



## Değişik Ceviz Çeşitlerinin Farklı Nem Değerlerindeki Bazı Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Barış Özgür KOÇTÜRK<sup>1</sup>

Recai GÜRHAN<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 21.11.2006

**Öz:** Bu çalışmada üç farklı ceviz çeşiti için (Yalova-3, Kaman ve Şebın) aynı yüklenme oranında ,üç farklı nem ve üç farklı ekseninde bazı mekanik özellikler (kırılma karakteristikleri) belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada ki veriler, çeşitlerin 43,4 mm/min'lik bir yüklenme hızında; %8, %13 ve %18'lik nem seviyelerinde ve x-x (kalınlık), y-y (genişlik), ve z-z (uzunluk) eksenlerinde statik olarak yüklenmesiyle elde edilmiştir. Ayrıca ceviz çeşitlerinin boyutları, geometrik ortalama çapları, küresellikleri gibi bazı fiziksel özellikleri de belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, nem seviyesi arttıkça kırılma için gerekli olan kuvvet değerlerinde azalma, buna karşılık şekil değiştirme ve kırılma için gerekli enerji değerinde ise artma olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarını destekler niteliktedir.

**Anahtar Kelimeler:** Statik yüklenme, ceviz, kırılma kuvveti

### Determination of Mechanical Properties of Various Walnut According to Different Moisture Levels

**Abstract:** This study, it is aimed to determine some mechanic features ( breaking characteristics) for three different kinds of walnut ( Yalova-3, Kaman, and Şebın) at the same loading rate, at three different moisture content, and three different axes. The data of this study are obtained by loading these kinds statically at a loading rate of 43,4 mm/min., and at the moisture content levels of %8, %13, and % 18, and on x-x (thickness), y-y (width), and z-z (length) axes. Besides, some physical characteristics such as dimensions, geometrical average diameters , and sphericity of the walnut kinds are determined. At the end of the research, it is determined that as the moisture content level increases, there is a decrease in the power required for breaking, and contrarily there is an increase in the energy value required for displacement and breaking. The results obtained are in a supporting way to the previous studies carried out.

**Key Words :** Static loading, walnut, rupture force

#### Giriş

Ceviz meyvesi (*Juglans regia L.*), pomolojik gruptandır. Sert kabuklu meyveler içinde yer almakta ve Karpat dağlarının güneyinden itibaren Doğu Avrupa ve Türkiye, Irak, İran'ın doğusuna, Himalaya dağlarının ötesinde kalan ülkeleri içeren geniş bir alanın doğal bitkisidir. Meyve ağaç üzerinde yeşil kabuk, sert kabuk ve iç cevizden oluşmaktadır. Cevizin kabuklu meyve ağırlığı, çeşitlerin genetik yapısı ve ekolojik koşullara göre değişmekle birlikte 2 - 25 g arasında değişebilir. Kabuk kalınlığı yönünden ceviz çeşitleri çok değişik özellikler gösterir. Kâğıt kabuklu cevizler olarak adlandırılan çok ince kabuklu cevizlerin yanında; çetin ceviz olarak isimlendirilen çok kalın ve sert kabuklu ceviz çeşitleri de bulunmaktadır.

İç ceviz, besin değeri açısından çok değerlidir. Yüksek miktarda içerdiği yağ ve protein bakımından konsantre edilmiş bir gıda grubu olarak düşünülebilir. İç ceviz; B1, B2 ve B6 gibi B grubu vitaminleri ile C vitamini de içermektedir. Vitaminlere ek olarak; demir, çinko, bakır, magnezyum, fosfor ve potasyumca da zengindir. Sodyum ve selüloz yönünden ise fakirdir (Anonim 1986).

Türkiye'de yetiştirilen ceviz meyvesinin miktarı yaklaşık olarak 136 000 ton/yıldır ve Türkiye dünya ceviz ihracatında yaklaşık % 10'luk bir paya sahiptir (FAO 2002). Belirtilen bu miktar içerisinde, en önemli payı Kaman, Şebın, Yalova-3 ve Bilecik gibi bazı

<sup>1</sup>Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Ankara

Dp	: Geometrik ortalama çap, mm
T	: Kalınlık, mm
W	: Genişlik, mm
L	: Uzunluk, mm
X	: Kalınlık eksen
Y	: Genişlik eksen
Z	: Uzunluk Eksen
Q	: İlave edilecek su miktarı ,g
Wi	: Örneğin ilk kütlesi ,g
Mi	: Örneğin ilk nem içeriği, %
Mf	: Arzu edilen nem değeri, %
N	: Kuvvet, Newton
J	: Enerji, Joule
Φ	: Küresellik , %

### Semboller

çeşitler oluşturur. (Akça 2001). Yapılan bu çalışmanın amacı, cevizin farklı türlerinde kabuk kırılma direncinin belirlenerek, kabuk kırma makinalarının tasarımı için gerekli verilerin elde edilmesidir.

Visvanathan ve ark. (1996) yapmış oldukları araştırmalarında, sert kabuklu Neem meyvesinin %7,6 ve %21'lik nem seviyeleri arasındaki bazı fiziksel özelliklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar rasgele seçtikleri 25'er adet meyveyi, belirtilen nem değerlerinde, uzunlamasına eksen doğrultusunda statik olarak yüklemişler ve elde ettikleri değerlerin ortalamalarını almışlardır. Suthar ve Das (1997) çalışmalarında; sert kabuklu Karingda Tohumunun, sıkıştırma yükü altındaki kırılma kuvveti, deformasyon, absorbe edilen enerji gibi bazı mekanik özelliklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu amaçla tohumu %3 ve %19'luk nem seviyeleri arasında, dikey ve yatay eksenlerde statik olarak yüklemişlerdir.

Araştırma sonucuna göre; tohum kabuğunun dik pozisyondaki kırılma kuvvetinin, yatay pozisyondaki kırılma kuvvetinden daha fazla olduğu görülmüş ve sırasıyla bu değerlerin %11'lik nem seviyesinde en yüksek 107 N ve 77 N olduğunu belirtmiştir. Gupta ve Das (2000) çalışmalarında; Ayçiçeği tohumunun ve çekirdeğinin belirli nem seviyeleri arasında, ortalama bir sıkıştırma yükü altındaki kırılma kuvvetini, deformasyonu ve materyalin absorbe ettiği enerjiyi belirlemişlerdir. Araştırmacılar söz konusu materyali %4 ile %20'lik nem seviyeleri arasında denemeye almışlar ve materyali dikey ve yatay eksenlerde statik olarak yüklemişlerdir. Yapılan bu araştırmanın sonucuna göre; her iki eksenlerde yüklenmede, nem seviyesinin artırılmasıyla çekirdeğin kırılması için gerekli olan kuvvetin azaldığını, bununla birlikte dikey eksenlerdeki yüklenme sonucu elde edilen kırılma kuvvetinin, yatay eksenlerdeki yüklenme sonucu elde

edilen kırılma kuvvetinden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Materyalin kırılması için gerekli olan kuvvetin maksimum 65,2 N olduğunu da ortaya koymuşlardır. Elde ettikleri bir diğer sonuç ise, materyalin nem seviyesi arttırıldıkça enerji gereksiniminin de arttığıdır. Tohumun dikey yüklenilmesi sonucu elde edilen enerji gereksiniminin yatay yüklenmeden fazla olduğunu fakat çekirdek için ise tam tersi bir durumun elde edildiğini belirtmişlerdir. Birçok araştırmacı (Khazaei ve ark., 2001, Braga et al.,1999; Polat vd.,2001; Aydın.,2002; Olayanin and Oje. 2002) sert kabuklu meyvelerin belirli nem seviyelerinde farklı yüklenme oranları ve farklı yüklenme eksenlerine bağlı kırılma karakteristiklerini belirlemişlerdir.

### Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada kullanılan ceviz meyvesi (*Juglans regia L.*) çeşitlerinden Kaman, Şebin ve Yalova-3 T.C Tarım ve Köylüleri Bakanlığı' na Bağlı Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden 2004 hasatında edilen mahsulden temin edilmiştir. Temin edilen cevizler toz, çamur, kir, dal ve yaprak gibi bazı yabancı maddelerden elle temizlenerek arındırılmış ve ayrıca temizleme esnasında, zarar görmüş olan bazı cevizler de işlem dışı bırakılmıştır. Denemelere başlanmadan önce cevizlerin uzunluk, genişlik ve kalınlık boyutları 0,01'lik bir hassasiyete sahip olan bir mikrometreyle ölçülmüştür. Bu değerlerin elde edilmesinde kullanılan geometrik ortalama çap ve cevizlerin küreselliği aşağıdaki eşitliklerle tespit edilmiştir (Mohsenin.1970) Ceviz çeşitlerinin elde edilen ortalama boyut değerleri, ortalama geometrik çap ve küreselliği aşağıdaki eşitlikler kullanılarak Çizelge 1'de verilmiştir.

$$D_p = (T \cdot W \cdot L)^{1/3}$$

Burada;

D<sub>p</sub>: Geometrik ortalama çap,

T : Kalınlık (mm),

W : Genişlik (mm),

L : Uzunluk (mm)'tur.

$$\Phi = D_p \cdot 100 / L$$

Burada ;

Φ : Küresellik ( % )'tir.

Çizelge 1. Materyal olarak kullanılan ceviz çeşitlerinin bazı özellikleri

Çeşit	Ortalama boyutlar (mm)					Küresellik (%) (Φ)
	Ortalama kabuk kalınlığı	Kalınlık (x-x)	Genişlik (y-y)	Uzunluk (z-z)	Geometrik ortalama çap (D <sub>g</sub> )	
Yalova-3	1,10	34,84	33,12	41,54	36,32	87,40
Kaman	0,90	28,69	27,29	29,78	28,56	95,90
Şebin	0,85	37,38	35,58	46,46	39,53	85,08

Deneyler her nem düzeyinde bir yüklenme oranında ve her çeşit için 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Materyalin ilk nem seviyesinin belirlenmesinde, belirli ağılıktaki ceviz numuneleri standart yöntem olan 105±1 °C 'lik fırında 24 h'lik bekletilmeye alınmış ve sonunda materyalin ilk nem seviyesi kuru bazda %13'lük doğal nem olarak tespit edilmiştir (Gupta & Das. 2000).

Denemelerde kullanılan diğer nem seviyeleri ise % 8 ile %18 olarak tayin edilmiştir. Ceviz numunelerinin istenilen nem seviyelerine ulaşmasında saf su kullanılmış ve numunelere ilave edilecek olan saf suyun kütesel olarak değeri aşağıdaki eşitlikten faydalanılarak bulunmuştur.

$$Q = \frac{W_i (M_f - M_i)}{100 - M_f}$$

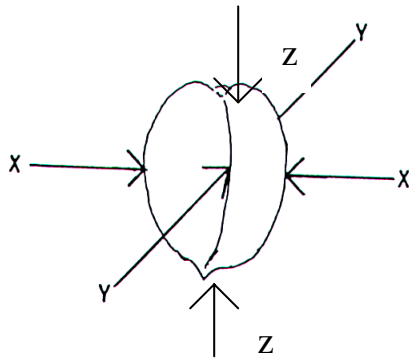
Burada;

Q: İlave edilecek su miktarı (g),

W<sub>i</sub>: Örneğin ilk kütlesi (g),

M<sub>i</sub>: Örneğin ilk nem içeriği (%)

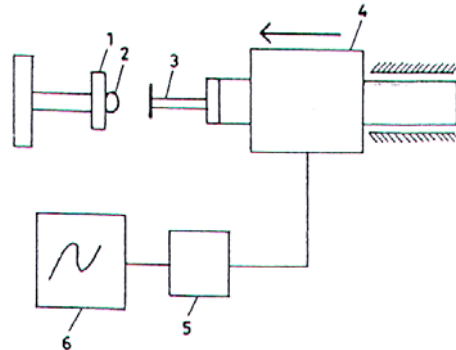
M<sub>f</sub>: Arzu edilen nem değeri (%)' dir.



Şekil 1. Materyal sıkıştırma eksenleri

Mevcut ceviz numunelerinde arzu edilen nem seviyesi hesaplanan oranda saf su eklenerek, karıştırılarak ve ayrı polietilen torbalarda işaretlenerek hazırlanmıştır. Numuneler buzdolabında 15 gün boyunca +5 °C'de eşit nem düzeyine gelinceye kadar bekletilmiştir. Denemelere başlanmadan öncede gerekli olan materyal miktarı, buzdolabı dışına alınmış ve materyalin oda sıcaklığına ulaşması için bekletilmiştir (Çarman 1996) .

Ceviz çeşitlerinin mekanik özellikleri; %8, %13, %18'lik nem seviyelerinde, x-x (kalınlık), y-y (genişlik), ve z-z (uzunluk) eksenlerinde, TOS TRENCIN SN 55 model torna tezgahına konumlandırılan biri sabit değeri hareketli iki plaka arasında 43,4mm/min'lik sabit yüklenme hızında statik olarak sıkıştırılmasıyla elde edilmiştir (Güner vd. 2003). Hareketli plaka cevize dokunduğu anda, ölçme alanı 0-1000 kp olan ve basıya çalışan dinamometre üzerinde oluşan impuls, amplifikatöre gönderilmekte, kuvvet bilgisini taşıyan impuls amplifikatörde cevizin çeşidine göre 1000 ve/veya 2000 kat yükseltilecek X-Y ploter yazıcısına verilmektedir. Yazıcıya yerleştirilmiş olan kağıtta yatay eksen de deformasyon ve zaman, düşey eksen de ise kuvvet yer almaktadır.



Şekil 2. Deneme düzeninin şematik görünümü  
(1.Sabit tutucu, 2.Ceviz, 3.Hareketli sıkıştırma plakası, 4.Dinamometre, 5.Amplifikatör, 6. X-Y yazıcı)

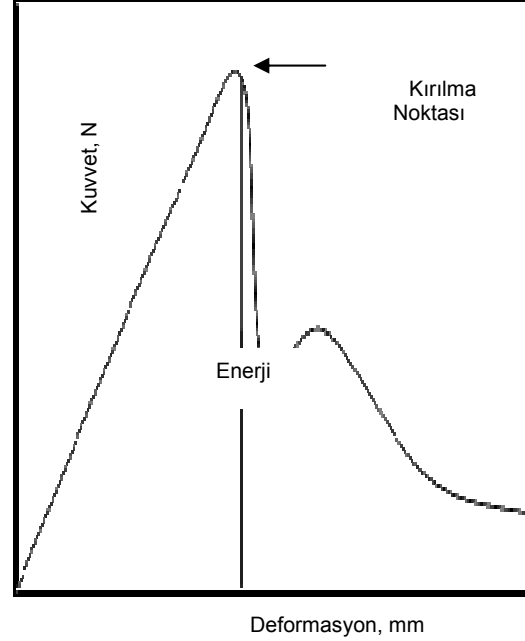
Sıkıştırma yükü altında bulunan materyalin, kırılması için gerekli kuvvetin ve enerjinin saptanmasında Kuvvet-Deformasyon eğrisinden faydalanılmıştır. Bu eğride düşey eksen kuvveti, yatay eksen ise deformasyonu ifade etmektedir. Eğri üzerindeki ilk kırılma noktası altında kalan alan ise materyalin kırılması için gerekli enerji değeri hakkına bilgi vermektedir. Şekil 3'de ceviz tanesinin statik yüklenme altındaki tipik bir kırılma eğrisi gösterilmiştir. Elde edilen bu alanlar PLACOM KP - 80 marka dijital bir planimetre kullanılarak okunmuş ve enerji değerleri belirlenmiştir

(Braga et. al 1999). Elde edilen verilerin istatistiksel analizini için SPSS paket programı kullanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Yapılan varyans analizine göre, cevizlerin kırılma kuvvetlerine ve enerji gereksinimlerine etkisi araştırılan varyasyon kaynaklarının (çeşit, nem, ve yüklenme oranının) ve etkileşimlerinin etki derecelerini görmek amacıyla LSD ( Çoklu Karşılaştırma Testi) ve Duncan Testi yapılmıştır..

Varyasyon kaynaklarının ceviz kırılma kuvveti üzerindeki önemlilik sınırları Çizelge 3' de gösterilmiştir. Varyasyon kaynaklarının ceviz kırılma kuvveti üzerine etkileri, Çizelge 4, Çizelge 5 ve Çizelge 6'da verilmiştir.



Şekil 3. Kırılma Eğrisi

Yapılan varyans analizi sonucuna göre, çeşitlerin ölçülen kuvvet değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunurken yine analiz sonucuna göre çeşitlerin nem seviyelerinin ölçülen kuvvet değerleri üzerine etkisi de önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ).

Çizelge 2. 43,4 mm/min'lik yüklenme hızında ceviz çeşitlerinin farklı nem seviyelerindeki kırılma kuvveti ve enerji değerleri

Çeşit	Nem	Kırılma kuvveti (N)			Kırılma Enerjisi ( J )		
		Mak	Min	Ort.	Mak	Min	Ort.
Yalova-3	%8	1362,50	499,204	1177,3	0,722	0,425	0,587
	%13	1024,69	521,71	804,60	1,164	0,377	0,678
	%18	529,23	165,34	352,56	3,949	0,705	1,648
Kaman	%8	1299,76	280,07	771,01	1,660	0,415	0,845
	%13	1174,83	466,35	710,09	1,750	0,945	1,372
	%18	1002,17	306,39	668,42	2,212	1,395	1,747
Şebin	%8	1129,79	490,95	774,21	0,985	0,320	0,593
	%13	1182,34	407,90	705,35	1,925	1,089	1,365
	%18	686,87	251,03	418,14	1,933	1,420	1,666

Çizelge 3. Varyasyon kaynaklarının ceviz kırılma kuvveti üzerindeki önemlilik sınırları (Varyans Analiz Tablosu)

Varyasyon kaynakları ve etkileşimleri	Ortalama kırılma kuvveti için önemlilik sınırları
Çeşit	ns (önemsiz)
Nem Seviyesi	** ( 0,000-0,009) %1
Yüklenme eksen	** ( 0,000-0,009) %1
Çeşit-Nem seviyesi	** ( 0,000-0,009) %1
Çeşit-Yüklenme eksen	** ( 0,000-0,009) %1
Nem Seviyesi-yüklenme eksen	ns (önemsiz)
Çeşit - Nem seviyesi - Yüklenme eksen	ns (önemsiz)

Çizelge 4. Ceviz çeşitlerine göre ortalama kırılma kuvveti

Çeşit	Ortalama kırılma kuvveti (N)
Yalova-3	674,43 (a)
Kaman	637,09 (a)
Şebin	655,14 (a)

Çizelge 5. Ceviz nem seviyelerine göre ortalama kırılma kuvveti

Nem Seviyesi	Ortalama kırılma kuvveti (N)
%8	815,87 (a)
%13	680,94 (b)
%18	469,87 (c)

Çizelge 6. Ceviz yüklenme eksenlerine göre ortalama kırılma kuvveti

Yüklenme eksen	Ortalama kırılma kuvveti (N)
x-x ( kalınlık )	596,00 (b)
y-y ( genişlik )	668,17 (a)
z-z (uzunluk )	702,51 (a)

Çizelge 5'de görüldüğü gibi nem seviyesi arttıkça kırılma kuvveti azalmaktadır.

Diğer yandan, çeşitlerin farklı yüklenme eksenlerindeki ölçülen kırılma kuvveti üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Buna bağlı olarak cevizlerin genişlik ve uzunlamasına eksenler doğrultundaki yüklenmelerin kırılma kuvveti üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Çizelgeden de görülebileceği gibi cevizler uzunlamasına eksen doğrultusunda yüklenildiğinde, diğer eksenlere oranla daha fazla bir kırılma kuvvetine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapılan varyans analizine göre, cevizlerin kırılması için gerekli enerji değerlerine etkisi araştırılan varyasyon kaynaklarının (çeşit, nem, yüklenme eksen) etki dereceleri Çizelge 7, Çizelge 8, Çizelge 9 ve Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 7. Varyasyon kaynaklarının ceviz kırılma enerjisi üzerindeki önemlilik sınırları (Varyans Analiz Tablosu)

Varyasyon kaynakları ve etkileşimleri	Ortalama enerji gereksinimleri için önemlilik sınırları
Çeşit	** ( 0,000-0,009) %1
Nem Seviyesi	** ( 0,000-0,009) %1
Yüklenme eksen	ns (önemsiz)
Çeşit-Nem seviyesi	** ( 0,000-0,009) %1
Çeşit-Yüklenme eksen	** ( 0,000-0,009) %1
Nem Seviyesi-yüklenme eksen	ns (önemsiz)
Çeşit - Nem seviyesi - Yüklenme eksen	ns (önemsiz)

Çizelge 8. Ceviz çeşitlerine göre ortalama enerji gereksinimi

Çeşit	Ortalama enerji gereksinim (J)
Yalova-3	1,009 (a)
Kaman	1,138 (b)
Şebin	1,195 (b)

Çizelge 9. Ceviz nem seviyelerine göre ortalama enerji gereksinimi

Nem Seviyesi	Ortalama enerji gereksinim (J)
%8	0,662 (a)
%13	1,032 (b)
%18	1,649 (c)

Çizelge 10. Ceviz yüklenme eksenlerine göre ortalama enerji gereksinimi değerleri

Yüklenme eksen	Ortalama enerji gereksinim (J)
x-x ( kalınlık)	1,085 (a)
y-y ( genişlik)	1,161 (a)
z-z (uzunluk)	1,095 (a)

Varyans analizi sonucuna göre; ceviz çeşitlerinin, kırılma için gerekli olan enerji değerlerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Burada kırılma için gerekli en düşük enerji gereksinimi Yalova- 3 çeşidinde ortaya çıkarken, Kaman ve Şebın çeşitlerinin kırılma için gerekli enerji gereksinimleri arasındaki fark önemsiz olarak bulunmuştur. Bunun yanında Yalova- 3 çeşidi için gerekli enerji gereksinimi ile diğer iki çeşit arasındaki enerji gereksinimi arasındaki farkın önemli olduğu görülmektedir ( $p<0,01$ ). Bunun nedeni ise cevizlerin üzerlerine ilave edilen suyu farklı miktarlarda emmeleri olarak ifade edilebilir. Dolayısıyla bu da kabuk kırılma direncini ve elastik özelliğini etkilemektedir.

Çizelge 9'da görülebileceği gibi; çeşitlerin nem seviyelerinin ölçülen ortalama enerji değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Burada kırılma için gerekli enerji değerine en yüksek %18'lik nem seviyesinde ulaşılırken en düşük enerji gereksinimine ise %8'lik nem seviyesine ulaşılmıştır. Ayrıca çizelgeden de anlaşılacağı gibi ceviz çeşitlerindeki nem seviyeleri arttıkça kırılma için gerekli enerji değerleri de artmaktadır. Ceviz çeşitlerinde nem içeriğinin artmasıyla enerji gereksinimindeki artışın nedeni, ceviz kabuklarının nemle kırılma direncinin azalması ve elastik özelliğinin artması olarak ifade edilebilir.

Çizelge 10'da değerler göz önüne alındığında, yüklenme eksenlerinin ölçülen enerji değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

## Sonuçlar

1. Ceviz çeşitlerine nem ve kırılma yönünden varyans analizi yapıldığında, en yüksek kırılma kuvvet

değeri bütün çeşitler için %8'lik nem içeriğinde elde edilmiştir. Buna bağlı olarak en düşük kırılma kuvveti değerleri ise bütün çeşitler için %18'lik nem seviyesinde elde edilmiştir.

2. Kırılma kuvvetinin, ceviz çeşitlerinin yüklenme eksenine göre değerlendirilmesinde, ortalama en yüksek kırılma kuvveti değeri %8'lik nem seviyesinde Yalova-3 çeşidi için y-y ekseninde (1065,56 N), Kaman çeşidi için x-x ekseninde (943,83 N) ve Şebın çeşidi için ise x-x ekseninde (1053,05 N) elde edilmiştir. En düşük kırılma kuvveti ise tüm çeşitler için y-y ekseninde elde edilmiştir. (Yalova 3, Kaman ve Şebın çeşitleri için % 18'lik nem seviyesinde sırasıyla ortalama olarak değerler 251,18N , 469,80 N ,363,81 N 'dur ).

3.Ceviz çeşitlerinin nem ve maksimum kırılma enerjisi yönünden varyans analizi yapıldığında, en yüksek değer bütün çeşitler için %18'lik nem içeriğinde elde edilmiştir. Buna bağlı olarak en düşük değerler ise % 8'lik nemde elde edilmiştir.

4.Maksimum enerji gereksinimi bakımından ceviz çeşitlerinin yüklenme eksenine göre yapılan değerlendirmede maksimum enerji değeri Yalova-3 çeşidi için y-y ekseninde 2,519 J , Kaman ve Şebın çeşidi için ise z-z ekseninde sırasıyla 1,899 J ve 1,727 J elde edilmiştir. En düşük enerji değeri tüm ceviz çeşitleri için % 8'lik nem seviyesinde z-z ekseninde elde edilmiştir.(Yalova 3, Kaman ve Şebın çeşitleri için sırasıyla 0,359 J, 0,573 J, 0,634 J 'dür ).

5.Ceviz çeşitlerinin ölçülen kırılma kuvveti değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

6. Ceviz çeşitlerin, nem seviyelerinin ölçülen kuvvet değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Buna göre nem seviyesi arttıkça kırılma kuvveti azalmaktadır.

7.Çeşitlerin yüklenme eksenlerinin, ölçülen kırılma kuvveti değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Burada cevizler z-z eksenine doğrultusunda yüklenildiğinde, diğer eksenlere oranla daha fazla bir kırılma kuvvetine ihtiyaç duyulmaktadır.

8.Ceviz çeşitlerinin kırılma için gerekli enerji değerlerine üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ).

9. Çeşitlerin nem seviyelerinin ölçülen ortalama enerji değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Buna göre ceviz çeşitlerindeki nem seviyeleri arttıkça kırılma için gerekli enerji değerleri de artmaktadır.

10.Yüklenme eksenlerinin ölçülen enerji değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

**Kaynaklar**

- Akça, Y. 2001 Ceviz yetiştiriciliği kitabı. Arı Ofset Matbaası, Tokat.
- Anonim, 1986. Walnut marketing board, California.
- Aydın, C. 2003 . Physical properties of hazel nuts. Biosystems Engineering,82,(3);297-303.
- 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
- Çarmak, K. 1996. Some physical properties of lentil seeds. Journal of Agricultural Engineering Research,63, (3) ;87-92
- Gupta, R.K. and Das, S.K.2000. Fracture resistance of sunflower seed and kernel to to compressive loading. Journal of Food Engineering , 46(1);1-8
- Güner, M., Dursun,E.and Dursun, İ.2003. Mechanical behaviour of hazelnut under compressing loading. Biosystems Engineering, 85(4);485-491.
- FAO,2002. Tarım istatistikleri özeti. [www.fao.org.tr](http://www.fao.org.tr), Ankara
- Khazaei, J., Rasckh, M. and Borghei, M.A.2001. Physical and mechanical properteis of almand and its kernel related to cracking and peeling. University of Tehran , Karaj, İran.
- Khazaei, J., Lar, M., Pour, R. and Mohtasabi, S. 2001. Mechanical strength of chick pea grains under static loading. University of Tehran , Karaj, İran.
- Mohsenin, N. N. 1970. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Olayanin, A. M. and Oje, K. 2002. Some aspects of the mechanical properties of shea nut. Biosystems Engineering, 81(4); 413-420.
- Polat, R. ve Ülger, P. 2001 Antepfıstığı meyvesinin fiziko-mekaniksel özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi, s., 523-528, Şanlıurfa.
- Suthar, S. H. and Das, S.K. 1997. Fracture resistance of karingda seeds to compressive loading. Journal of Food Engineering, 34(1);77-90.
- Visvanathan, R., Palanisamy, T., Gothandapani, L. and Sreenarayanan, V. 1996. Physical propertiesof neem nut. Journal of Agricultural Engineering Research ,63(1) ; 19-26.

**İletişim adresi:**

Bariş Özgür KOÇTÜRK  
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Tarım Makinaları Bölümü-Ankara