikler ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünya’da ve ülkemizde bazı biyolojik materyallerin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Bunlarla ilgili bazı literatür taramaları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Alayunt (2000), temel ölçülerinin, şekil, boyut, kütle, hacim, yoğunluk, yüzey alanı gibi büyüklükleri ifade ettiğini ve cisimlerin mekanik özelliklerinin ise statik ve dinamik yük altındaki davranışları (kırılma direnci, kırılma enerjisi, elastisite modülü vb.), akıcılık özelliği (kohezyon, sıkışabilirlik, sürtünme direnci, akma sınırı vb.), aerodinamik ve hidrodinamik özellikleri olarak tanımlanabildiğini belirtmiştir.

Konak ve ark (2002a), mahlep (*Prunus mahaleb* L.) tanesinin fiziksel özelliklerini nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak belirlemişlerdir. %2.9 ile %10.2 nem aralığında, nem içeriğindeki artış ile birlikte küresellik, 1000 tane ağırlığı ve projeksiyon alanının arttığını; tane yoğunluğunun, porozite ve kritik hızın da azaldığını açıklamışlardır.

Çetin ve ark (2008), çörekotu tohumunun fiziksel ve mekanik özelliklerini nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak belirlemişlerdir. %6.42 ile %18.22 aralığındaki nem içeriğindeki artış ile birlikte ortalama uzunluk, genişlik, kalınlık, 1000 tane ağırlığı, projeksiyon alanı, küresellik, porozite, statik sürtünme katsayısı (alüminyum, çelik, kauçuk, galvanizli demir) ve kritik hız değerlerinin arttığını; nem içeriğine bağlı olarak boşluklu ve boşluksuz hacim değerlerinin azaldığını açıklamışlardır.

Ahmadi et al. (2009), rezene tohumunun fiziksel ve mekanik özelliklerini %7.78 ile %21.67 aralığındaki nem içeriğinde artışa bağlı, uzunluk, genişlik ve kalınlık sırasıyla 58.87 mm, 18.96 mm ve 15.64 mm olarak elde etmişlerdir. 1000 tane ağırlığı, porozite, statik ve dinamik sürtünme katsayısı (cam, kontrplak, galvanizli demir) deformasyon genişliğinin arttığını; boşluklu hacim kırılma kuvvetinin azaldığını; küresellik, boşluksuz hacimde ise değişme olmadığını gözlemişlerdir.

Ebubekir ve ark. (2002), araştırmalarında, çemen tohumunun (*Trigonella foenumgraceum* L.) %8.9 ile %2.01 (kuru bazda) arası nem içeriklerinde fiziksel özelliklerini belirlemişlerdir. Buna göre nem içeriğinin artmasıyla, çemen tohumu uzunluğunun 4.01 mm’den 4.19 mm’ye, genişliğinin 2.35 mm’den 2.61 mm’ye,

kalınlığının 1.49 mm'den 1.74 mm'ye, geometrik ortalama çapının 2.40 mm'den 2.66 mm'ye, küreselliğinin % 60.79'dan % 64.06'ya, 1000 tane ağırlığının 15.48 g' dan 16.39 g' a, yüzey alanının 18.09 mm² 'den 22.18 mm²'ye, doğal yığılma açısının 14.34°' den 16.88°'ye, porozitesinin %43.47'den %44.58'e arttığını, hacim ağırlığının 701.6 kg/m³ 'den 645.81 kg/m³ 'e, boşluklu hacim ağırlığının 1240.36 kg/m³'den 1165.25 kg/m³'e düştüğünü belirlemiştir.

Saçılık ve ark. (1996), kenevir tohumunun fiziksel özelliklerini (boyut, yüzey alanı, küresellik, 1000 tane ağırlığı, kritik hız, ürün ve tane hacim ağırlığı, porozite, statik ve dinamik sürtünme katsayısı) belirlemeye çalışmışlardır. Denemede sürtünme yüzeyi olarak kontrplak, galvaniz sac ve kauçuk kullanmışlardır.

Sönmez ve ark (2007), gilaburu tohumunun (*Viburnum opulus* L.) % 54 nem içeriğindeki uzunluk, genişlik, kalınlık ve geometrik ortalama çap değerlerinin sırasıyla 6.56 mm ile 8.44 mm, 6.24 mm ile 8.57 mm, 1.62 mm ile 2.52 mm ve 4.19 mm ile 5.31 mm arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Küresellik, yüzey alanı, 1000 tane ağırlığı ve kritik hız değerlerinin sırasıyla, 0.59'dan 0.68'e kadar 55.22 mm² 'den 88.65 mm²'ye, 75.00 g'dan 78.30 g'a kadar ve 4.52 m/s 'den 5.15 m/s 'ye kadar değiştiği, hacim ağırlığı, boşluklu hacim ağırlığı, porozite ve doğal yığılma açısı değerlerinin sırasıyla, 524.82 kg/m³ 'den 546.81 kg/m³ 'e, 981.45 kg/m³ 'den 1046.15 kg/m³ 'e, % 45.46 'dan % 50.14'e ve 22.60° 'den 26.78° 'ye değiştiği belirlemiştir.

Özarlan (2002), araştırmasında pamuk tohumunun (*Gossypium hisutum* L.) nem içeriğinin %8.33 den %13.78 artmasıyla, pamuk tohumu uzunluğunun 9.02 mm'den 9.19 mm'ye, genişliğinin 4.70 mm'den 4.86 mm'ye, kalınlığının 4.25 mm'den 4.45 mm'ye, küreselliğinin 0.626'dan 0.635'e, 1000 tane ağırlığının 104.6 g'dan 109.64 g'a, projeksiyon alanının 35.89 mm²'den 40.14 mm²'ye ve kritik hız değerinin de 8.46m/s' den 8.67m/s' ye arttığını, hacim ağırlığının 642 kg/m³'den 610 kg/m³'e, kütleli yoğunluğunun 1091 kg/m³'den 1000 kg/m³'e ve porozitesinin de % 41.16'dan ile %39.0 değerine düştüğünü belirlemiştir.

Yalçın ve Özarlan (2004), fiğ (*Vicia sativa* L.) tohumunun uzunluk, genişlik, kalınlık ortalamalarını %10.57 nem içeriğinde sırasıyla; 5.19 mm, 4.33mm ve 3.63 mm olduğunu saptamışlardır. Nem aralığının %10.57 ile %20.63 olduğu aralıkta 1000 tane ağırlığı, projeksiyon, küresellik, boşluksuz hacim, porozite, kritik hızı, statik sürtünme katsayısının arttığını ve boşluklu hacimde azalma olduğunu açıklamışlardır.

Özgüven ve Vursavuş (2005), çamfıstığı (*Pinus pinea*) tanesinin fiziksel, mekanik ve aerodinamik özellikleri içerisinde tasarım, taşıma, ambalajlama için nem içeriğinin %5.48' olduğunu belirlemişlerdir. Uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, çamfıstığının kütlesi sırasıyla 18.67mm, 8.97mm, 7.39mm, 10.72 mm ve 0.77 g, boşluklu hacim, boşluksuz hacim, porozite; 983.59 kg/m³, 619.85 kg/m³ ve %36.96' olduğunu, sürtünme katsayısı (kontrplak, galvanizli çelikle, cam yüzünde) %0.46, % 0.43, %0.35 ve kritik hızı fıstığın, tanenin ve kabuğunun 8.23, 6.98 ve 3.76 m/s' olarak belirlemişlerdir.

Polat ve Ülger (2001), antepfıstığı meyvesinin işlenmesine yönelik olarak tasarlanacak bir makine için antepfıstığının bazı mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Bu amaçla antepfıstığı meyvesinin mekanizasyonuna yönelik özelliklerinden bazıları olan boyut özellikleri, ağırlık analizi, 100 meyve ağırlığı, çıtlama sertliği, iç meyvenin ezilme sertliği, hacim ağırlığı, sürtünme katsayısı ve yığılma açısını belirlemeye çalışmışlardır. Üç farklı çeşit antepfıstığı meyvesinin kabuklu, kavlak ve iç olarak, nem durumuna göre ise yaş ve kuru olarak değerlendirmişlerdir. Antepfıstığı meyvesinin Siirt çeşidi, Ohadi çeşidi ve Kırmızı çeşidinin, yaş olarak ele alınan meyvelerinde ortalama çıtlama kuvveti, sırasıyla 184.33 N, 125.66 N, 154 N olarak belirlemişlerdir. Buna karşılık kuru olarak ele alınan meyvelerde ise bu değerler sırasıyla 221.66 N, 238.13 N, 202.53 N olarak bulunmuştur. Aynı çeşitler için meyvelerin ezilme kuvvetleri sırasıyla yaş olarak 27.46 N, 10.63 N, 28.36 N; kuru olarak ise, 66.09 N, 46.46 N, 50.93 N olarak bulunmuştur. Esneme miktarlarını ise bütün çeşitlerde yaş ve kuru olarak 1 mm olarak saptamışlardır; antepfıstığı meyvesinin nem miktarı arttıkça, çıtlaması ve ezilmesi için gerekli kuvvetin azaldığını belirtmişlerdir.

Sahoo ve Srivastava (2002), bamya tohumunun nem içeriğinin %8.16 ile %8.57 arasındaki özelliklerini değerlendirdiğinde uzunluk, genişlik ve kalınlık, sırasıyla 5.92 mm-7.30 mm 4.71 mm-5.40 mm ve 4.59 mm-5.36 mm olduğunu belirlemişlerdir. Yuvarlaklık, küresellik, hacim, 1000 tane ağırlığı, neme bağlı olarak arttığını; boşluklu ve boşluksuz hacim, porozitede ise azalma olduğunu açıklamışlardır. Statik sürtünme yüzeylerinde (yumuşak çelik, bakalit, galvanizli çelik, alüminyum) nem içeriyle birlikte artış olduğunu açıklamışlardır.

Baryeh (2003), darının fiziksel ve mekanik özelliklerini (boyut, yüzey alanı, hacim, küresellik, 1000 dane ağırlığı, doğal yığılma açısı, kritik hız, hacim ağırlığı ve statik sürtünme katsayısı) belirlemeye çalışmıştır. Denemelerini farklı nem içerik-

lerinde yaparak nem içeriği ile fiziksel özelliklerin değişim gösterdiğini vurgulamıştır.

Desphande et al. (1993), soya fasulyesinin bazı fiziksel özelliklerini (boyut özellikleri, hacim, 1000 tane ağırlığı, porozite, tek tane hacim ağırlığı ve ürün hacim ağırlığı) belirlemeye çalışmışlardır. Denemelerini farklı nem içeriklerinde gerçekleştirerek nem içeriğiyle fiziksel özelliklerinin değişim gösterdiğini açıklamışlardır.

Konak ve ark. (2002b), nohut tanelerinin nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak fiziksel özelliklerini incelemiştir. Çalışmalarında boyutlar, hacim, yığın hacim ağırlığı ve tane hacim ağırlığı, porozite, kritik hız, projeksiyon alanı, kırılma direnci, statik ve dinamik sürtünme katsayıları ve boşalma açısı değerlerini ölçmüşlerdir. Boyutlar, porozite, projeksiyon alanı, boşalma açısı ve kritik hız değerleri ile statik ve dinamik sürtünme katsayısı değerlerinin nem ile arttığını; tane hacim ağırlığı ve kırılma direnci değerlerinin x, y, z eksenlerine göre azaldığını açıklamışlardır.

Paksoy ve Aydın (2006), bezelye (*Pisum sativum* L.) tohumunun %4.47 ile %61.23 nem aralığındaki bazı fiziksel özellikleri; uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, tohum ağırlığı ve hacmi sırasıyla 9.42, 6.71, 7.42, 8.43 mm, %85, 0.32 g ve 0.20 cm³ olduğunu tespit etmişlerdir. Porozite, projeksiyon alanı, boşluksuz yoğunluk nem'e bağlı olarak arttığını; boşluklu hacmin azaldığını açıklamışlardır.

Güner ve Kılıçkan (2007), gemlik çeşidi zeytinin uzunluk, genişlik, kalınlık, aritmetik ve geometrik ortalamaları, küresellik, hacim, kütle, boşluklu ve boşluksuz hacim, porozite, kritik hız, projeksiyon alanı, kırılma kuvvetini incelemiştir. Zeytin meyvesi ve çekirdeğinin 2 paralel plak arasındaki kopma kuvveti, kırılma enerjisi, deformasyonları meyvenin çekirdeğinde ve yüzeyinde incelenmiştir. Bunlar da artış olduğunu gözlemişlerdir.

Ahmadi ve Fathollohzadeh (2008), kayısı meyvesinin çekirdeği ve tanesinin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini; geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, boşluklu ve boşluksuz hacim, porozite, kütle, 1000 tane ağırlığı, statik sürtünme ve kopma kuvvetini, %17.01 ile % 17.46 nem içeriğinde belirlemişlerdir.

Sağsöz (1999), tarafından bildirildiğine göre; uygulanan kuvvetin etkisiyle malde deformasyon ve akış oluyorsa, bu durumda mekanik özelliklerin 'reolojik

özellikler' olarak adlandırılabilceği, bir cismin yüklenmesi sırasında özellikle zamanın etkisi göz önüne alındığında, reolojik bir materyalin mekanik davranışlarının kuvvet, deformasyon ve zaman parametrelerine bağlı olduğu, ayrıca; kopma noktasının, yüklenmiş numunenin kırıldığı, çatladığı veya bozulduğu noktada olduğu belirtmiştir. Ayrıca; kuvvet deformasyon eğrisinin sürekli azalmaya başlamasıyla anlaşılacağını, bu noktada materyalin yük taşıma kapasitesinin maksimum olduğunu, kopma kuvveti, kopma deformasyonu ve kopma enerjisi bu açıdan önem taşımakta olduğunu, meyve ve sebzelerin bünyesel özelliği olan 'sertlik' terimi yerine, mühendislik yönünden aynı anlamı veren 'elastisite modülü' terimi kullanılabilceğini, diğer bir değişle elastisite modülü meyve ve sebzeler için sertliğin nicel bir ifadesi olduğunu ifade etmiştir.

Mohsenin (1970), çalışmasında kuvvet-deformasyon eğrisinde iki önemli nokta olduğunu belirtmiştir. Biyolojik akma noktası ile biyolojik kopma noktası olduğunu vurguladığı çalışmasında; biyolojik akma noktası eğri üzerinde deformasyonda bir artışın olduğu ya da değişmenin olmadığı nokta olduğunu, bu noktada materyalde hücre içi kopmalar meydana geldiğini ve ürünlerin zedelenmeye karşı duyarlılıklarının belirlenmesinde kullanıldığını bildirmektedir. Çalışmasında; bu noktadan önce hücrenin zarar görmediğini, kopma noktasında ise, yük altındaki materyalin kırıldığını, çatladığını veya bozulmanın olduğunu belirtmiştir. Çalışmaları sonucunda yazar; bu noktadan sonra deformasyonun hızla arttığını ancak kuvvette hızlı bir azalma görüldüğünü belirtmiştir.

Yurtlu ve Erdoğan (2005a), çalışmalarında, bazı hıyar çeşitlerinde depolama süresinin ürünün mekanik özelliklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla bir sıkıştırma test düzeneği geliştirilmiştir. Sıkıştırma testi deney ve ölçüm düzeneği; hareketli platform, tutucu, dinamometre, silindirik batıcı uç, amplifikatör, PC kart, veri toplama ve kaydetme programı ile bilgisayardan oluşmaktadır. Çalışmada deneme materyali olarak 147-F1 ve Rawa-F1 hıyar çeşitleri kullanılmıştır. Denemeye alınan ürünlere, hasat edilen günde (0. gün) ve bu günü izleyen 3., 6., 9. ve 12. günlerde sıkıştırma testi uygulanmıştır. Ürünler % 85-90 nem oranında 10⁰C depo sıcaklığında depolanarak depo sürelerinin biyolojik malzeme özelliklerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Denemeler sonunda biyolojik akma noktasındaki deformasyon, kuvvet, elastiklik modülü, deformasyon enerjisi, deformasyon hacmi ve deformasyon duyarlılığı değerleri belirlenmiştir. Bu özelliklere, çeşit ve depo süresi ile bunların ikili etkileşimlerinin etkisinin ortaya konulabilmesi için istatistiksel analiz yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Deformasyon duyarlılığı

üzerinde çeşit, istatistiksel olarak etkili bulunmazken depo süresi $P < 0.01$ önem seviyesinde etkili olmuştur. Her iki hıyar çeşidi için de depo süresindeki artışla elastiklik modülü artarken deformasyon duyarlılığı azalmıştır.

Vursavuş ve Özgüven (1999), yaptıkları çalışmada, elmanın bazı mekanik özelliklerini belirlemeye çalışmışlardır. Sıkıştırma testi için Instron test cihazı 4300 serisini kullanmışlardır. Testleri 8 mm çaplı uçla 6 mm/dak yükleme hızında gerçekleştirmişlerdir. Sonuçta çeşidin, $P < 0.01$ önem seviyesinde, elastiklik modülü ve deformasyon enerjisi üzerinde etkili, deformasyon hacmi üzerinde ise etkisiz olduğunu belirtmişlerdir. Golden Delicious, Red Delicious, Granny Smith ve Braeburn elma çeşitleri üzerinde yaptıkları deneme sonuçlarına göre Braeburn elma çeşidinin 4.88 N/mm^2 ile en yüksek elastiklik modülü, Granny Smith elma çeşidinin 2.37 N/mm^2 ile en düşük elastiklik modülüne sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Zedelenme ile ilgili olarak yaptıkları çarpma test sonuçlarına göre, zedelenmenin elastiklik modülündeki azalma ile arttığını belirtmişlerdir. Belirledikleri zedelenme direnç katsayısı değerlerine göre, Granny Smith elma çeşidinin Braeburn elma çeşidi ile karşılaştırıldığında zedelenmeye daha duyarlı olduğunu bulmuşlardır.

Aydın ve Ögüt (1992), çalışmalarında; Konya ekolojik şartlarında yetiştirilmiş Golden, Starking ve Amasya elma çeşitlerinin kuvvet-deformasyon eğrilerini çizerek mekanik kuvvetlere karşı gösterdikleri tepkileri belirlemişlerdir. Elde ettikleri kuvvet-zaman grafiklerinden Amasya elma çeşidi için deformasyon hacmi/şekil değiştirme enerjisi değerini 2.88 ml/J olarak bulmuşlardır. Bu değerın bölgelere ve çeşide göre değiştiğini belirtmişlerdir.

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/dak ilerleme hızında silindirik kalıpla gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda Amasya elmasının Poisson oranını 0.39 olarak bulmuştur. Elastiklik modülünün bölgelere göre değiştiğine değinmiş, biyolojik akma noktası için çiçek bölgesinde bu değeri 0.945 N/mm^2 , karın bölgesinde 3.13 N/mm^2 ve sap bölgesinde 0.70 N/mm^2 olarak bulmuştur.

Özden (2002), tarafından bildirildiğine göre; uygulanan kuvvetlerin etkisi altında bulunan materyalin, davranış biçimi 'mekanik özellikler' olarak tanımlanmakta, buna göre statik ya da dinamik yük altında bulunan materyalin; kuvvet-

deformasyon eğrisi, gerilme birim-deformasyon eğrisi ve elastisite modülü mekanik özellikler olduğunu, bükülme noktası, kuvvet-deformasyon eğrisini ikinci türevinin sıfır olduğu noktada, biyolojik materyale ilişkin tipik bir kuvvet deformasyon eğrisi, genellikle, kuvvet eksenine göre önce dış bükey sonra içbükey bir karakter gösterdiğini, biyolojik akma sınırı, kuvvet-deformasyon eğrisi üzerinde, deformasyonda bir artışın, kuvvette ise bir azalışın olduğu ya da kuvvetin değişmediği noktada olduğunu, meyve ve sebzelerin bir kısmı bu noktada bulunmayabileceğini belirtmiştir.

Braga et al. (1999), makadama (*Macadamia ternifolia L*) meyvesinin farklı nem, boyut ve statik yüklenme pozisyonlarındaki mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar denemelerinde, meyve kabuğunun kırılması için gerekli kuvveti, yüklenme pozisyonlarındaki şekil değiştirmeyi, kabuğun kırılması için enerji gereksinimi belirlemişler, bunların birbirleriyle olan etkileşimini ortaya koymuşlardır. Boylamasına olan yüklenmede, makadama meyvesinin kırılması için enerji gereksiniminin en az olduğunu belirtmişlerdir. Zarlı ve kalın eksendeki yüklenmelerde ise boylamasına yüklenmeye göre sırasıyla ortalama olarak % 66 ve %310 daha fazla bir enerji gereksinimi olduğunu saptamışlardır. Meyve kabuğunun kırılması için gerekli kuvvetin, deformasyonun ve enerji gereksiniminin neme ve boyuta bağlı olarak en fazla dikey eksendeki yüklenme pozisyonunda olduğunu belirtmişlerdir.

Menesatti et al (1998), çalışmalarında, mekanik çarpma sonucu oluşan zedelenmenin değerlendirilmesine yönelik bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar standart koşullarda ölçüm yapmak için gerçeğe uygun bir çarpma ekipmanı geliştirmişlerdir. Armut ve kayısıda çarpma zedelenmesi oluşturmak için ürünleri 300-600 mm yükseklikten çelik düz bir plaka üzerine düşürmüşlerdir. Oluşan zedelenmeleri bilgisayarlı görüntü işleme sistemi ile ölçmüşlerdir. İstatistiksel model için çoklu doğrusal analiz yöntemini uygulamışlardır. Bu yöntem, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında ilişki kurmaktadır.

Zedelenme bölgesi denemeye alınan iki meyve çeşidinde de farklı olmuştur. Armut için dış yüzeyde görünür şekilde ve meyve kabuğu altında olan kahverengileşme, kayısı içinse mezokarpın içinde endokarpa yakın yerde olmuştur. Her iki meyve türü için de ticari olarak önemli olan, büyük hacimli zedelenmeler yaklaşık 350-400 mm düşme yüksekliklerinde elde edilmiştir.

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 ya da birden fazla çeşit ile denemeleri yürütmüşlerdir. Yaptıkları denemeler sonunda, şeftalinin mekanik hasat sistemleri için en yüksek potansiyele sahip olduğu yorumunun yapılabileceğini belirtmişlerdir. Denemeye aldıkları ürünler arasında mekanik hasada en az yatkın ürünün elma olduğuna değinmişlerdir. Ayrıca meyvenin mekanik özellikleri üzerinde, olgunluk derecesinin önemli bir etkisinin olduğu sonucuna varmışlardır.

Khazaei et al. (2001), araştırmalarında, farklı boyutlardaki sert kabuklu badem çeşitleri için yükleme hızı ve yüklenme yönüne bağlı kırılma karakteristiklerini belirlemişlerdir. Bu karakteristiklerden bademin kırılma kuvveti, absorbe ettiği enerji ve gerekli güç miktarları üzerinde durmuşlardır. Çalışmada, yüklenme yönü olarak bademin ön ve yan tarafları, boyut olarak küçük, orta ve büyük boyutlardaki bademlerden yararlanmışlardır. Yükleme hızı olarak 5 mm/min, 100 mm/min, 200 mm/min ve 500 mm/min'lik hızlar uygulamışlardır. Badem boyutlarının, gerekli kırılma kuvvetleri üzerindeki etkisini de ele almışlardır. Buna göre, küçük ve orta boyutlar için gerekli kırılma kuvvetleri arasındaki farkın göz ardı edilebileceği sonucuna varmışlardır ($p=0,01$).

Toprak (1985), tarafından bildirildiğine göre; çeşitli tarımsal materyallerin, hasadı, harmanı, iletilmesi, temizlenmesi, sınıflandırılmasında kullanılan makinelerin dizaynında materyale ait mekanik özelliklerin bilinmesinin yanı sıra sürtünme dirençlerinin bilinmesi de önemlidir. Ürünlerde çeşitli zorlamalar sonucu bazı aşınmalar ortaya çıkabilmektedir. Genel olarak bu tip zorlamalar ürün kabuğunda

sıyrılmalara neden olabilmektedir. Ayrıca araştırmacı; çalışmasında, bu tip aşınmaların hangi kuvvette meydana geldiğinin bilinmesinin gerek ürün, gerekse makine dizaynı yönünden büyük önem taşımakta olduğunu belirtmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma; toplam 18 da'lık bir alana kurulmuş ve içerisinde papaz eriği bulunan Aydın ili Umurlu ilçesindeki üretici bahçesinde yürütülmüştür. Bu bahçede sıra üzeri mesafe 5 m ve sıra arası mesafe ise 4 m olarak tesis edilmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Belirlenen ağaçlardan üç farklı hasat döneminde toplanan eriklerin hasarlı ve zarar görmüş olanları ayrılmış ve yabancı maddelerden elle temizlenmiştir.



Şekil 3.1. Erik bahçesinin kış dönemindeki genel görünümü



Şekil 3.2. Kış döneminde işaretlenmiş olan erik ağaçları

Erik meyvelerinin uzunluk (L) (mm), genişlik (W) (mm), kalınlık (T) (mm) ve geometrik ortalama çap (D_g) (mm) değerlerinin belirlenmesine yönelik ölçümler, hasat edilen ürünler içerisinde yeter miktarda (100 adet) tesadüfen seçilerek meyvelerin 0.01 mm hassasiyetli 0-150 mm arasında ölçüm yapabilen dijital kumpas kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Eriklerin tartımında 0.001 gram hassasiyetli Denver Instrument marka MXX-123 modelli elektronik terazi kullanılmıştır. Boşluklu hacim ağırlığı ölçümlerinde; 2000 ml'lik 20 ml hassasiyetli ölçü silindiri, boşluksuz hacim ağırlığı ölçümlerinde; hassasiyetli elektronik terazi, ölçü silindiri ve saf su kullanılmıştır.

Kesilme, delinme ve ezilme dirençlerinin ölçümlerinde; Force Gauge-5005 Model Lutron Marka dinamometre (Şekil 3.3) ve dinamometrenin bağlandığı hidrolik silindir, dinamometre ile uyumlu FS-1001 stant, Intel Pentium 4 CPU 1,5 GHz 256 MB RAM bilgisayar, Data Acquisition Software Multi Channels Model No: SWU801-WIN bilgisayar yazılımı, RS-232 bilgisayar bağlantı kablosu kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Lutron F-G 5005 dinamometre,

Denemelerde eriklerin nem değerlerinin belirlenmesi amacıyla; Beschickung-loadin 100-800 Model Memmert Marka etüv, 0.001 gram hassasiyetli Denver Instrument marka MXX-123 model elektronik terazi ve cam kuruma kapları kullanılmıştır.

Meyvenin daldan kopma kuvvetini bulmak için 10 kg ölçüm kapasitesine sahip ve 50 kg hassasiyetle ölçüm yapabilen el dinamometresi kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Meyve Uzunluğu, Genişliği Ve Kalınlığının Belirlenmesi

Denemeye alınan erik örneklerinde zedelenme, çürüklük gibi fiziksel kusurlar olmamasına dikkat edilmiş ve üç farklı hasat döneminde 100'er adet erik ile, eriklerin uzunluk, genişlik ve kalınlığı dijital kumpas ile ölçülmüştür (Şekil 3.4). Erik meyvelerine ilişkin geometrik ortalama çap değerleri (D_g) (mm) 1 nolu eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Mohsenin, 1970);

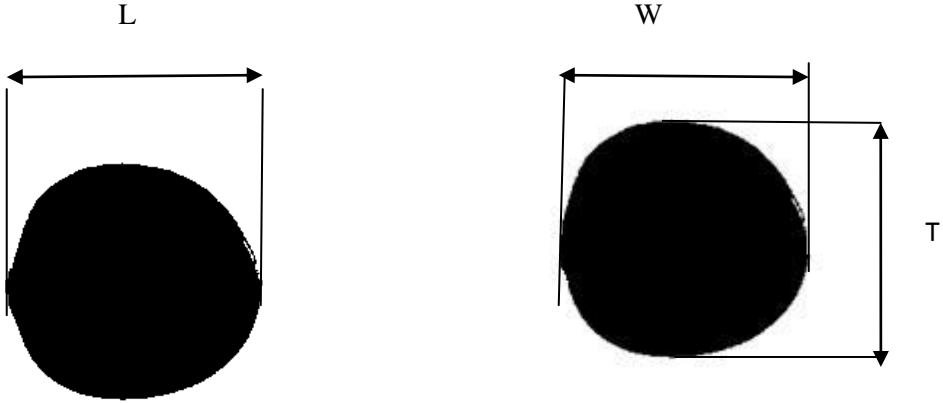
$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (1)$$

D_g : Geometrik ortalama çap (mm),

T: Kalınlık (mm),

W: Genişlik (mm),

L: Uzunluk (mm)'tur.



Şekil 3.4. Erik meyvesinde uzunluk genişlik ve kalınlığı

3.2.2. Nem İçeriğinin Belirlenmesi

Erik meyvelerinin hasattan hemen sonra başlangıç nemlerinin belirlenmesi; 24 saat süreyle $105 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de etüvde kurutularak gerçekleştirilmiştir (Suthar and Das 1996, Özarlan, 2002). Nemi kaçırılan eriklerin ağırlık ölçümleri yapılmıştır. 2 no'lu eşitlik yardımıyla nem değeri hesaplanmıştır (Çetin, 2006).

(2)

Buradan;

M_c : Nem içeriği (%)

w_0 : Etüve girmeden ilk ağırlık (g)

w : Etüvden çıktıktan sonraki ağırlık (g)

3.2.3. Şekil İndeksinin Belirlenmesi

Bir meyvenin şekil özelliklerine bağlı olarak yapılabilen ortak tanımları (yuvarlaklık, basık, eşitsiz, küt uç, uzun, konik, eğik, dalgalı, yumurtamsı vb) ortaya koymak için 3'nolu eşitlik yardımıyla şekil indeksi değeri hesaplanmıştır (Alayunt, 2000).

$$\frac{L}{W} = \frac{L}{W} \quad (3)$$

Şekil indeksi 1.25'den büyük olanlar oval, şekil indeksi 1.25'den küçük olanlar yuvarlak olarak değerlendirilmiştir (Beyhan, 2005).

3.2.4. Küreselliğin Belirlenmesi

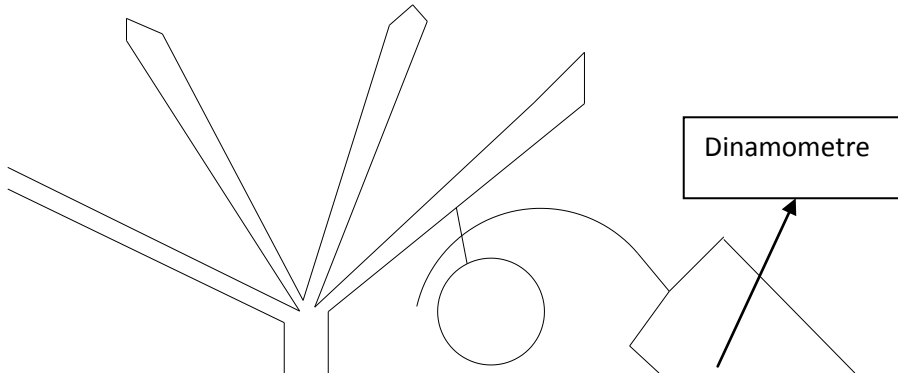
Erik meyvelerine ilişkin küresellik (k) değeri, çapların geometrik ortalaması ve en büyük çap ölçülerinden yararlanılarak, 4 nolu eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Alayunt, 2000);

$$k = (LWT)^{1/3} / L \quad (4)$$

k: Küresellik

3.2.5. Meyve Kopma Kuvvetinin Belirlenmesi

Daldan kopma anında dinamometrede okunan değer belirlenmiştir. Hasat zamanına bağlı olarak her ağaçtan doğu, batı, güney, kuzey 4 yönlü olmak üzere meyve kopma kuvvetleri ölçülmüştür. Her yön için 100'er adet örnek çekmeye maruz bırakılarak daldan kopması sağlanmıştır (Şekil 3.5). Kopan meyveler yönlerine göre numaralandırılarak etiketlenmiştir Daldan koparılan her eriğin kütlesi (m), meyve kopma kuvvetine değerine (R) oranlanarak m/R oranları hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Erik meyvesinde meyve kopma kuvveti

3.2.6. Boşluklu Hacim Ağırlığının Belirlenmesi

Standart tartım yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntem; 2000 ml'lik kap içerisine 1000 mm sabit yükseklik değerinde doldurulacak meyvelerin tartımı ile gerçekleştirilmiştir (Suthar and Das,1996, Özarslan, 2002).

3.2.7. Boşluksuz Hacim Ağırlığının Belirlenmesi

Saf su konulan ölçü silindirine 100 mm'den erikler bırakılır ve ölçü silindirinde değişen su miktarı bize eriklerin boşluksuz hacim ağırlığını verir. Erik meyvelerinin mm^3 olarak hacmi (V) aşağıdaki 5 nolu eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Özarslan, 2002).

$$V = (m / \rho_t)10^6 \quad (5)$$

m : kütle (g)

ρ_t : Boşluksuz hacim (kg m^{-3});

3.2.8. Kütleinin Belirlenmesi

Üç farklı hasat döneminde 400'er adet eriğin kütlesi elektronik terazi ile ölçülüp belirlenmiştir.

3.2.9. Porozitenin Belirlenmesi

Porozite; malzemenin boşluklu hacminin toplam hacmine oranı olarak ifade edilir Erik meyvelerine ilişkin porozite (P_f) değerlerinin (%) olarak belirlenmesinde aşağıdaki 6 nolu eşitlikten faydalanılmıştır (Mohsenin 1970, Özarslan 2002);

$$P_f = (1 - \rho_b / \rho_t)100 \quad (6)$$

Buradan;

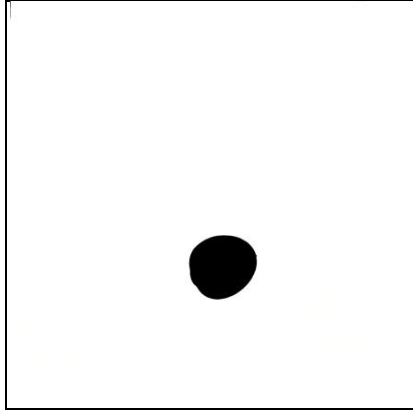
ρ_b : Boşluklu hacim (kg m^{-3})

3.2.10. Projeksiyon Alanının Belirlenmesi

Erik meyvelerinin projeksiyon alanlarının (A_p) (mm^2) belirlenmesi; eriğin 100 cm^2 de kapladığı alan bilgisayara bağlanmış tarayıcıdan oluşan bir düzenek ve özel bir yazılım programı ile gerçekleştirilmiştir (Özarslan, 2002)(Şekil 3.6.a, Şekil 3.6.b).



(a)



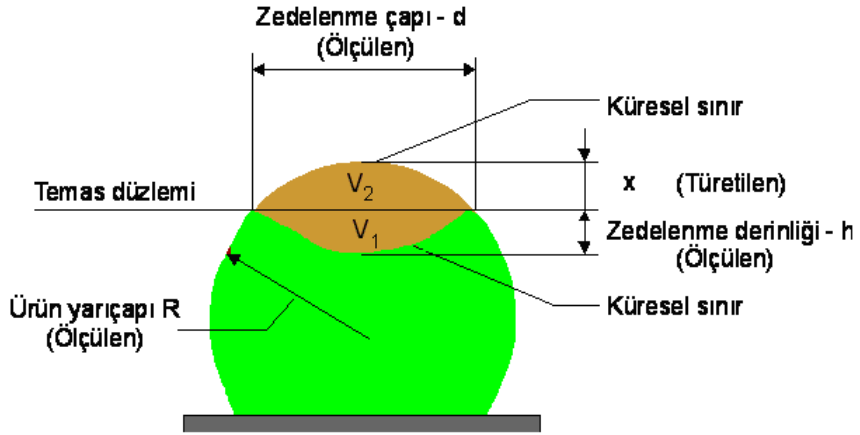
(b)

Şekil 3.6. a) Erik meyvesinin fotoğrafı b) Erik meyvesinin özel bir yazılımdaki görüntüsü

3.2.11. Çarpma Testi

Erik meyvelerinin farklı düşme yüksekliklerinden (0.5 m- 1.5m -2.5m) farklı yüzeyler (kauçuk, tahta ve galvanizli çelik) üzerindeki zedelenme durumlarını ortaya koymak amacıyla bir düşme standı oluşturulmuş ve sabit hızla farklı zeminler üzerine serbest düşme ile bırakılmıştır. Düşme yüksekliklerine göre oluşan izlerin ayırt edilecek duruma gelmesi için ürünler çarpma bölgesindeki renk koyulaşmasının ortaya çıkması amacıyla ölçüm yapılmadan önce 24 saat süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir (Yurtlu, 2003).

Zedelenme hacminin belirlenmesinde Yurtlu (2003), tarafından geliştirilen idealize edilmiş zedelenme şekli üzerinde gösterilen tanımlamalar (Şekil 3. 7). ve aşağıdaki 7 nolu eşitlik kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Zedelenme hacminin belirlenmesinde kullanılan idealize edilmiş zedelenme şekli üzerinde gösterilen tanımlamalar (Yurtlu, 2003)

$$V_z = V_1 + V_2 \quad (7)$$

Burada;

V_z : Zedelenme hacmi (mm^3),

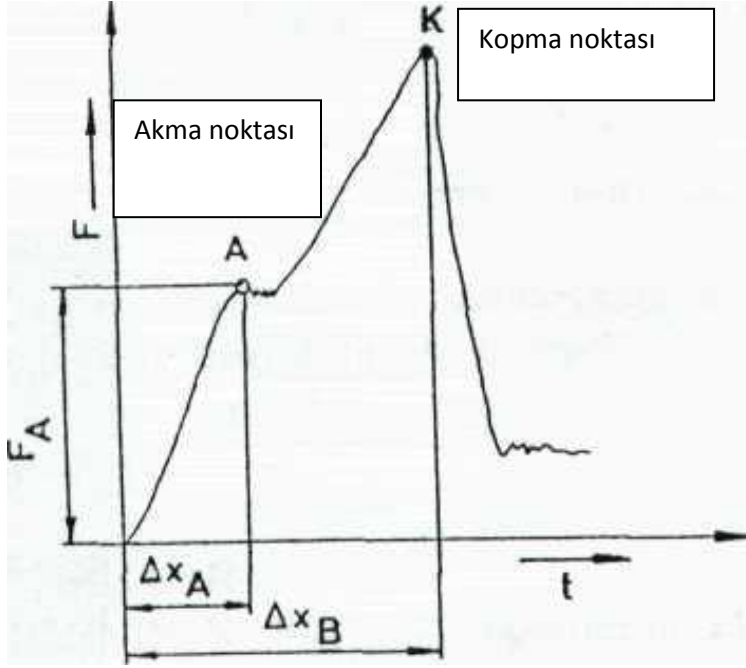
V_1 : Temas düzlemi altındaki zedelenme hacmi (mm^3),

V_2 : Temas düzlemi üzerindeki zedelenme hacmi (mm^3)'dir.

3.2.12. Kesme Delinme Sıkıştırma

Denemelerde delinme, kesilme ve sıkıştırma kuvvetlerinin belirlenmesi amacıyla; dinamometreye düşey yönlü hareket verilmekte ve bağlanan uca göre delinme, kesilme veya sıkıştırılma kuvveti ölçülmektedir. Bilgisayara bağlantı kablosu ile bağlı olan dinamometrede, Data Acquisition Software Multi Channels Model No: SWU801-WIN bilgisayar programında veriler işlenmekte kuvvet grafiği gözlene-

bilmektedir. Dinamometreden aktarılan kuvvet verileri bilgisayarda depolanabilmekte ve MS Excel programında görülebilmektedir. Veri kaydı 2 dakika aralıkla yapılmaktadır.



Şekil 3.8. Biyolojik akma noktası ve kopma noktası

Şekil 3,8'deki eğri yardımıyla biyolojik akma noktasındaki deformasyon, deformasyon enerjisi "EA" ve deformasyon hacmi, eşitlik 8, 9 ve 10 yardımıyla hesaplanmıştır (Mohsenin, 1970; Stkei, 1986; Vursavuş ve Özgüven 1999).

X (8)

ΔX : Deformasyon (mm),

v: İlerleme hızı (2 mm/dak),

t: Grafikten okunan zaman değeri (dak).

—

(9)

E_A : Biyolojik akma noktasındaki deformasyon enerjisi (Nmm)

ΔX_A : Biyolojik akma noktasındaki deformasyon miktarı (mm)

F_A : Biyolojik akma noktasındaki deformasyon kuvveti (N)

—

(10)

V_A : Biyolojik akma noktasındaki zedelenme hacmi (mm^3)

d : Batıcı silindirik ucun çapı (mm)'dir.

Yöntemdeki bu istatistiksel analizlerin özelliklerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasında SPSS istatistik paket programı kullanılmıştır

4. BULGULAR

Denemeler sonucunda elde edilen verilerden yararlanılarak erik meyvesinin farklı hasat dönemlerindeki nem içeriği (M_c), uzunluk (L), genişlik (W), kalınlık (T), geometrik ortalama çap değerleri (D_g), küresellik (k), şekil indeksi, boşluklu hacim ağırlığı (ρ_b), boşluksuz hacim ağırlığı (ρ_t), kütle (m), porozite (P_f), projeksiyon alanı (A_p) varyans analizi ve Duncan testi ile incelenmiştir. Daldan kopma kuvveti, sıkıştırma yükü altındaki davranışı ve farklı düşme yüksekliklerden farklı yüzeyler üzerindeki zedelenme duyarlılığına olan etkilerini belirlemek için varyans analizi ve Duncan testi yapılmıştır. Ayrıca boyutsal özellikler ve daldan kopma kuvvetlerin farklı yöndeki etkilerini belirlemek amacıyla ağaç yönleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular grafik ve çizelgelerle aşağıdaki bölümlerde verilmiş ve değerlendirilmiştir.

4.1. Nem İçeriğine İlişkin Bulgular

Denemeye alınan üç farklı hasat dönemindeki erik meyvesinin nem içeriği (M_c) değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde kaynaklandığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.1). Yapılan varyans analizi eriklerin hasat dönemindeki nem içeriği arasındaki farkların önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.1. Nem içeriğine ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Nem içeriği	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	40	%20,86 ^a	0,98	0,201
1 Mayıs 2010	40	%18,22 ^b	1,78	0,200
15 Mayıs 2010	40	%15,22 ^c	2,73	0,200

4.2. Meyve Uzunluğuna İlişkin Bulgular

Üç farklı hasat dönemindeki erik meyvesinin uzunluk (L) değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde kaynaklandığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.2). Yapılan varyans analizi ile eriklerin hasat dönemindeki uzunlukları arasındaki farkların ve erik hasat dönemindeki ağaç yönlerinin istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.2. Meyve uzunluğuna ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Meyve uzunluğu	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	100	22,920 ^a mm	0,98	0,201
1 Mayıs 2010	100	28,086 ^b mm	1,78	0,200
15 Mayıs 2010	100	30,915 ^c mm	2,73	0,200

Eriklerin uzunluklarına ilişkin yapılan Duncan testi ise hasat dönemleri arasındaki farkın önemli fakat ağaç yönlerinin uzunluk üzerindeki farkın önemsiz olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Meyve uzunluğunun ağaç yönleri ile ilişkisi

Ağaç yönü	N	Meyve uzunluğu	Standart Hata
Kuzey	83	27,325 ^a mm	0,219
Güney	78	27,316 ^a mm	0,225
Batı	75	27,205 ^a mm	0,231
Doğu	64	27,381 ^a mm	0,249

4.3. Meyve Genişliğine İlişkin Bulgular

Üç farklı hasat dönemindeki eriklerin genişlik (W) değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucun da elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.4). Yapılan varyans analizi eriklerin genişlikleri hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.4.Meyve genişliğe ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Meyve genişliği	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	100	20,845 ^a mm	1,37	0,187
1 Mayıs 2010	100	26,624 ^b mm	1,53	0,187
15 Mayıs 2010	100	28,886 ^c mm	2,44	0,187

Eriklerin genişliklerine ilişkin yapılan Duncan testi ise; erik ağaçlarının batı ve güney yönündeki erikler arasındaki fark önemsiz fakat diğer yönlerin arasındaki farkın önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Meyve genişliğinin ağaç yönleri ile ilişkisi

Ağaç yönü	N	Meyve genişliği	Standart Hata
Kuzey	83	25,565 ^b mm	0,204
Güney	78	25,526 ^{ab} mm	0,211
Batı	75	25,275 ^{ab} mm	0,215
Doğu	64	25,420 ^a mm	0,233

4.4. Meyve Kalınlığına İlişkin Bulgular

Meyve kalınlığına ilişkin bulguların elde edilmesi için, üç farklı hasat dönemindeki eriklerin kalınlık (T) değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.6). Yapılan varyans analizi eriklerin kalınlığının (T), hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.6. Meyve kalınlığa ilişkin bulgular

Hasat dđnemi	N	Meyve kalınlığı	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	100	20,283 ^a mm	1,25	0,179
1 Mayıs 2010	100	25,681 ^b mm	1,67	0,179
15 Mayıs2010	100	27,547 ^c mm	2,25	0,179

Eriklerin kalınlığına (T), ilişkin yapılan Duncan testi ise; erik ağağlarının, ağağ yđnleri arasındaki farkın ۆnemsiz olduğunu gđstermiřtir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Meyve kalınlığının ağağ yđnleri ile ilişkisi

Ağağ yđnđ	N	Meyve kalınlığı	Standart Hata
Kuzey	83	24,644 ^a mm	0,196
Güney	78	24,484 ^a mm	0,202
Batı	75	24,346 ^a mm	0,206
Doğu	64	24,540 ^a mm	0,223

4.5. Geometrik Ortalama Çapına İlişkin Bulgular

Eriklerin, üç farklı hasat dönemindeki geometrik ortalama çap değerleri (D_g) arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.8). Yapılan varyans analizi eriklerin geometrik ortalama çap değerleri (D_g) hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.8. Geometrik ortalama çapa ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Geometrik ortalama çap	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	100	21,306 ^a mm	1,098	0,644
1 Mayıs 2010	100	26,769 ^b mm	1,580	0,642
15 Mayıs 2010	100	30,185 ^c mm	1,850	0,643

Eriklerin geometrik ortalama çap değerlerine (D_g) ilişkin yapılan Duncan testi ise; erik ağaçlarının ağaç yönleri arasındaki farkın önemsiz olduğunu göstermiştir (Çizelge4.9)

Çizelge 4.9. Geometrik ortalama çapın ağaç yönleri ile ilişkisi

Ağaç yönü	N	Geometrik ortalama çap	Standart Hata
Kuzey	83	25,814 ^a mm	0,703
Güney	78	25,743 ^a mm	0,724
Batı	75	27,044 ^a mm	0,740
Doğu	64	25,745 ^a mm	0,800

4.6. Küreselliğe İlişkin Bulgular

Denemeye tabi tutulan eriklerin üç farklı hasat dönemindeki küresellik (k) değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.10). Yapılan varyans analizi eriklerin küresellik (k) hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz seviyede olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$).

Çizelge 4.10. Küreselliğe ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Küresellik	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	100	0,930 ^a	0,032	0,20
1 Mayıs 2010	100	0,954 ^a	0,020	0,20
15 Mayıs 2010	100	0,977 ^a	0,339	0,20

Eriklerin küresellik (k) ilişkin yapılan Duncan testi ise; erik ağaçlarının ağaç yönleri arasındaki farkın önemsiz olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.11)

Çizelge 4.11. Küreselliğin ağaç yönleri ile ilişkisi

Ağaç yönü	N	Küresellik	Standart Hata
Kuzey	83	0,945 ^a	0,022
Güney	78	0,942 ^a	0,022
Batı	75	0,987 ^a	0,023
Doğu	64	0,940 ^a	0,25

4.7. Şekil İndeksine İlişkin Bulgular

Denemeye alınan eriklerin üç farklı hasat dönemindeki şekil indeksi, değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.12) Yapılan varyans analizi eriklerin şekil indeksi, hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$).

Eriklerin şekil indeksi, ilişkin yapılan Duncan testi ise; erik ağaçlarının hasat dönemleri arasındaki farkın önemsiz olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.12. Şekil indeksine ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Şekil indeksi	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	100	1,11 ^a	0,348	0,375
1 Mayıs 2010	100	1,07 ^a	0,356	0,375
15 Mayıs 2010	100	1,09 ^a	0,257	0,375

4.8. Meyve Kütlesine İlişkin Bulgular

Meyve kütlesine ilişkin bulguların elde edilmesi amacıyla; üç farklı hasat dönemindeki eriklerin kütle (m) değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.13). Yapılan varyans analizi eriklerin kütle (m) hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$).

Eriklerin kütle (m) ilişkin yapılan Duncan testi ise; erik ağaçlarının hasat dönemleri arasındaki farkın önemsiz olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.13. Meyve kütlesine ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Meyve kütlesi	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	400	5,491 ^a g	0,88	0,129
1 Mayıs 2010	400	11,123 ^b g	2,25	0,129
15 Mayıs 2010	400	20,028 ^c g	3,80	0,129

4.9. Boşluklu Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular

Üç farklı hasat dönemindeki eriklerin boşluklu hacim ağırlığı (ρ_b), değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.14). Yapılan varyans analizi eriklerin boşluklu hacim ağırlığı (ρ_b), hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p<0.01$).

Eriklerin boşluklu hacim ağırlığı (ρ_b), ilişkin yapılan Duncan testi ise; erik ağaçlarının hasat dönemlerinin arasındaki farkın önemli olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.14. Boşluk hacim ağırlığına ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Boşluk hacim ağırlığı	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	100	359,30 ^a kg/m ³	7,282	10,353
1 Mayıs 2010	100	325,68 ^b kg/m ³	24,883	10,353
15 Mayıs 2010	100	278,88 ^c kg/m ³	24,780	10,353

4.10. Boşluksuz Hacim Ağırlığına İlişkin Bulgular

Denemeye tabi tutulan eriklerin üç farklı hasat dönemindeki, boşluksuz hacim ağırlığı (ρ_t) değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.15). Yapılan varyans analizi eriklerin gerçek hacim ağırlığı (ρ_t), hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p<0.01$).

Eriklerin boşluksuz hacim ağırlığı (ρ_t), ilişkin yapılan Duncan testi ise; erik ağaçlarının hasat dönemlerinde ikinci ve üçüncü hasat dönemindeki farkın önemsiz olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.15. Boşluksuz hacim ağırlığına ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Boşluksuz hacim ağırlığı	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	39	5,369 ^a kg/m ³	0,95	0,306
1 Mayıs 2010	40	7,966 ^b kg/m ³	1,833	0,291
15 Mayıs 2010	40	8,367 ^b kg/m ³	2,200	0,283

4.11. Poroziteye İlişkin Bulgular

Denemeye alınan eriklerin, üç farklı hasat dönemindeki porozite (P_f) değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucunda elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.16). Yapılan varyans analizi eriklerin porozite (P_f) değerlerinin hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$).

Eriklerin porozite (P_f) değerlerine ilişkin yapılan duncan testi ise; erik ağaçlarının hasat dönemlerinde ikinci ve üçüncü hasat dönemindeki farkın önemsiz olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.16. Poroziteye ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Porozite	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	40	6592,2 ^b %	0,98	0,201
1 Mayıs 2010	40	3792,4 ^a %	1,78	0,200
15 Mayıs 2010	40	3400,8 ^a %	2,73	0,200

4.12. Projeksiyon Alanına İlişkin Bulgular

Projeksiyon alanına ilişkin bulguları elde etmek amacıyla, eriklerin üç farklı hasat dönemindeki projeksiyon alanı (A_p) değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucun da elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.17). Yapılan varyans analizi eriklerin projeksiyon alanı (A_p) hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p<0.01$).

Eriklerin projeksiyon alanı (A_p) ilişkin yapılan duncan testi ise; erik ağaçlarının hasat dönemlerinde birinci ve ikinci hasat dönemindeki farkın önemsiz olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.17. Projeksiyon alanına ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Projeksiyon alanı	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	37	2,350 ^a mm ²	0,303	0,066
1 Mayıs 2010	37	2,333 ^a mm ²	0,416	0,067
15 Mayıs 2010	37	2,550 ^b mm ²	0,427	0,066

4.13. Daldan Kopma Kuvvetine İlişkin Bulgular

Üç farklı hasat dönemindeki eriklerin daldan kopma kuvveti değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucunda belirlenmiş ve varyans analiz sonucun da elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.18). Yapılan varyans analizi eriklerin daldan kopma kuvveti hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.18. Daldan kopma kuvvetine ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Daldan kopma kuvveti	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	400	74,408 ^a	31,875	1,309
1 Mayıs 2010	400	50,385 ^b	23,040	1,309
15 Mayıs 2010	400	34,170 ^c	22,762	1,309

Eriklerin daldan kopma kuvveti ilişkin yapılan Duncan testi ise; erik ağaçlarının erik ağaçlarının doğu ve güney yönündeki erikler arasındaki fark önemsiz fakat diğer yönlerin arasındaki farkın önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Daldan kopma kuvvetinin ağaç yönleri ile ilişkisi

Ağaç yönü	N	Daldan kopma kuvveti	Standart Hata
Kuzey	300	50,397 ^a	1,512
Güney	300	52,653 ^{ab}	1,512
Batı	300	55,093 ^b	1,512
Doğu	300	53,807 ^{ab}	1,512

4.14. Çarpma Kuvvetlerine İlişkin Bulgular

Denemeye alınan üç farklı hasat dönemindeki eriklerin üç farklı yükseklikten üç farklı zemindeki zedelenme değerleri arasındaki farklılıkların önemli olup olmadığı yapılan varyans analizi sonucu da belirlenmiş ve varyans analiz sonucu da elde edilen farklılığın hangi hasat döneminde hangi zemin de ve yükseklikte ortaya çıktığı Duncan testi yapılarak ortaya konulmuştur (Çizelge 4.20, Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22). Yapılan varyans analizi zedelenmenin hasat dönemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu göstermiştir ($p < 0.01$).

Eriklerin zedelenme direnci ilişkin yapılan Duncan testi ise; eriklerin galvaniz zemindeki zedelenmeleri tahta ile kauçuk zeminlerdeki zedelenmeleri arasındaki farkın önemli ve erik ağaçlarının düşme yükseklikleri arasındaki farkın önemli olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.20. Çarpma kuvvetine ilişkin bulgular

Hasat dönemi	N	Çarpma kuvveti	Standart Sapma	Standart Hata
15 Nisan 2010	270	0,346 ^a mm ³	0,405	0,018
1 Mayıs 2010	270	0,648 ^b mm ³	0,512	0,018
15 Mayıs 2010	270	0,446 ^c mm ³	0,476	0,018

Çizelge 4.21. Çarpma kuvvetindeki zeminlere ilişkin bulgular

Zeminler	N	Çarpma kuvveti	Standart Hata
Kauçuk	270	0,347 ^a mm ³	0,018
Galvanizli demir	270	0,636 ^b mm ³	0,018
Tahta	270	0,491 ^c mm ³	0,018

Çizelge 4.22. Çarpma kuvvetindeki yükseklik ilişkin bulgular

Yükseklik	N	Çarpma kuvveti	Standart Hata
0.5m	270	0,186 ^a mm ³	0,018
1.5m	270	0,452 ^b mm ³	0,018
2.5m	270	0,836 ^c mm ³	0,018

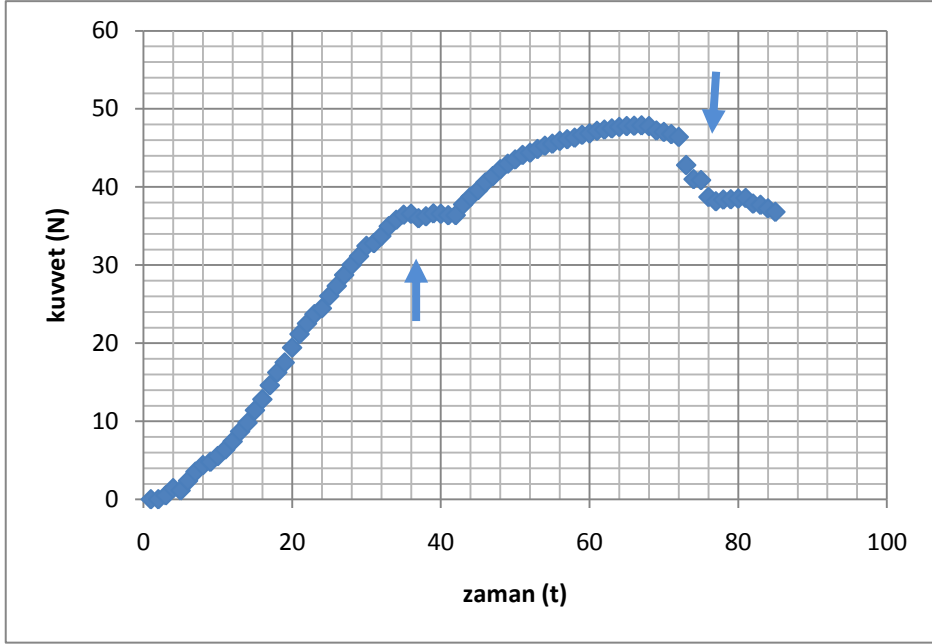
4.15. Delinme Kuvvetine İlişkin Bulgular

Delinme kuvvetlerine ilişkin eşitlik 8, 9 ve 10 kullanılarak biyolojik akma noktasındaki deformasyon (ΔX), deformasyon enerjisi (E_A) ve zedelenme hacimleri (V_A) hesaplanarak ortalama değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

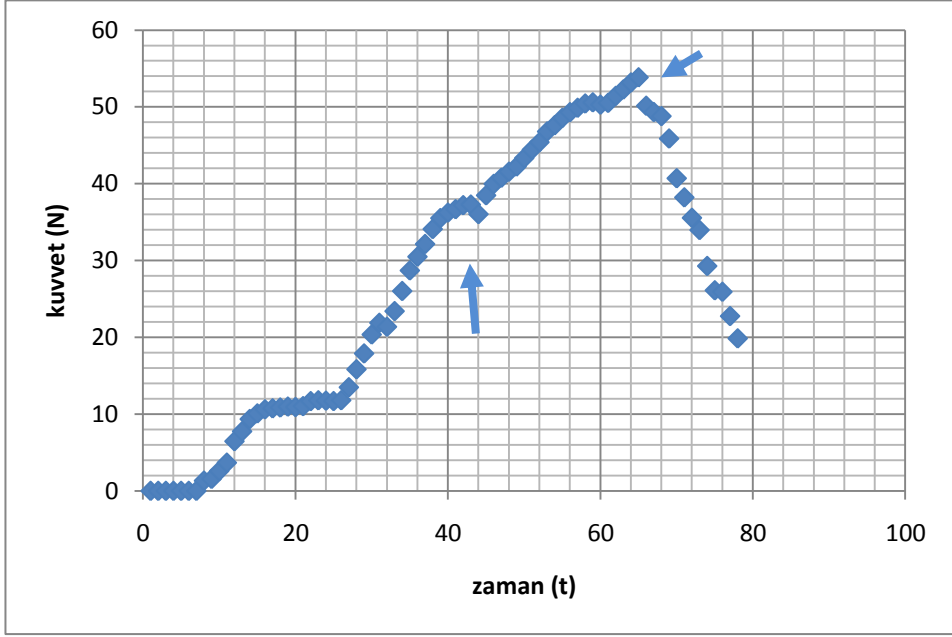
Çizelge 4.23. Eriklerin hasat dönemlerinde delinme kuvvetlerinin biyolojik akma noktasındaki deformasyon, deformasyon enerjisi ve zedelenme hacmi

	Hasat dönemleri		
	15 Nisan 2010	1 Mayıs 2010	15 Mayıs 2010
ΔX	1.188	1,452	1.782
E_A	21.978	26,157	27.763
V_A	3.730	4.559	5.595

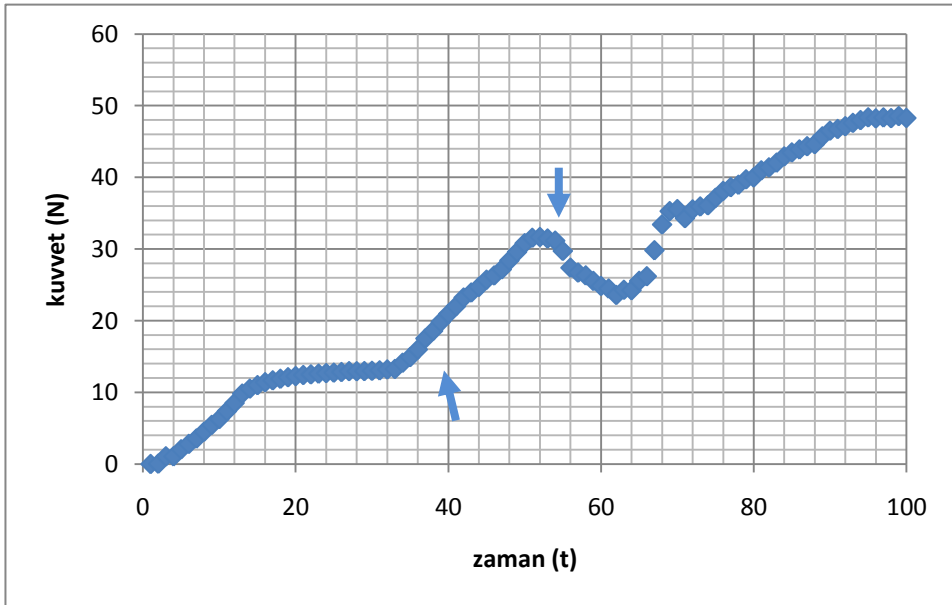
Eriklerin biyolojik akma kuvvetleri; birinci hasatta (15 Nisan 2010) 37 N (Şekil 4.1), ikinci hasatta (1 Mayıs 2010) 36 N (Şekil 4.2); üçüncü hasat (15 Mayıs 2010) 31N (Şekil 4.3) olarak elde edilmiştir. Şekil 4.4 'de üç hasat dönemindeki delinme kuvvetinde ki biyolojik akma ve kopma noktaları belirlenmiştir.



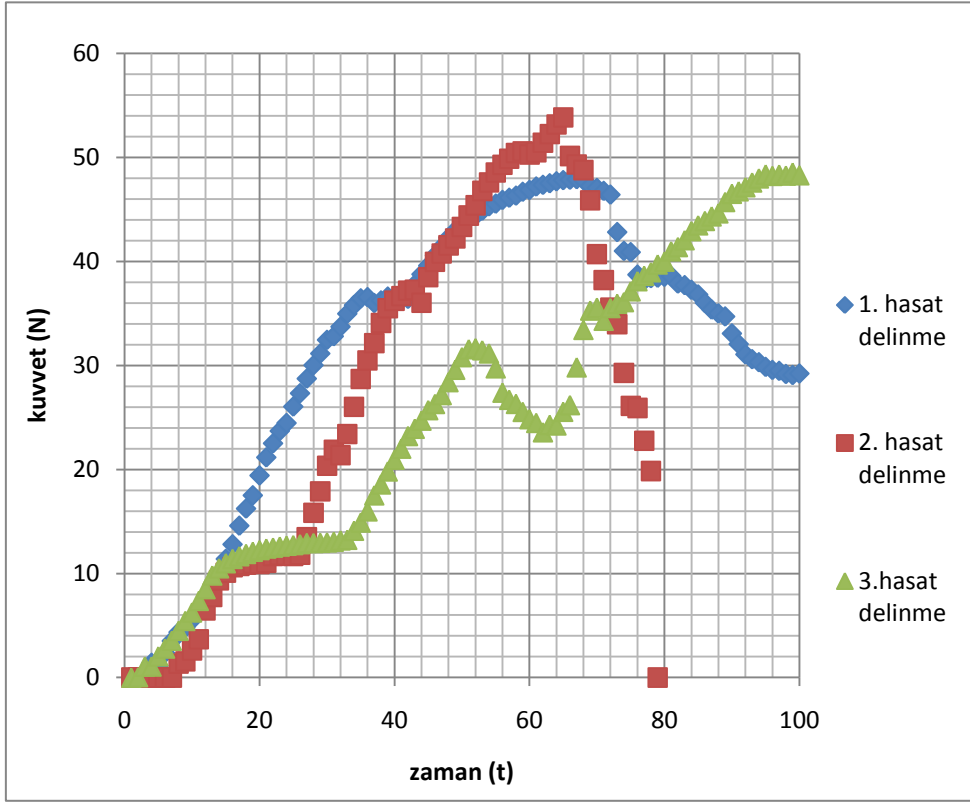
Şekil 4.1. Birinci hasat dönemi delinme kuvvetine ilişkin bulgular



Şekil 4.2. İkinci hasat dönemi delinme kuvvetine ilişkin bulgular



Şekil 4.3. Üçüncü hasat dönemi delinme kuvvetine ilişkin bulgular



Şekil 4.4. Delinme kuvvetine ilişkin bulgular

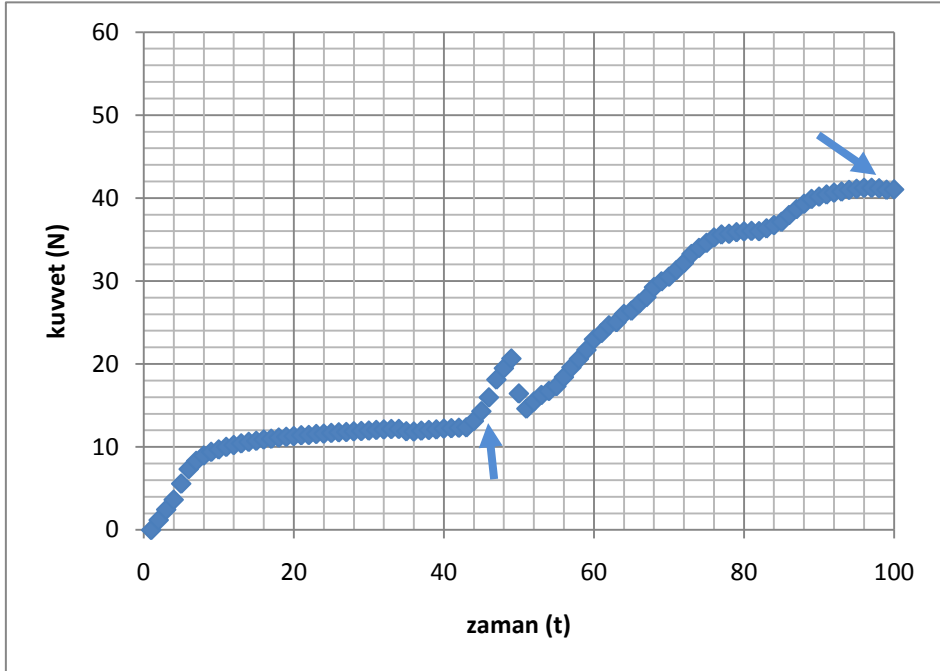
4.16. Kesilme Kuvvetlerine İlişkin Bulgular

Eriklerin farklı hasat dönemlerinde kesilme kuvvetlerinin biyolojik akma noktasındaki deformasyon (ΔX), deformasyon enerjisi (E_A) ve zedelenme hacmi (V_A) ortalama değerleri elde edilmiştir(Çizelge 4.24).

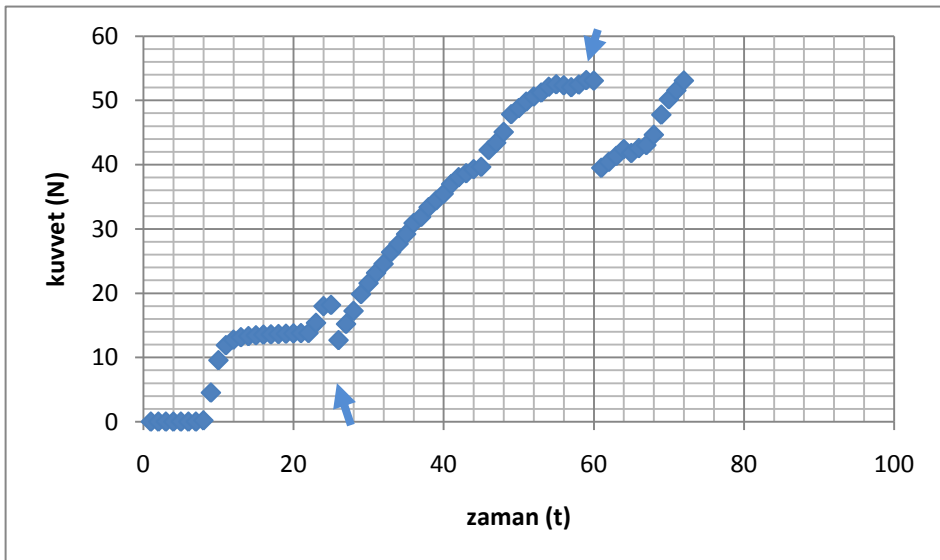
Çizelge 4.24. Eriklerin hasat dönemlerinde kesilme kuvvetlerinin biyolojik akma noktasındaki deformasyon, deformasyon enerjisi ve zedelenme hacmi

	Hasat dönemleri		
	15 Nisan 2010	1 Mayıs 2010	15 Mayıs 2010
ΔX	1.617	0.726	0.957
E_a	33.391	12.305	18.269
V_a	5.077	2.279	3.004

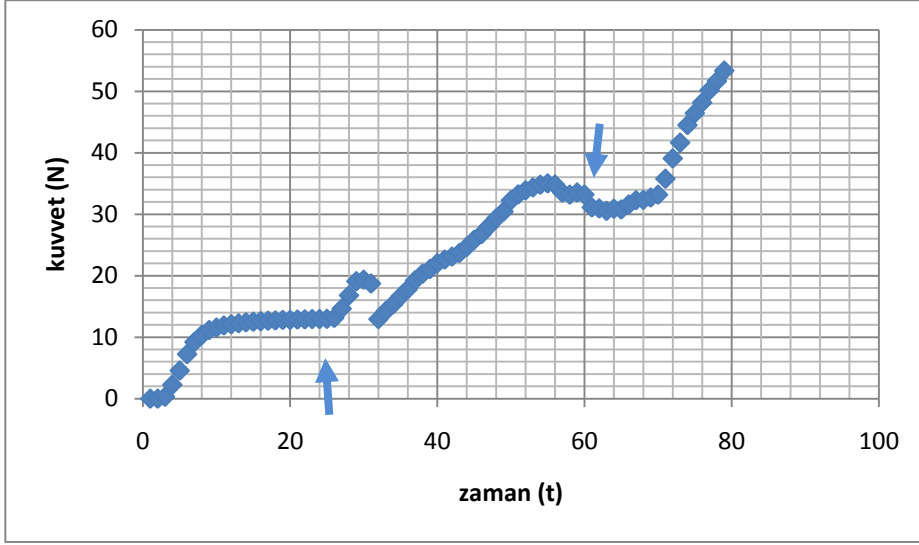
Birinci hasatta (15 Nisan 2010) akma kuvveti 21 N (Şekil 4.5), ikinci hasatta (1 Mayıs 2010) akma kuvveti 17 N (Şekil 4.6) ve üçüncü hasatta ki(15 Mayıs 2010) akma kuvveti 19 N (Şekil 4.7) olarak elde edilmiştir. Denemeye alınan eriklerin üç farklı hasat dönemindeki kesilme kuvvetlerine ilişkin kopma noktaları ve biyolojik akma noktaları Şekil 4.8' de belirlenmiştir



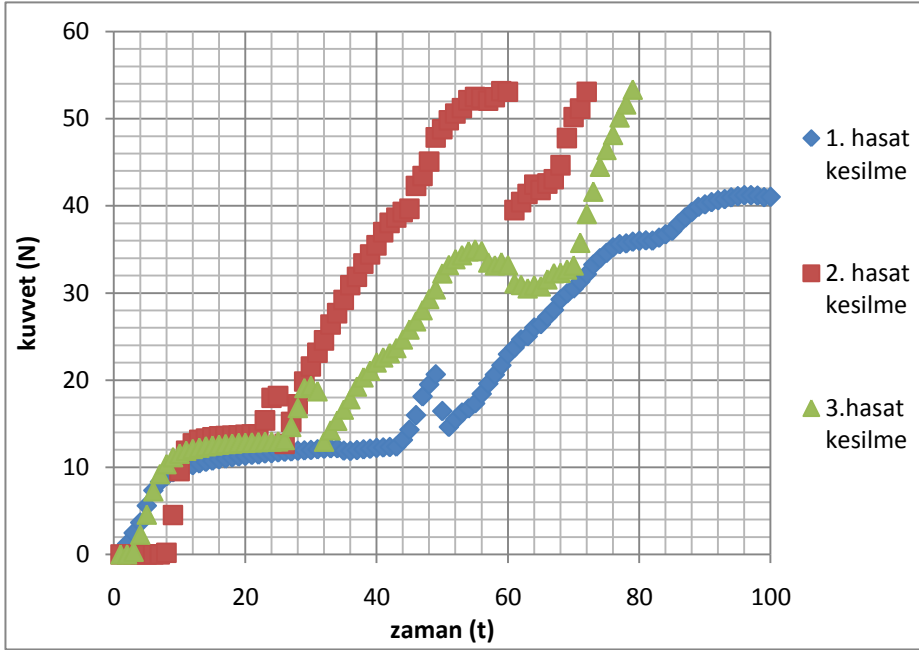
Şekil 4.5. Birinci hasat dönemi kesilme kuvvetine ilişkin bulgular



Şekil 4.6. İkinci hasat dönemi kesilme kuvvetine ilişkin bulgular



Şekil 4.7. Üçüncü hasat dönemi kesilme kuvvetine ilişkin bulgular



Şekil 4.8. Kesilme kuvvetine ilişkin bulgular

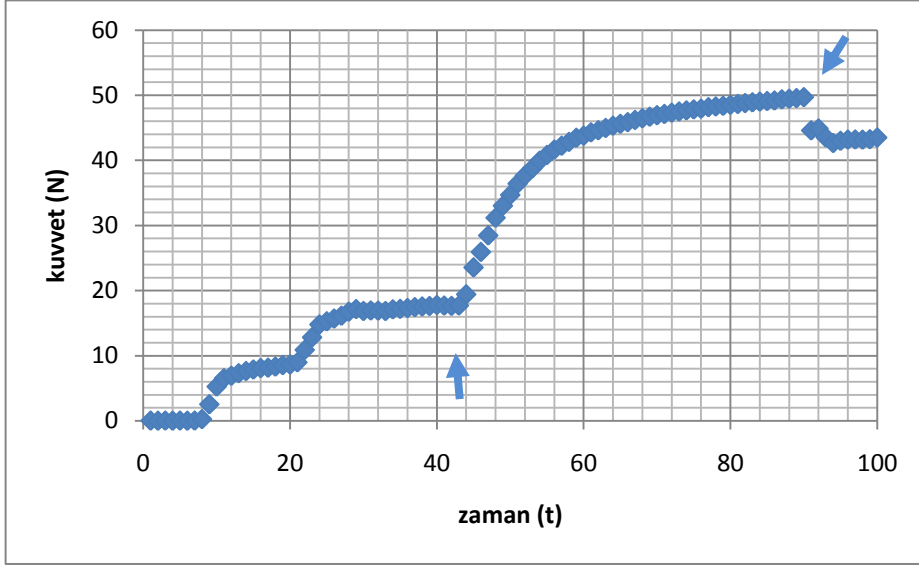
4.17. Sıkıştırma Kuvvetlerine İlişkin Bulgular

Birinci hasatta (15 Nisan 2010) akma kuvveti 8.97 N (Şekil 4.9); ikinci hasatta (1 Mayıs 2010) akma kuvveti 19.12 N (Şekil 4.10) ve üçüncü hasatta ki (15 Mayıs 2010) akma kuvveti 18.71 N (Şekil 4.11) olarak elde edilmiştir. Eriklerin üç farklı hasat dönemindeki sıkıştırma kuvvetlerine ilişkin kopma noktaları ve biyolojik akma noktaları Şekil 4.12’de belirlenmiştir.

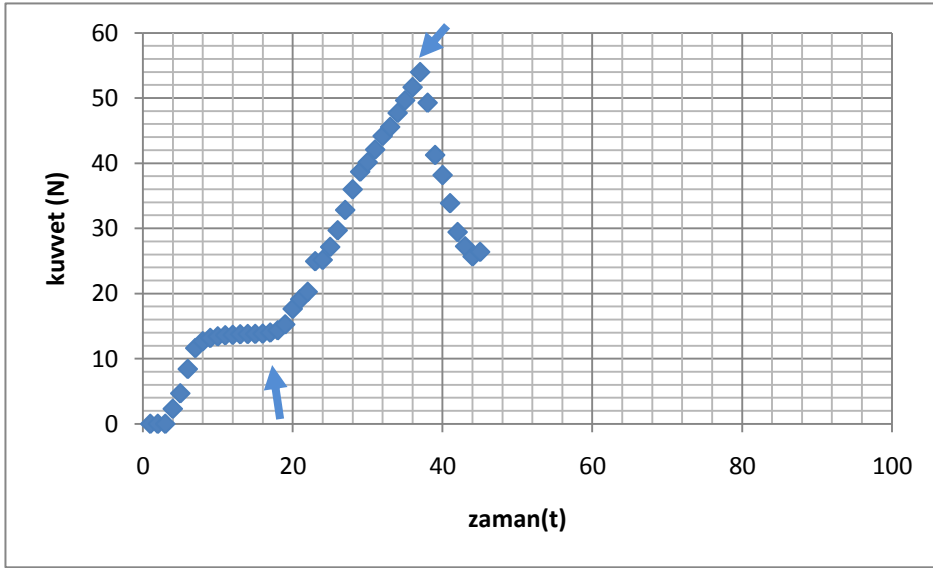
Sıkıştırma kuvvetlerinin biyolojik akma noktasındaki deformasyon (ΔX), deformasyon enerjisi (E_A) ve zedelenme hacmi (V_A) ortalama değerleri çizelge 4.25 da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Eriklerin hasat dönemlerinde sıkıştırma kuvvetlerinin biyolojik akma noktasındaki deformasyon, deformasyon enerjisi ve zedelenme hacmi

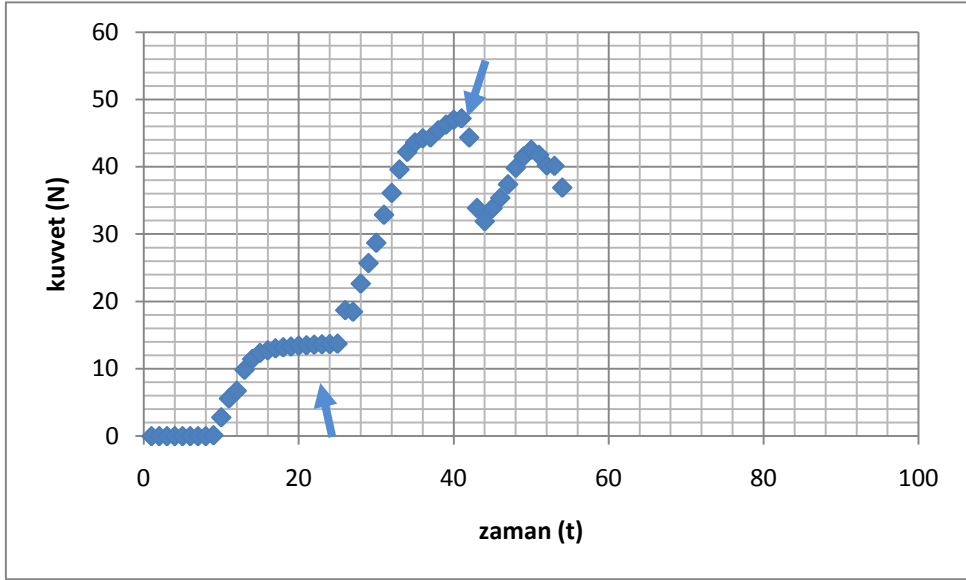
	Hasat dönemleri		
	15 Nisan 2010	1 Mayıs 2010	15 Mayıs 2010
ΔX	0,693	0.627	0.858
E_a	6.216	11.988	16.053
V_a	2.176	1.968	2,694



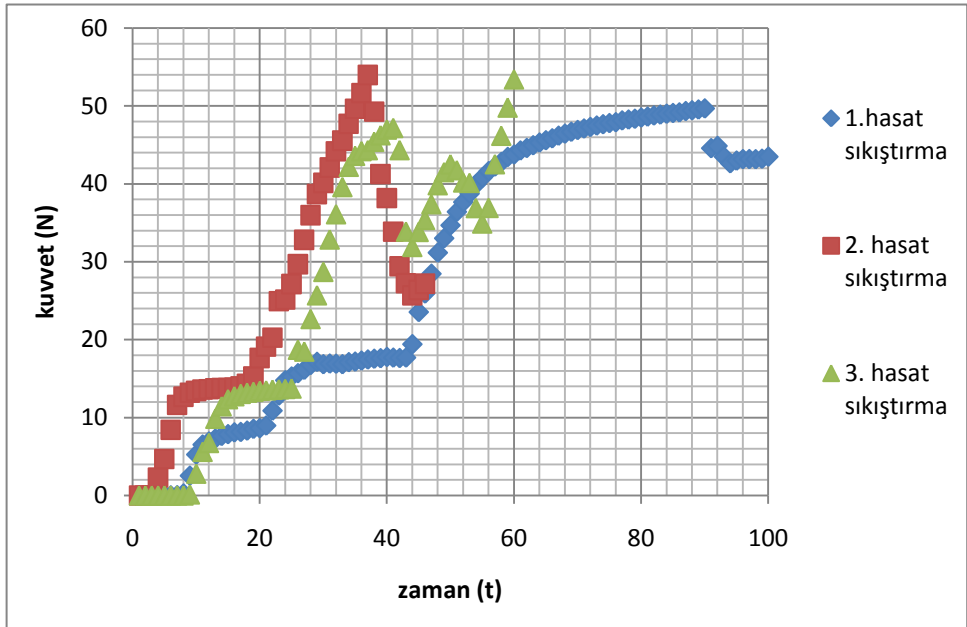
Şekil 4.9. Birinci hasat dönemi sıkıştırma kuvvetine ilişkin bulgular



Şekil 4.10. İkinci hasat dönemi sıkıştırma kuvvetine ilişkin bulgular



Şekil 4.11. Üçüncü hasat dönemi sıkıştırma kuvvetine ilişkin bulgular



Şekil 4.12. Sıkıştırma kuvvetine ilişkin bulgular

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Eriklerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu araştırmada nem içeriği (M_c), küresellik (k), şekil indeksi, boşluklu hacim ağırlığı (ρ_b), boşluksuz hacim ağırlığı (ρ_t), kütle (m), porozite (P_f), projeksiyon alanı (A_p) gibi bazı fiziksel ve daldan kopma kuvveti, sıkıştırma yükü altındaki davranışı ve farklı düşme yüksekliklerden farklı yüzeyler (kauçuk, galvanizli çelik, tahta) üzerindeki zedelenme durumları gibi ölçümler gerçekleştirilmiştir.

İlk hasattan itibaren son hasada kadar meyve ağırlığı ve boyut genel olarak artma eğilimi göstermiştir (Çizelge 5.1). Eriklerin kütleleri hasat dönemleri boyunca 5.491 g ile 20.028 g arasında, meyve uzunluğu 22.92 mm ile 30.01 mm, meyve genişliği 20.84 mm ile 28,88 mm, meyve kalınlığı 20.28 mm ile 27.54 mm arasında ve şekil indeksi 1.11 ile 1.09 arasında bulunmuştur. Beyhan (2005) turfanda can eriğinde ortalama meyve ağırlığı 23.15 g, meyve uzunluğu 32.25 mm, meyve genişliği 34.00 mm, meyve yüksekliği 37.20 mm, şekil indeksi 0.91 olduğunu belirtmiştir.

Son hasada kadar ağaçta bulunan erik meyvelerinde hücre bölünmesi devam ettiği için meyve büyüklüğünün arttığı saptanmıştır. Ayrıca hasat süresine bağlı olarak kütlede artış olduğundan kopma kuvveti azalmaktadır. M/R oranlarının büyümesi mekanik hasat açısından olumlu ve istenen bir durumdur Gezer ve ark. (2000)'nın yapmış olduğu denemelerde hasat süresi uzadıkça kütle artmış ve kopma kuvveti azalmıştır.

Nem aralığının %20.86 ile %15.22 olduğu aralıkta, boşluklu hacim ağırlığı hasat dönemleri boyunca 359.30 mm³ den 278.88 mm³ azalmakta ve boşluksuz hacim ağırlığı hasat dönemleri boyunca artmıştır, porozite, birinci hasat döneminden son hasat dönemine kadar azalmıştır.

Biyolojik materyalin akma noktası, hasar hassasiyetinin belirlenmesinde önemli bir değer olmaktadır. Akma noktasında, erik üzerinde kalıcı deformasyon oluşmaktadır. Kabuk yırtılmasındaki kuvvet değişimleri ise, ürünün kabuk mukavemetine, meyvenin olgunluğuna, meyve etinin sertliğine ve muhafaza süresine bağlıdır. Kabuk yırtılmadan sonraki kuvvet artış ve azalmaları; eriğin homojen olgunlukta olmaması, meyve eti sertliği, olgunlaşma döneminde meydana gelecek çürüme ve zedelenmelerden kaynaklanabilmektedir.

Buna bağlı olarak kesme kuvvetindeki kuvvet değişimine bakıldığında; ikinci hasat dönemindeki eriklere uygulanan akma noktası kuvveti diğer hasat dönemlerine göre azalmaktadır. Bunun sebebi meyve kabuğunun kesme kuvvetine karşı gösterdiği dirençtir. Birinci hasat dönemindeki eriklerin meyve büyüklüğü ve çekirdek yapısının tam oluşmaması nedeniyle, kesilme kuvvetine fazla deformasyon gözlenmiştir.

Sıkıştırma kuvvetine bağlı olarak; birinci hasatta uygulanan kuvvetin az ancak oluşan deformasyon ikinci hasat dönemine göre fazla olduğu bulunmuştur. Meyve etinin ve kabuğunun tam oluşmamasından, hücre bölünmesi devam ettiğinden kaynaklanmaktadır. Üçüncü hasat döneminde erik meyvesinin, meyve dokularındaki yumuşamadan dolayı uygulanan kuvvet fazla ve gözlenen deformasyon fazladır.

Erik meyvesi farklı hasat dönemlerinde 0.5 m, 1.5 m ve 2.5 m yüksekliğinden atıldığında zedelenme hacmini sırasıyla 0,186 mm³, 0,452 mm³, 0,836 mm³ ölçülmüştür. Düşme yüksekliğinin artmasıyla genel olarak çarpma zedelenmesi duyarlılığının arttığı görülmektedir. Buda meyve kalitesini azaltmaktadır. Menesatti et al. (1998) yaptıkları çalışmada 40 cm ve 51 cm düşme yüksekliğinden bırakılan Williams armut çeşidi için zedelenme hacmini sırasıyla 461.57 mm³ ve 1211.11 mm³ olarak ölçmüşlerdir. Vursavuş ve Özgüven (2003), şeftali, hasat esnasında ve hasat sonrasında oluşabilecek farklı tip zedelenmelere hassas meyvelerendir. Bu tür zedelenmeler şeftalide kalite kaybına neden olmaktadır.

Tarımsal ürünlerin; uzunluk, genişlik, porozite, boşluklu hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı gibi boyut özellikleri tarımsal ürünlerin ekim, hasat ve hasat sonrası kullanılacak makinelerin dizaynında önemli olmaktadır. Bunun yanında, tarımsal ürünleri hacim ağırlığı ve porozite gibi fiziksel ve mekanik özellikleri; ürünlerin yapısal yüklenmeler altında kullanıldığı depolama ve kurutmaya yönelik dizayn parametresi olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca; tarımsal ürünlerin; delinme ve kesilme kuvveti ürünlerin hasat sonrası yük altında davranışlarını gösteren temel parametrelerdir. Depolama, taşıma ve paketlenme aşamasında geliştirilecek alet ve makinelerin dizaynına temel parametre teşkil etmektedirler (Coşkun ve ark, 2005, Kabas et al., 2006, , Işık ve Ünal, 2007)

Çizelge 5.1. Materyal olarak kullanılan erik çeşidinin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri

Fiziksel ve mekanik özellikler	1 hasat dönemi (15 Nisan)		2 hasat dönemi (1 Mayıs)		3 hasat dönemi (15 Mayıs)	
	Mini-mum	Maksi-mum	Mini-mum	Maksi-mum	Mini-mum	Maksi-mum
Uzunluk (mm)	20,57	25,3	23,41	32,08	24,37	37,55
Genişlik (mm)	17,8	24,04	19,62	29,82	24,51	35,22
Kalınlık (mm)	17,14	23,05	19,15	28,31	23,26	33,89
Geometrik ortalama çap	19,03	23,7	20,64	29,49	23,18	33,89
Kütle (g)	3,95	8,88	5,88	16,73	12,68	29,61
Küresellik	0,82	0,99	0,88	1,04	0,91	0,99
Boşluklu Hacim Ağırlığı (kg/m ³)	4	7	5	14	5	14
Boşluksuz Hacim Ağırlığı (kg/m ³)	351,28	367,84	295,22	356,15	262,15	315,56
şekil indeksi	654,72	662,25	813,59	879,32	956,32	1018,36
Daldan kopma kuvveti (N)	150	900	200	1100	200	1700
0.5m kauçuk(mm ³)	0,193	0,556	0,469	0,775	0,193	0,556
1.5m kauçuk (mm ³)	0,289	0,648	0,496	1,469	0,367	0,648
2.5m kauçuk (mm ³)	0,415	0,935	0,420	1,504	0,519	1,104
0,5m galvaniz (mm ³)	0,068	0,670	0,556	1,128	0,616	0,878
1.5m galvaniz (mm ³)	0,375	1,142	0,661	1,642	0,668	1,510
2.5m galvaniz (mm ³)	0,279	0,985	0,888	1,541	0,865	1,267
0.5m tahta (mm ³)	0,266	0,910	0,517	0,751	0,471	0,881
1.5m tahta (mm ³)	0,275	0,847	0,847	1,536	0,529	1,005
2.5m tahta (mm ³)	0,411	1,488	1,000	1,637	0,749	1,100

6. KAYNAKLAR

- Ahmadi, H., Fathollohzadeh, H., .2008 Some Physical and mechanical properties of apricot fruit pits and kernels. *American–eurasian Journal of agricultural science* 3(5): 703-707
- Ahmadi ,H., Mollazade, K., Khorshd, J., Rajabipour., 2009 Some Physical and mechanical properties of fennel seed. **Journal of Agricultural Science** vol:1 no:1
- Akıncı, İ., Özdemir, F., Topuz, A., Kabaş, O., and Çanakçı, M. 2004. Some physical and nutritional properties of *Juniperus drupacea* fruits. **Journal of Food Engineering**, 65: 325-331.
- Alayunt, N., 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 541 Ders Kitabı, İzmir.
- Anonim, 2008. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Bitkisel Üretim İstatistikleri. [<http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>] Erişim Tarihi: 15.06.2009.
- Anonim, 2009a. www.fao.org.tr,
- Anonim, 2009b. Erik. [<http://tr.wikipedia.org/wiki/Erik>] Erişim Tarihi: 15.06.2009.
- Aydın, C. 1989 Amasya Elma Çeşidinin Tarım Tekniği Yönünden Önemli Fiziko-mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Aydın, C. ve Öğüt, H. 1992. Bazı biyolojik materyallerde deformasyon oluşumu ve deformasyon enerjisinin belirlenmesi. **Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı**, s. 254-264, Samsun
- Baryeh, E. A. 2001. physical properties of bambara groundnuts. **Journal of Food Engineering**, 47(4): 321-326.
- Baryeh, E. A. 2003. Physical properties of millet. **Journal of Food Engineering**. (Electronic Journal), vol:51,39-46. Erişim [www.elsevier.com/locate/jfoodeng].
- Beyhan; Ö., 2005 Darendede yetiştirilen bazı standart ve mahalli erik çeşitlerinin pomolojik, fenolojik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Bahçe* 34 (2): 47 – 56.

- Braga, C.G., Couto, S.M., Hara, T. and Neto, A. 1999. Mechanical behaviour of macadamia nut under compressing loading. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 72, (3): 239-245.
- Chesson, J. H. and Moore, J. 1985. An automatic fruit pressure tester. **Transaction of the ASAE**, p. 322-325, 330.
- Coşkun, M. B., Yalçın, İ., Özarslan, C. 2005. Physical properties of corn seed (*Zea mays saccharata Sturt*). **Journal of Food Engineering**. (Electronic Journal), vol:74 Erisim www.elsevier.com/locate/jfoodeng
- Coşkun, M.B., Yalçın İ. and Özarslan C. 2006. Physical Properties of Sweet Corn Seed (*Zea mays saccharata Sturt*). **Journal of Food Engineering**, 74: 523-528.
- Çetin, M. 2006. Physical properties of barbutia bean (*Phaseolus vulgaris L. Cv. 'Barbutia'*) seed. **Journal of Food Engineering**. (Electronic Journal), vol:80 Erisim [www.elsevier.com/locate/jfoodeng].
- Çetin, M., Yalçın, I., Şimsek, E., 2008. Some physical and engineering properties of black cumin (*Nigella sativa L.*) seed. **Asian Journal of chemistry** 20(4): 3097-3103
- Demir F., Doğan, H., Özcan, M. and Haciseferoğulları, H. 2002. Nutritional and physical properties of hackberry (*Celtis australis L.*). **Journal of Food Engineering**, 54: 241-247
- Desphande, S.D., Bal, S., Ojha, T.P. 1993. Physical properties of soybean seeds. **Journal of Agriculture Engineering Research**. 56: 89-92.
- Ebubekir, A., Özgöz, E., Taşer, F. 2002. Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-praceum L.*) seeds. **Journal of Food Engineering**. (Electronic Journal). 71 (1): 37-43. Erişim [www.elsevier.com/locate/jfoodeng].
- Erdoğan, D. ve Yurtlu, B. 2003. Armut ve elma çeşitlerinde depolama süresinin bazı mekanik özelliklere ve zedelenme duyarlılığına etkisinin incelenmesi. **21. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi**, s.,310-318, Konya
- Fraser, B. M., Verma, S. S. and Muir, W.E. 1978. Some physical properties of fababeans. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 23: 53-57.
- Fridley, R. B. and Adrian, P. A. 1966. Mechanical properties of peaches, pears, apricots and apples. **Transactions of the ASAE**, 142: 135-138.

- Gezer, İ., Güner, M., Dursun, E., 2000. Bazı Sebze ve Meyvelerin Fiziko Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi **Türk-Koop. Ekin Dergisi**, s. 70-75, ANKARA
- Gezer İ., Haciseferoğulları H. and Demir F. 2002. Some physical properties of Hacıhaliloğlu apricot pit and its kernel. **Journal of Food Engineering**, 56: 49-57.
- Güner, K., Kılıçkan, A. 2007. Physical properties and mechanical behaviour of olive fruits (*Olea europaea* L) under compression loading. **Journal of food engineering** 87: 222-228.
- Isık, E., Ünal, H. 2007. Moisture-dependent physical properties of white speckled red kidney bean grains. **Journal of Food Engineering**. (Electronic Journal), vol:82 Erisim [www.elsevier.com/locate/jfoodeng].
- Kabas, O., Yılmaz, E., Ozmerzi, A., Akinci, I. 2006. Some physical and nutritional properties of cowpea seed (*Vigna sinensis* L.) **Journal of Food Engineering**. (Electronic Journal), vol:79 Erisim [www.elsevier.com/locate/jfoodeng].
- Kara, M. ve Turgut, N. 1988. Erzurum yöresinde yetiştirilen patates çeşitlerinin önemli bazı mekanik özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. **Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı**, pp. 302-313, Erzurum.
- Khazaei, J., Rasckh, M. and Borghei, M.A.2001. Physical and mechanical properties of almond and its kernel related to cracking and peeling. University of Tehran, Karaj, İran
- Kim D.O., Chun O.K., Kim Y.J., Moon H.Y. and Lee C.Y., 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity of fresh plums. **Journal Agricultural and Food Chemistry** 51: 6509-6515
- Konak, M., Çarman, K., Aydın, C. 2002a. Physical properties of chick pes seeds. **Biosystems Engineering**. 82(1): 73-78.
- Konak, M., Çarman, K., Aydın, C. 2002b. Some Physical properties of Turkish mahaleb. **Biosystems Engineering**, 82(2): 231-234.
- Kulkarni, S. D., Bhole, N. G. and Sawarkar, S.K. 1993. Spatial dimensions of soybeans and their dependence on grain moisture conditions. **Journal of Food Science Technology**, 30: 335-388.

- Menesatti, P., Beni, C., Paglia, G., Marcelli, S. and Gentile, A. 1998. Evaluation of pear and apricot drop impact bruises by image analysis. 13 th **International Congress on Agricultural Engineering**, Volume: 6:2-6
- Mohsenin, N.N. 1970. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publisher, 742 p New York.
- Öğüt, H. 1998. Some physical properties of white lupin. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 56: 273-277.
- Özarslan, C., 2002. Physical Properties of Cotton Seed. **Biosystems Engineering**. (Electronic Journal), vol: 83 doi: 10.1016/S1537-5110 (02) 00151-4, [www.idealibrary.com]
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik. Çukurova Ün. Ziraat. Fakültesi. Yayınları. No:128. Adana
- Özçağırın, R. 1976. Türkiye’de Mevcut Erik Türlerinin Teşhisi ve Bunlardan *Prunus cerasifera Ehrh.* Türüne Ait Bazı Çeşitlerin (Can Erikleri) Meyve Özellikleri E.Ü. Zir. Fak. Yayınları, No:276. İzmir.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeke, E., İsfendiyaroğlu, M. 2003. Ilıman İklim ve Meyve Türleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 553, İzmir
- Özden K., 2002. Antep Fıstığının (*Pistachai vera L.*) Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bornova-İzmir.
- Özgüven, F., Vursavus K. 2005. Some physical, mechanical and aerodynamic properties of pine (*Pinus pinea*) nuts. **Journal of Food Engineering**. 68 (1): 191-196.
- Özvardar. S. ve K. Önal. 1990. Erik Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayın No: 23 Yalova
- Paksoy, M., Aydın, C. 2006, Determination of some Physical and mechanical properties of pea (*Pisum sativum L*) seeds. **Journal of Biological Sciences**, 9(1): 26-29.
- Polat, R. ve Ülger, P. 2001. Antepfıstığı meyvesinin fiziko-mekaniksel özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. **Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi**, s., 523-528, Şanlıurfa
- Saçılık, K., Öztürk, R., Keskin, R. 1996 Some physical properties of hemp seed. **Biosystems Engineering**, 86 (2): 213-215.

- Sağsöz, S. 1999. Baş Soğanın Bazı Fiziko-Mekanik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 77s, İzmir
- Sahoo P.K.; Srivastava A.P. 2002. physical properties of okra seed. **Biosystems Engineering** 83(4): 441-448
- Sinn, H., Özgüven, F. 1987. Biyolojik Malzemenin Teknik Özellikleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:27. Adana.
- Sitkei, G. 1986. Mechanics of Agricultural Materials. Akademiai Kiado, 487 pp, Budapest, Hungary.
- Son, L. 2009. Erik Yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Mersin Ziraat Odası Başkanlığı. 12., Mersin.
- Sönmez,N., Alizadeh, H., Öztürk ,R., Acar. A., 2007. **Some Physical Properties of Gilaburu Seed Tarım Bilimleri Dergisi** Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi 13(3): 308-311
- Suthar, S.H., Das, S.k., 1996. Some Physical propeties of karingola (*Citrullus lanatus*) seed. **Journal of Agriculture Engineering Research** 1(65):15-22.
- Toprak, T. 1985. Bitki Makine İlişkilerinin Makine Dizaynına Etkilerinin Araştırılması. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans 69 s, İzmir.
- Tunaoglu, R., Kesin G., 2004. **Teae-Bakış Erik Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü** sayı 7 Nüsha 9
- Vursavuş, K. ve Özgüven, F. 1999. Determination of the some mechanical properties and susceptibility to bruising damage of apples. **7 th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy**: pp. 570-575, Adana.
- Vursavuş, K., Özgüven, F., 2003. Determining the Strength Properties of the Dixired Peach Variety, Çukurova Universty, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery, Adana, TURKEY
- Yalçın, İ. and Özarslan, C., 2004. Physical properties of vetch seed. **Biosystems Engineering**, 88(4): 507-512
- Yurtlu, Y., 2003. Meyve ve Sebzelerde Bazı Mekanik Özelliklerin ve Zedelenmeye Karşı Duyarlılığın Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.

- Yurtlu, Y., Erdoğan, D.,2005a Depolama süresinin bazı hıyar çeşitlerinde mekanik özelliklere olan etkisinin belirlenmesi. **Tarım Bilimleri Dergisi** 2005, 11 (3): 251- 256.
- Yurtlu, Y. B., ve Erdoğan, D., 2005b. Domates çeşitlerinde depolama süresinin bazı mekanik özelliklere etkisinin incelenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 11(2): 201-206.
- Zoerb, G. C., Hall, C. W., 1960. Some mechanical and rheological properties of grain. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 5: 83-93.

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı : SELEN ALNIAK

Doğum Yeri ve Tarihi : BURDUR 24/01/1984

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ

Yüksek Lisans Öğrenimi : ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ

Bildiği Yabancı Diller : İNGİLİZCE

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

- a) Yayınlar
 - SCI
 - Diğer
- b) Bildiriler
 - Uluslararası
 - Ulusal
- c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Koray Kimya Ltd.Şti

Celal Bayar Üniversitesi öğretim elemanı

Adnan Menderes Üniversitesi öğretim elemanı

Alpler Makine San ve Tic. Aş

İLETİŞİM

E-posta Adresi : selenalniak@hotmail.com

Tarih :29/07/2011