



Bilecik ve Yalova-3 Ceviz Çeşitlerinin Bazı Fiziksel Özelliklerine Nem İçeriğinin Etkisi

M. ERKOL¹ * E. ALTUNTAŞ¹ H. TOKBAŞ²

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 60240, Taşlıçiftlik, Tokat, TÜRKİYE

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 60240, Taşlıçiftlik, Tokat, TÜRKİYE

*Sorumlu Yazar

e-posta: erkol.mehmet@gmail.com

Geliş Tarihi : 13.05.2009

Kabul Tarihi : 02.06.2009

Özet

Bu çalışmada, Bilecik ve Yalova-3 cevizlerinin fiziksel özellikleri olarak boyutsal dağılım, meyve ağırlığı, küresellik, yüzey alanı, hacim ağırlığı ve meyve hacim ağırlıkları, meyve hacmi, sürtünme katsayısı ve son hız değerleri, nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Bilecik çeşidinde, kabuklu ceviz için nem içeriğinin %10,00-%15,76 arasındaki değişiminde, uzunluk, genişlik, kalınlık değerleri ortalaması sırasıyla 39,25-39,73 mm, 34,39-34,71 mm ve 30,45-30,86 mm değerleri arasında artış göstermiştir. Yalova-3 çeşidi kabuklu cevizinde ise; %11,25-%19,47 arasındaki değişiminde ise sırasıyla, 42,54-42,87 mm; 31,88-32,03 mm ve 31,13-31,34 mm arasında artış göstermiştir. Bilecik ve Yalova-3 ceviz çeşitlerinde, kabuklu ve iç cevizin küresellik, yüzey alanı, hacim ağırlıkları, hacim ve porozite değerleri nem içeriği artışı ile artarken, meyve hacim ağırlıkları ise azalmıştır. Bilecik ve Yalova-3 ceviz çeşitlerinde, kabuklu ve iç cevizde, nem içeriği değişimiyle son hız değerleri de artış göstermiştir. Nem içeriği değişimiyle Bilecik ceviz çeşidinde kabuklu ve iç ceviz için son hız değerleri 15,37-16,87 m/s; iç cevizde 11,87-14,40 m/s arasında bulunmuştur. Statik ve dinamik sürtünme değerleri her iki ceviz çeşidinde de, sunta ve kontrplak sürtünme yüzeyleri için nem içeriğiyle lineer olarak artış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ceviz (*Juglans regia* L.), fiziksel özellikler, nem içeriği

Some physical properties of Bilecik and Yalova-3 varieties as affected by the moisture content

Abstract

Physical properties such as size dimension, fruit mass, sphericity, surface area, bulk density, fruit density, volume, coefficient of friction on various surfaces and terminal velocity of shelled and kernel walnuts as a function of moisture content were determined. The average length, width, thickness, of shelled walnuts for Bilecik variety ranged between 39.25 to 39.73 mm, 34.39 to 34.71 mm, and 30.45 to 30.86 mm, as the moisture content increased from 10.00% to 15.76% d.b, respectively. The average length, width, thickness, of shelled walnuts for Yalova-3 variety ranged between 42.54 to 42.87 mm; 31.88 to 32.03 mm, and 31.13 to 31.34 mm, as the moisture content increased from 11.25% to 19.47% d.b, respectively. The sphericity, surface area, bulk density, volume and porosity of shelled and kernel walnut increased, whereas the true density linearly decreased with an increase in moisture content. In the moisture content range, studies on rewetted walnuts showed that the terminal velocity shelled and kernel walnuts increased for Bilecik and Yalova-3, respectively. In the moisture content range, the terminal velocity increased from 15.37 to 16.87 m/s, and from 11.87 to 14.00 m/s for shelled and kernel walnuts for Bilecik variety, respectively. The static and dynamic coefficients of friction shelled and kernel walnut on chipboard and plywood surfaces also increased linearly with an increase in moisture content.

Keywords: Walnut (*Juglans regia* L.), physical properties, moisture content

GİRİŞ

Ceviz (*Juglans regia* L.), protein bakımından zengin bir gıda olarak, içerisinde B vitamin komplekslerine (B₁, B₂, B₃, B₅ ve B₆) ve folik asit içeriğine sahiptir. Ayrıca zengin bir mineral (Mg, K, Zn) kaynağına sahip olan ceviz, mükemmel bir anti-oksüdant olup, böbrek fonksiyonlarının direncini artıran özelliktedir [1]. Türkiye’de ceviz, çok farklı ekolojik bölgelerde yetişebilen bir tarımsal üründür [2].

Türkiye ceviz üretimi, dünya toplam ceviz üretiminin %11’ini karşılamaktadır [3]. Boyut dağılımı, renk, iç ve dış zedelenme, cevizin önemli kalite özellikleridir [4]. Türkiye’nin önemli ceviz çeşitleri; Şebın, Yalova-1, 2, 3 ve 4 ile Bilecik sayılabilir [5]. Cevizin fiziksel özellikleri kabuk ve iç ceviz için kabuk ve iç ağırlığı, iç oranı, kabuk şekli ve boyut dağılımıdır [6, 7].

Tarımsal ürünlerin fiziksel özelliklerine etkili parametrelerden birisi de nem içeriğidir. Nem içeriği ve ürün çeşidi; tarımsal ürünlerin hasat, taşıma, temizleme ve sınıflandırmada

ve depolamada ürünün fiziksel özelliklerini etkileyen önemli parametrelerdir. Boyut ve şekil özellikleri, son hız değerleri; temizleme-sınıflandırma ve öğütme makinalarında, hacim ağırlığı ve porozite ölçümleri; depolama ve taşıma ile ilgili yapımların özelliklerinde etkilidir. Farklı yüzeylerde elde edilecek sürtünme katsayısı değerleri ise taşıma ve depolamadaki sistemlerin tasarımı için gereklidir. Ceviz çeşitlerinin fiziksel özelliklerinin bilinmesi de, hasat, temizleme, depolama, öğütme ve işleme makinalarının tasarımında bilinmelidir.

Nem içeriğinin özellikle sert kabuklu ve sert çekirdekli meyvelerin fiziksel özelliklerine etkisine yönelik çalışmalar, son yıllarda çok sayıda araştırmacı tarafından örneğin; fındık [8], mahlep [9], arcanut [10], kabuklu ve iç badem [11], shea nut [12] ile zeytin meyvesi ve çekirdeği [13] için incelenmiştir.

Ceviz konusunda daha önce Koçtürk and Gürhan [14] ve Sharifan and Derafshi [15] mekanik özelliklere nem içeriğinin etkisini araştırmışlardır. Ancak, nem içeriğinin fiziksel özellikler üzerine etkileri üzerinde araştırmalar pek yapılmamıştır.

Bu amaçla, ülkemizin önemli ceviz çeşitlerinden olan Bilecik ve Yalova-3 ceviz çeşitlerinin kabuklu ve iç cevizlerinin nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak bazı fiziksel özellikleri belirlemeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bilecik and Yalova-3 cevizleri 2006 yılı mahsülü olarak Denizli yöresindeki üreticiden temin edilmiştir. Bilecik çeşidi; ortalama meyve ağırlığı 10,4 g, iç ağırlığı 5,2 g, iç randımanı % 50, yağ içeriği oranı % 62 ve protein oranı %12 olup kuru tüketimde kullanılabilen bir çeşittir. Geç yapraklanması nedeniyle Yalova çeşitlerine göre ilkbahar geç donlarına karşı daha toleranslıdır. Yalova-3 çeşidi; ortalama meyve ağırlığı 12,1 g, iç ağırlığı 6,4 g, iç oranı % 53, yağ oranı % 71, protein oranı % 21 olup kuru tüketimde kullanılabilen bir çeşittir [2].

Denemede kullanılan ceviz örnekleri, kırık, zedeli ve yabancı artıklarından elle temizlenmiştir. Cevizlerin ilk nem değerleri için, belirli sayıda ceviz örnekleri alınarak 105°C sıcaklıkta 24 h etüvde kurutulmuş ve kuru baza göre nem içeriği bulunmuştur [16]. Denemede cevizler, ikinci nem düzeyi için 3 h ve 3. nem düzeyi için ise 12 h suda bekletilmiştir. Her iki nem içeriği için de cevizler sudan çıkarılıp, yüzeyleri silinerek -10°C'de ve 48 h dondurucuda bırakılmış, daha sonra alınan örnekler oda sıcaklığında yavaş yavaş çözünene kadar 24 h süre ile bekletilmiştir [17]. Her iki nem düzeyi için de etüvde kurutma denemeleri ile kuru baza göre örneklerin 2. ve 3. nem içerikleri bulunmuştur [16].

Çalışmada nem içerikleri kabuklu cevizde; Bilecik çeşidi için %10.00 ve %15.76 ve Yalova-3 çeşidi için ise %11.25 ve %19.47 arasında değişirken; iç cevizde de Bilecik çeşidi için %4.22 ve %32.57 ve Yalova-3 çeşidi için %4.92 ve %34.67 arasında değişmiştir. Her bir nem içeriği için kabuklu ve içi cevizlerin uzunluk, genişlik ve kalınlıklar rastgele 100 cevizden ölçülmüştür. Uzunluk (L), genişlik (W) ve kalınlık (T) ve kabuk kalınlıkları (St), 0,01 mm hassasiyetindeki dijital kumpas ile ölçülmüştür. Ceviz örneklerinin geometrik ortalama çap (Gd) ve küresellik (Sp) değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır [18]:

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

$$Sp = [Gd/L] * 100 \quad (2)$$

Eşitliklerde; L: uzunluk (mm), W: genişlik (mm) ve T: kalınlık (mm)'dir.

Kabuklu ve iç ceviz ağırlıklarının (M) belirlenmesi için 0,001 g hassasiyetli elektronik tartıdan yararlanılmıştır. Yüzey alanının (Sa) belirlenmesi için; örnekler, bilgisayar yardımıyla tarayıcıda taranmış ve kabuklu ve iç cevizlere ait izdüşüm alanları kutupsal kollu roller tip (Placom Roller-Type Digital marka, KP90N model, ± 0,2 hassasiyet) dijital planimetre kullanılarak belirlenmiştir [19,20]. Hacim ağırlığı (ρ_b), standart 500 ml ölçülü silindirik cam beher kap kullanılarak ölçülmüştür. Hacim ağırlığı, örnek ürün ağırlığının toplam silindirik kap hacmine oranı ile ifade edilerek ve kg/m^3 cinsinden bulunmuştur. Her bir nem içeriğinde 10 tekrarlı ölçüm yapılmıştır [21]. Meyve hacim ağırlığı (ρ_m), ve meyve hacminin (V) belirlenmesinde, sıvı yer değiştirme metodu kullanılmıştır. Akışkan olarak su yerine etil alkol ve toluen sıvılar kullanılabilir [18]. Bu akışkanlar, suya göre tarımsal materyal tarafından daha az absorbe özelliğine sahip olduğu için tercih edilmektedir. Çalışmada etil alkol kullanılmıştır [22, 23]. Sürtünme katsayılarının belirlenmesinde; sürtünme katsayısı ölçüm düzeni kullanılmış olup, deneme düzeni üç üniteden oluşmaktadır. Bunlar; ürün kabı, sürtünme yüzeyi ve elektronik ölçüm düzenidir. Elektronik ölçüm düzeni ise, yük hücresi, analog dijital çevirici kart, kişisel bilgisayar ve yazıcıdan oluşmaktadır [24]. Sürtünme katsayısı sürtünme kuvvetinin normal kuvvete oranıyla ifade edilmiştir. Sürtünme yüzeyi olarak iki farklı sürtünme yüzeyi (kontrplak ve sunta) kullanılmıştır. Ceviz örneğini taşıyan kutu 0,02 mm/s ile hareket ettirilerek kuvvet algılayıcı ile algılanan değerlerden en yüksek değer statik sürtünme katsayısı (μ_s) ve ortalama değer ise dinamik sürtünme katsayısı (μ_d) için ele alınmıştır [25]. Her deneme için örnek kutusu boşaltılıp farklı örneklerle tekrar doldurularak her nem içeriği için belirlenmiştir. Porozitenin belirlenmesi için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır [17]:

$$P = \left[1 - \frac{\rho_b}{\rho_m} \right] \times 100 \quad (3)$$

Eşitliklerde;

P : Porozite (%)

ρ_b : Hacim ağırlığı (kg/m^3)

ρ_m : Meyve hacim ağırlığı (kg/m^3)

Kabuklu ve iç ceviz için son hız (Tv) ölçümü için, biyolojik materyalin hava akımına gösterdiği direncin belirlenmesine yönelik deney düzeni kullanılmıştır. Bir ceviz örneği hava akımı içersine düşürülmüş, örneğin havada asılı kalana kadar fan devri arttırılmış ve bu noktadaki hava hızı son hız değeri olarak belirlenmiştir. Hava hızı, Testo 425 (Germany ve 0.01 m/s hassasiyetli) elektronik anemometre ile ölçülmüştür [17,26]. Tüm parametrelere ait elde edilen verilerin istatistiksel analizi (varyans analizleri ve çoklu karşılaştırma test sonuçları SPSS 10.0 istatistik paket programı ile bulunmuştur [27]. Denemelerden çıkan sonuçlar, tesadüf blokları bölünen parseller deneme düzenine göre analiz edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Boyutsal dağılım

Bilecik ve Yalova-3 çeşitleri için tüm incelenen fiziksel özellikleri değişimi, sırasıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir. Bilecik çeşidi kabuklu cevizinin nem içeriğinin %10,00'dan %15,76'ya kadar değişiminde, uzunluk, genişlik, kalınlık ortalamaları sırasıyla 39,25-39,73 mm, 34,39-34,71 mm ve 30,45-30,86 mm değerleri arasında bulunmuştur. Bilecik çeşidi iç cevizde nem içeriğinin %4,22'den %32,57'ye kadar değişimindeki ortalamalar; uzunluk (30,35-31,22 mm), genişlik (28,53-29,94 mm) ve kalınlık (22,74-24,23 mm) değerleri arasındadır. Bu sonuçlara göre, Bilecik çeşidi kabuklu ve iç cevizinin nem içeriği artışına bağlı olarak boyutsal değerlerinin artış gösterdiği gözlenmiştir. Bilecik ve Yalova-3 ceviz çeşitlerinde kabuklu ceviz kalınlığı ise, çalışılan nem içeriği değişimiyle sırasıyla; 1,39-1,43 mm ve 1,49-1,55 mm arasında artış göstermiştir.

Yalova-3 çeşidi kabuklu cevizinin nem içeriği değişimiyle, uzunluk, genişlik, kalınlık ortalamaları sırasıyla 42,54-42,87 mm, 31,88-32,03 mm, 31,13-31,34 mm arasında artış görülmüştür. İç cevizlerde ise nem içeriğinin değişimiyle uzunluk

(33,44-35,23 mm), genişlik (24,94-26,50 mm), kalınlık (23,50-24,56 mm) değerleri arasında bulunmuştur. Her iki ceviz çeşidinde de; boyutsal özellikler ve kabuk kalınlığı açısından kabuklu cevizde nem içeriğinin etkisi önemsiz çıkarken; iç cevizde ise önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Küresellik ve yüzey alanı

Nem içeriği değişimiyle Bilecik ve Yalova-3 ceviz çeşitlerinde kabuklu ve iç ceviz için küresellik ve yüzey alanı değerleri artış göstermiştir. Bilecik için kabuklu cevizde çalışılan nem içeriklerine göre, küresellik değerleri sırasıyla %87,52-%87,81; iç cevizde ise %88,67-%90,62 değerleri arasında bulunmuştur. Bilecik çeşidi kabuklu cevizi için nem içeriği değişiminin küresellik değerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, iç cevizde ise $P<0,05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Yalova-3 için kabuklu cevizde küresellik değerleri, nem içeriğinin %11,25'den %19,47'ye kadar değişiminde, %81,36'dan %81,52'ye artış gösterirken, iç cevizde ise küresellik değerleri nem içeriğinin %4,92'den %34,67'ye kadar değişiminde, %80,37-%81,38 değerleri arasında bulunmuştur. Yalova-3 çeşidi kabuklu ve iç cevizi için nem içeriği değişiminin küresellik değerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Küresellik ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimine ait sonuçlar; kayısı iç çekirdeği için, Gezer ve ark. [28] ve mahlep için Aydın ve ark. [9] tarafından da açıklanmıştır.

Bilecik çeşidinde ortalama yüzey alanı değerleri kabuklu cevizde, 37,03–38,59 cm² arasında değişirken; iç cevizde ise, 22,78–25,23 cm² değerleri arasında bulunmuştur. Nem içeriğinin kabuklu ve iç cevizde yüzey alanı değeri değişimine etkisi sırasıyla $P<0,05$ ve $P<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Yalova-3 çeşidi kabuklu ve iç cevizde nem içeriklerine göre yüzey alanı değerleri 37,59-38,68 cm² ile 22,66-25,94 cm² değerleri arasında değişmiştir. Yüzey alanı değeri değişimine nem içeriğinin etkisi, Bilecik cevizinde olduğu gibi artış yönünde bulunmuştur. Ceviz çeşitleri için kabuklu ve iç cevizlerinin yüzey alanı ve nem içeriği arasındaki artış eğilimi, badem kabuklu ve iç materyali için Aydın [17]; kayısı kabuklu ve iç çekirdeği için Gezer ve ark. [28]; kabuklu fındık materyali için Aydın [2] ve yerfıstığı kabuklu ve iç materyali için Aydın [29] tarafından benzer özellikte bulunmuştur.

Hacim ağırlığı ve meyve hacim ağırlığı

Hacim ağırlığı, Bilecik çeşidi kabuklu cevizi için nem içeriği (%10,00 ile %15,76 arasında) 264,6–297,0 kg/m³ arasında artarken; meyve hacim ağırlıkları ise 804,3–789,8 kg/m³ arasında azalış göstermiştir. Bilecik çeşidi iç cevizinde ise, nem içeriklerinin (%4,22-%32,57) değişimine göre hacim ağırlıkları 252,1–270,5 kg/m³ arasında artarken; meyve hacim ağırlıkları ise, 901,5–854,4 kg/m³ arasında azalma göstermiştir. Yalova-3 çeşidi kabuklu cevizinde hacim ağırlığı değerleri nem içeriğine göre, 265,0–307,8 kg/m³ arasında; meyve hacim ağırlıkları ise 756,8–796,3 kg/m³ arasında artış göstermiştir. Yalova-3 çeşidi iç cevizinde ise hacim ağırlıkları 239,3-253,6 kg/m³ arasında değişirken, meyve hacim ağırlığında ise 924,1 - 818,1 kg/m³ arasında azalış göstermiştir (Çizelge 1 ve 2).

Bilecik ve Yalova-3 çeşitlerinde kabuklu ve iç cevizlerde nem içeriğinin hacim ağırlığı değerlerine etkisi istatistiksel olarak $P<0,01$ seviyesinde önemli; meyve hacim ağırlığı değerleri için önemsiz bulunmuştur.

Bilecik ve Yalova-3 ceviz çeşitleri kabuklu ve iç cevizlerinin hacim ağırlığı ve nem içeriği arasındaki artış eğilimi; kiraz meyvesi [30]; armut [31] ile caper meyvesi [32] için benzer bulunmuştur. Meyve hacim ağırlığı ve nem içeriği arasındaki azalış eğilimi de; filbert kabuklu ve iç materyali [33] ile kabuklu ve iç fındık [2] için de benzer bulunmuştur.

Meyve hacmi ve porozite

Bilecik çeşidi kabuklu cevizi için meyve hacmi değerleri, nem içeriğiyle 21,43 cm³-22,77 cm³ ve iç cevizde ise, 10,33-12,05 cm³ değerleri arasında değişmiştir. Yalova-3 çeşidi kabuklu ve iç cevizinde ise, meyve hacmi değerleri 21,92 cm³-22,87 cm³ ile 10,26-12,58 cm³ değerleri arasında bulunmuştur. Meyve hacmi ile nem içeriği arasındaki benzer artış eğilimi, soya fasulyesi [22], acı bakla [34] ile caper meyvesi [32] için benzer açıklanmıştır.

Bilecik çeşidi kabuklu ve iç cevizleri için nem içerikleri değişimlerine göre porozite değerleri sırasıyla %67,11-%62,40 ve %72,03-%68,34 değerleri arasında; Yalova-3 çeşidi kabuklu ve iç cevizleri için sırasıyla, %64,99-%61,35 ve %74,11-%69,00 değerleri arasında azalış göstermiştir. Porozite ile nem içeriği arasındaki benzer azalış eğilimi, Sessiz ve ark. [32] caper meyvesi; Gezer ve ark. [28] kayısı iç çekirdeği; Aydın ve ark. [9] mahlep ve Çalısır ve Aydın [30] ise kiraz meyvesi için açıklanmıştır.

Bilecik çeşidi kabuklu cevizlerine ait meyve hacmi değerlerine nem içeriği değişimlerinin etkisi istatistiksel olarak $P<0,05$ seviyesinde önemli bulunurken, iç cevizlere ait meyve hacmi değerlerine nem içeriğinin etkisi istatistiksel olarak $P<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Nem içeriğinin kabuklu ve iç cevizine ait porozite değerleri değişimlerine etkileri ise Bilecik cevizi için istatistiksel olarak $P<0,01$ seviyesinde; Yalova-3 ceviz çeşidi için ise, $P<0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2).

Son hız

Nem içeriği değişimiyle Bilecik ceviz çeşidinde kabuklu ve iç ceviz için son hız değerleri 15,37 m/s'den 16,87 m/s'ye; iç cevizde 11,87 m/s'den 14,40 m/s'ye artmıştır. Yalova-3 ceviz çeşidinde de sırasıyla 16.10-16.45 m/s ile 12.07-14.73 m/s arasında artış görülmüştür.

Bilecik ve Yalova-3 ceviz çeşitleri kabuklu ve iç cevizlerinin son hız değerleri ve nem içeriği arasındaki artış eğilimi; Aydın et al. [9] mahlep; Aydın [8] fındık ve Aydın [11] badem ve çekirdeği için de benzer sonuçları açıklamışlardır. Son hız değeri belirlenen tarımsal ürünlerden yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni, nem içeriğiyle artan kütle ve her bir ceviz için hava akımına maruz kalan alanın büyümesiyle açıklanabilir [35].

Sürtünme katsayısı

Bilecik ve Yalova-3 için dinamik ve statik sürtünme katsayısı ortalama değerleri Çizelge 1 ile 2'de ve nem içeriği-sürtünme katsayıları ilişkilerini gösteren regresyon katsayısı ve eşitlikler de Çizelge 3'de verilmiştir.

Bilecik çeşidi kabuklu cevizde, sunta ve kontrplak sürtünme yüzeyleri için, dinamik sürtünme katsayısı değerleri nem içeriği artışına göre; 0,44–0,48 (sunta), 0,26–0,28 (kontrplak) arasında değişirken; iç cevizde ise sırasıyla, 0,10–0,13 (sunta), 0,14–0,16 (kontrplak) için bulunmuştur.

Statik sürtünme katsayısı değerleri incelendiğinde; kabuklu cevizde nem içeriği artışına göre değerler, sunta için 0,50–0,52 arasında, kontrplak için 0,28 – 0,33 değerleri arasında; iç cevizde ise, sunta için 0,13 – 0,17 ve kontrplak için ise 0,15 – 0,17 değerleri arasında bulunmuştur.

Yalova-3 çeşidi kabuk ve iç cevizleri için dinamik sürtünme katsayısı değerleri sunta ve kontrplak sürtünme yüzeyleri için sırasıyla; 0,39–0,43 ile 0,27-0,30 arasında değişmiştir. İç

cevizde ise, nem değişimine göre, 0,16-0,32 ve 0,10-0,13 arasında bulunmuştur. Statik sürtünme katsayısı değerleri; kabuklu cevizde sunta için 0,43-0,48 kontrplak için 0,30-0,36 değerleri arasında değişmiştir. İç cevizde ise, nem içeriğinin artışına bağlı olarak statik sürtünme katsayısı değerleri, sunta için 0,20-0,32 ve kontrplak için ise 0,11-0,16 aralığında bulunmuştur.

Bilecik ve Yalova-3 ceviz çeşitleri için kabuklu ve iç cevizde hem dinamik ve hem de statik sürtünme katsayıları, nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak artış göstermiştir. Benzer sonuçlar, filbert kabuklu ve iç materyali için, Pliestic ve ark. [33], 2006; yerfıstığı kabuklu ve iç materyali için, Aydın [29] ile fındık için, Aydın [8] tarafından da açıklanmıştır.

Çizelge 1. Bilecik ceviz çeşidinde kabuklu ve iç ceviz için farklı nem içeriklerinin bazı fiziksel özelliklere etkisi

Fiziksel Özellikler	Kabuklu ceviz			İç ceviz		
	Nem içeriği			Nem içeriği		
	%10,00	%15,41	%15,76	%4,22	%23,65	%32,57
L (mm)	39,25	39,42	39,73 ^{ns}	30,35 b	30,58 ab	31,22 a ^b
W (mm)	34,39	34,69	34,71 ^{ns}	28,53 b	29,43 a	29,94 a ^a
T (mm)	30,45	30,62	30,86 ^{ns}	22,74 b	23,20 b	24,23 a ^a
Gd (mm)	34,32 b	34,50 ab	35,02 a [*]	26,92 c	27,47 b	28,33 a ^a
St (mm)	1,39 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,43 ^{ns}	-	-	-
M (g)	12,90 b	13,88 a	14,50 a ^a	6,07 c	7,17 b	7,93 a ^a
Sp (%)	87,52	87,66	87,81 ^{ns}	88,67 b	89,78 ab	90,62 a ^b
Sa (cm ²)	37,03 b	37,42 ab	38,59 a ^b	22,78 c	23,72 b	25,23 a ^a
ρ_b (kg/m ³)	264,57 c	286,1 b	296,97 a ^a	252,1 b	266,7 a	270,5 a ^a
ρ_m (kg/m ³)	804,3	800,4	789,8 ^{ns}	901,5	868,9	854,4 ^{ns}
V (cm ³)	21,43 b	21,77 ab	22,77 a ^b	10,33 c	10,98 b	12,05 a ^a
P (%)	67,11 a	64,25 b	62,40 c ^a	72,03 a	69,3 b	68,34 a ^a
Tv (m/s)	15,37 b	15,50 b	16,87 a ^a	11,87 b	14,00 a	14,4 a ^b
μ_d (sunta)	0,44 c	0,46 b	0,48 a ^a	0,10 b	0,12 ab	0,13 a ^b
μ_d (kontrplak)	0,26	0,27	0,28 ^{ns}	0,14 b	0,15 ab	0,16 a ^b
μ_s (sunta)	0,50	0,51	0,52 ^{ns}	0,13 b	0,16 a	0,17 a ^b
μ_s (kontrplak)	0,28 b	0,31 a	0,33 a ^a	0,15 b	0,16 b	0,17 a ^a

*: Aynı satırdaki aynı harfler arası fark önemsizdir (P<0.01); b: Aynı satırdaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0,05); ns: Önemli değil

Çizelge 2. Yalova-3 ceviz çeşidinde kabuklu ve iç ceviz için farklı nem içeriklerinin bazı fiziksel özelliklere etkisi

Fiziksel Özellikler	Kabuklu ceviz			İç ceviz		
	Nem içeriği			Nem içeriği		
	%11,25	%15,16	%19,47	%4,92	%27,97	%34,67
L (mm)	42,54	42,68	42,87 ^{ns}	33,44 b	34,36 ab	35,23 a ^a
W (mm)	31,88	31,96	32,03 ^{ns}	24,94 b	26,12 a	26,50 a ^b
T (mm)	31,13	31,26	31,34 ^{ns}	23,50 b	24,23 a	24,56 a ^b
Gd (mm)	34,59 b	34,80 ab	35,08 a ^b	26,84 c	27,75 b	28,71 a ^a
St (mm)	1,49 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,55 ^{ns}	-	-	-
M (g)	13,84 b	14,15 b	15,13 a ^a	5,89 b	7,29 a	7,62 a ^a
Sp (%)	81,36	81,46	81,52 ^{ns}	80,37	80,94	81,38 ^{ns}
Sa (cm ²)	37,59 b	38,06 ab	38,68 a ^b	22,66 c	24,22 b	25,94 a ^a
ρ_b (kg/m ³)	265,0 c	273,7 b	307,8 a ^a	239,3 b	248,6 a	253,6 a ^a
ρ_m (kg/m ³)	756,8	772,2	796,3 ^{ns}	924,1	844,0	818,1 ^{ns}
V (cm ³)	21,92 b	22,33 ab	22,87 a ^b	10,26 c	11,33 b	12,58 a ^a
P (%)	64,99 a	64,55 ab	61,35 a ^b	74,11 a	70,54 b	69,00 b ^b
Tv (m/s)	16,10	16,40	16,45 ^{ns}	12,07	13,33	14,73 ^{ns}
μ_d (sunta)	0,39	0,42	0,43 ^{ns}	0,16 c	0,18 b	0,32 a ^a
μ_d (kontrplak)	0,27 b	0,28 a	0,3 a ^{**}	0,10 b	0,11 ab	0,13 a ^b
μ_s (sunta)	0,43	0,47	0,48 ^{ns}	0,20 c	0,24 b	0,32 a ^a
μ_s (kontrplak)	0,30 b	0,35 a	0,36 a [*]	0,11 b	0,13 b	0,16 a ^b

^a: Aynı satırdaki aynı harfler arası fark önemsizdir (P<0.01); ^b: Aynı satırdaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0,05); ^{ns}: Önemli değil

Çizelge 3. Bilecik ve Yalova-3 ceviz çeşitlerinde nem içeriği ve sürtünme katsayılarına ilişkin regresyon eşitlikleri

Ceviz çeşidi		Sürtünme katsayısı	Sürtünme yüzeyi	Regresyon denklemi	Regresyon katsayısı (R ²)
Bilecik	Kabuklu ceviz	Dinamik sürtünme katsayısı	Sunta	$\mu^* = 0,42 + 0,02 N_i^{**}$	1,000
			Kontrplak	$\mu = 0,25 + 0,01 N_i$	1,000
	İç ceviz	Dinamik sürtünme katsayısı	Sunta	$\mu = 0,09 + 0,02 N_i$	0,964
			Kontrplak	$\mu = 0,14 + 0,01 N_i$	1,000
	Kabuklu ceviz	Statik sürtünme katsayısı	Sunta	$\mu = 0,49 + 0,01 N_i$	1,000
			Kontrplak	$\mu = 0,26 + 0,03 N_i$	0,987
	İç ceviz	Statik sürtünme katsayısı	Sunta	$\mu = 0,11 + 0,02 N_i$	0,923
			Kontrplak	$\mu = 0,14 + 0,01 N_i$	1,000
Yalova-3	Kabuklu ceviz	Dinamik sürtünme katsayısı	Sunta	$\mu = 0,37 + 0,02.N_i$	0,923
			Kontrplak	$\mu = 0,25 + 0,02.N_i$	0,964
	İç ceviz	Dinamik sürtünme katsayısı	Sunta	$\mu = 0,06 + 0,08.N_i$	0,842
			Kontrplak	$\mu = 0,08 + 0,02.N_i$	0,964
	Kabuklu ceviz	Statik sürtünme katsayısı	Sunta	$\mu = 0,41 + 0,03.N_i$	0,893
			Kontrplak	$\mu = 0,28 + 0,03.N_i$	0,871
	İç ceviz	Statik sürtünme katsayısı	Sunta	$\mu = 0,13 + 0,06.N_i$	0,964
			Kontrplak	$\mu = 0,08 + 0,03.N_i$	0,987

μ^* : Sürtünme katsayısı; N_i^{**} : Nem içeriği

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ceviz çeşitlerinde nem içeriğinin artışına bağlı olarak kabuklu ve iç cevizde fiziksel özellikler olarak boyutsal özellikler, meyve ağırlığı, kabuk kalınlığı, küresellik, yüzey alanı, hacim ağırlığı, meyve hacmi, son hız, dinamik ve statik sürtünme katsayısı değerleri artış göstermiştir. Her iki ceviz çeşidinde meyve hacim ağırlığı ve porozite değerleri, nem içeriğinin artışına bağlı olarak azalma göstermiştir. Ülkemizde ticari öneme sahip ceviz çeşitleri olarak Bilecik ve Yalova-3 çeşitlerinin fiziksel özelliklerine nem içeriğinin önemli etkileri olmuştur. Ceviz hasat ve hasat sonrası (taşımaya, depolama, sınıflandırma ve paketleme vb.) birçok işlemlerde kullanılacak makina tasarımlarına yönelik mühendislik verilerinin belirlenmesi için nem içeriğinin, farklı çeşitlere göre boyutsal, sınıflandırma, mekanik özellikler vb. gibi birçok teknik özellikler konusunda daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Derrida, M., 2006. Carya alba, mockernut hickory, walnut kernel. <http://www.mdidea.com/products> (03.09.2007).
- [2] Şen, S.M. 1986. Ceviz Yetiştiriciliği (Walnut Growing), Eser matbaası, Samsun.
- [3] FAO, 2005. Statistical database. <http://faostat.fao.org>. Accessed to web 12.11.2006.
- [4] Ramos, D.E. 1998. Walnut Production Manual. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3373, Oakland, California.
- [5] Akça, Y. 2001. Ceviz Yetiştiriciliği, Arı Ofset, Tokat, Turkey.
- [6] TSE, 1990. Unshelled walnuts, TS 1275, Turkish Standard Institute, Ankara-Turkey.
- [7] TSE, 1991. Walnut kernels. TS 1276, Turkish Standard Institute, Ankara-Turkey.
- [8] Aydın, C. 2002. Physical properties of hazel nuts. Biosystem Engineering, 82: 297-303.
- [9] Aydın, C., Ögüt, H. and M. Konak, 2002. Some physical properties of Turkish Mahaleb. Biosystem Engineering, 82: 231-234.
- [10] Kaleemullah, S., and J. J. Gunasekar, 2002. Moisture-dependent physical properties of arecanut trues. Biosystem Engineering, 82: 331-338.
- [11] Aydın, C. 2003. Physical properties of almond nut and true. Journal of Food Engineering, 60: 315-320.
- [12] Aviara, N.A., Oluwole, F.A. and M.A. Haque, 2005. Effect of moisture content on some physical properties of sheanut (*Butyrospermum paradoxum*). International Agrophysics, 19: 193-198.
- [13] Kılıçkan, A., and M. Güner, 2008. Physical properties and mechanical behavior of olive fruits (*Olea europaea* L.) under compression loading. Journal of Food Engineering, 87: 222-228.
- [14] Koçtürk, B.Ö. ve R. Gürhan, 2007. Değişik Ceviz Çeşitlerinin Farklı Nem Değerlerindeki Bazı Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ankara University Journal of Agricultural Science, 13: 62-68.
- [15] Sharifian, F., and M.H. Derafshi, 2008. Mechanical behavior of walnut under cracking conditions. Journal of Applied Sciences, 8: 886-890.
- [16] Braga, G.C., Couto, S. M. Hara, T. and J. T. P. A. Ve Neto, 1999. Mechanical behaviour of macadamia nut under compression loading. Journal of Agricultural Engineering Research, 72: 239-245.
- [17] Olaniyan, A.M., and K. Oje, 2002. Some aspect of the mechanical properties of shea nut. Biosystems Engineering, 81: 413-420.
- [18] Mohsenin. N.N., 1970. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- [19] Güzel, E., ve M.T. Özcan, 1991. Bazı tarımsal ürünlerin iz düşüm alanlarının belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, Bildiriler kitabı, 461-470, Konya.
- [20] Sirisomboon, P., Pornchaloempong, P. and T. Romphop-hak, 2007. Physical properties of green soybean: criteria for sorting. Journal of Food Engineering, 79: 18-22.
- [21] Özarslan, C. 2002. Some physical properties of cotton seed. Biosystems Engineering, 83: 169-174.
- [22] Deshpande, S.D., Bal, S. and T.P. Ojha, 1993. Physical properties of soybean seeds. Journal of Agricultural Engineering Research 56, 89-92.
- [23] Suthar, S.H, and S.K. Das, 1996. Some physical properties of karingda (*Citrus lanatus* (thumb) mansf) seeds. Journal of Agr. Engineering Research, 65: 15-22.
- [24] Özgöz, E., Taşer, Ö.F. Ergüneş, G. ve E. Altuntaş, 2004. Bazı Tarımsal Ürünlerin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. GOÜ. Bilimsel Araştırma (2001/43) nolu proje sonuç raporu. (Yayınlanmamış araştırma projesi).
- [25] Sacilik, K., Öztürk, R. and R. Keskin, 2003. Some physical properties of hemp grain. Biosystems Engineering, 86: 213-215.
- [26] Berber, S. 2007. Aspir (*Carthamus tinctorious*, L.) tohumlarının aerodinamik özelliklerinin belirlenmesi. GOÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ABD. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Tokat.
- [27] SPSS, 2000. SPSS for Windows. Student version. Relea-

se 10.0.9 Spss

Inc/L United States.

[28] Gezer, I., Haciseferoğulları, H. and F. Demir, 2003. Some physical properties of Hacıhaliloğlu apricot pit and its kernel. *Journal of Food Engineering*, 56: 49-57.

[29] Aydın, C. 2006. Some engineering properties of peanut and kernel. *Journal of Food Engineering*, 79: 810–816.

[30] Çalışır, S., and C. Aydın, 2004. Some physico-mechanic properties of cherry laurel (*Prunus lauracerasus* L.). *Journal of Food Engineering*, 65: 145-150.

[31] Kabas, O., Ozmerzi, A. and I. Akinci, 2006. Physical properties of cactus pear (*Opuntia ficus india* L.). *Journal of Food Engineering*, 73: 198-202.

[32] Sessiz, A., Esgici, R. and S. Kızıl, S. 2007.

Moisture-dependent physical properties of caper (*Capparis ssp.*) fruit. *Journal of Food Engineering*, 79: 1426-1431.

[33] Pliestic, S., Dobricevic, N. Filipovic, D. and Z. Gospodaric, 2006. Physical properties of filbert nut and kernel. *Biosystems Engineering*, 93: 173-178.

[34] Ögüt, H. 1998. Some physical properties of white lupin. *Journal of Agr. Eng. Research*, 69, 273–277.

[35] Konak, M., Çarman, K. and C. Aydın, 2002. Physical properties of chickpea grains. *Biosystems Engineering*, 82: 73–78.