



## Fındık Kırma Prosesinde Pnömatik Tasarım Optimizasyonu

Faruk Güner\*, Mükrimin Şevket Güney

Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 28200 Giresun, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş 24 Haziran 2018  
Kabul 04 Ağustos 2018

#### Anahtar Kelimeler:

Fındık kırma makinesi  
Sürüklenme haznesi  
Fındık vurgunu  
Kalibrasyon  
İşleme maliyeti

\*Sorumlu Yazar:

E-mail: farukguner@gmail.com

### ÖZ

Türkiye, dünya fındık üretiminin 2/3'lük kısmını elinde tutan ülke olduğundan fındık önemli bir ihracat unsuru haline gelmektedir. Dünyada farklı kıtalarda üretim yapılmasına karşın iklim ve arazi koşullarının uygunluğu, yöreye özgü türler ve uzun yıllardır yapılan fındık tarımı, bu üretim potansiyelini pazara sunmaktadır. Fındık arazilerinin bakımı, tarımın makineleşmesi gibi konuların paralelinde fındığın işleme koşullarının geliştirilmesi de endüstriyel ürün pazarının artması açısından önem taşımaktadır. Endüstriyel tesislerde katma değeri yüksek fındık ve fındık türevi ürünlerin işlenebilmesi için, depolamadan paketlenmeye bütün adımların verimliliği üst düzeye taşınmalıdır. Bu kalite ve verimin sağlanması için gerekli geliştirmeler, üretimin ilk adımı olan fındık kabuğunun kırılması ve içinin kabuktan ayrılması prosesinde ele alınarak maliyetlerin de azaltılmasını sağlayabilir. İlk yatırım, bakım onarım gideri kalemlerinin yanında vurgun oranını azaltacak sistemler geliştirilmesi olumlu sonuçlar açığa çıkaracaktır. Bu çalışmada, mevcut fındık kırma sistemleri incelenmiş, avantaj ve dezavantajları değerlendirilmiş, maliyet ve ürün kalitesi olarak mevcut kırma sistemlerinin önüne geçebilecek, pnömatik bir kırma sistemini önerilmiştir. Önerilen sisteme ait katı model ortaya konulmuştur.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(10): 1474-1478, 2018

## Pneumatic Design Optimization in Hazelnut Shelling Process

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received 24 June 2018  
Accepted 04 August 2018

#### Keywords:

Hazelnut shelling  
Pneumatic drift tube  
Kernel impact  
Calibration  
Processing cost

\*Corresponding Author:

E-mail: farukguner@gmail.com

### ABSTRACT

As Turkey is the country which holds two-thirds of the world hazelnut production, hazelnut has become an important element of export. Despite there are hazelnut production in different continents of the world, the suitability of climate and land conditions, native species and hazelnut cultivation for many years present this production potential. In parallel with issues such as maintenance of hazelnut plants, mechanization of agriculture maintenance of hazelnut processing conditions is also important in terms of increasing industrial product market. The efficiency of all the steps from storage to packaging must be maximized for the processing of high added value nuts and hazelnut products in industrial plants. The necessary improvements to ensure this quality and efficiency can be achieved by reducing the cost of the hazelnut shelling process, which is the first step in the production by extracting the kernel from the shell. In addition to reduce initial investment and maintenance costs, the development of such systems those will also reduce the rate of impacted hazelnut will bring positive results on industry. In this study, existing hazelnut shelling systems have been investigated, advantages and disadvantages have been evaluated and a pneumatic shelling system has been proposed which can avoid existing crushing systems as cost and product quality. A solid model of the proposed system is presented.

## Giriş

Ülkemiz tarımsal ve endüstriyel bir ürün olan fındıkta dünya üretim pazarına önemli ölçüde hakimdir (Pelvan ve ark., 2018). Bu üründe söz sahipliğimizin devam etmesi ve ülkenin pazar payının korunması açısından zirai üretimden endüstriyel ürün pazarlama faaliyetlerine kadar yoğun akademik çalışma desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki sürdürülebilir bir fındık endüstrisi için ihtiyaç duyulan iyileştirme adımları sıralamasında %29 ile kalite artışı birinci sırada, %27 ile verim artışı ikinci sırada yer almaktadır (Castro ve Swart, 2017). Bu yaklaşımla, son yıllarda azalan pazarımızın korunabilmesi hatta büyüebilmesi için elde edilen ürünün en üst düzeyde katma değerle pazarlanabilmesi önem taşımaktadır. Beklenen katma değerın sağlanabilmesi için ele alınması gereken proseslerden bir tanesi de kırmadır.

Fındık kırma olarak adlandırılan, fındığın iç kısmının kabuğundan ayrılması prosesi işleme maliyetlerini ve ürün kalitesini yakından etkilemektedir (Güner ve ark., 2003). Kırma esnasında fındık içinden parça kopması “vurgun” olarak adlandırılır. Bu ise fındığın lipid temelli zengin besin içeriğinde bozunmaya neden olur (Ghirardello ve ark., 2013). Vurgun sonucunda nihai ürün üzerinde oluşan olumsuz etkiler literatürde incelenmiştir; bu çalışmalarda özellikle fındık yağı eldesinde kalite düşüşü ortaya konulmuştur (Arjun ve ark., 2016; Delprete ve Sesana, 2014). Türkiye’de yetişen fındık cinsleri incelendiğinde toplam yağ içeriklerinin %60-70 aralığında değiştiği görülmektedir. Vurgun yağ kalitesini düşürerek endüstriyel ürün değerini azaltmakta ve ürünün bozunmasına yol açmaktadır (Ghirardello ve ark., 2013; Arjun ve ark., 2016; Delprete ve Sesana, 2014; Göncüoğlu Taş ve Gökmen, 2015).

Fındık kırma üniteleri kalibrasyon, kırma, kabuk ayırma, iç fındık kalibrasyonu ve iç fındığın seçilmesi birimlerinden oluşmaktadır (Özdemir, 1998). Bu tarz kombine sistemler ilk yatırım ve işletme maliyetleri bakımından ürün üzerine ek maliyetler getirmektedir. Bu birimlerin bir ya da bir kaçını kullanmaksızın tasarlanabilecek bir sistem ilk yatırım ve işletme maliyetlerini düşürecektir. Kalibrasyon aralığını daraltan konik kırıcılar vurgun miktarını düşürmekte bir adım öne çıksalar da kapasite bakımından taş kırıcıların gerisinde kalmaları dezavantajları olmaktadır (Kacal ve Koyuncu, 2018). Türkiye üretilen fındık çeşitlerine göre taş kırıcılarda, uygulanan farklı hız ve açıda kırmanın ürün özellikleri üzerine olumsuz etkileri de ortaya konulmuştur (TTSO, 2018). Bu ayrıntılar uygulama da yeterince göz önüne alınmamaktadır.

Günümüze kullanılan fındık kırma sistemleri birçok açıdan sınıflandırılabilir. Hareket şekline göre yatay ya da dikey sınıflandırma söz konusu olabileceği gibi kırma şekline bağlı olarak sınıflandırma da yapılabilir (GTSO, 2018). Genelde biri sabit diğeri dönen konik veya taş kırıcılarda, sert yüzeylere çarpıtılarak yada yüzeyler arasından geçirilerek kırma işlemi yapılmaktadır. Sistemlerin performansı değerlendirilirken ilk yatırım maliyeti, kapasite ve vurgun miktarı önemli kriterler olarak karşımıza çıkmaktadır (ZMO, 2016). Fındık endüstrisinde ülkemizde en yaygın kullanılan kırma yöntemi çeneli kırma olup bu yöntemde fındık içlerinin birbirlerine çarpması ya da kabukların fındık içlerine

çarpması sonucunda iç fındık zarar görmekte yüzeyden kopan fındık parçaları hem kayıp olmakta hem de zararlı kimyasal süreçleri başlatmaktadır (ZMO, 2016). Dikey fındık kırma sistemleri genelde konik kırıcıların kullanıldığı sistemler olup 1990’lı yıllarda sıklıkla araştırma konusu olmuşlardır. Yapılan çalışmalar ve geliştirmeler neticesinde endüstriyel konik kırma tesisleri inşa edilmiş fakat çeneli kırma sistemlerinin önüne geçerek kırma verimini istenilen düzeye çıkaramamışlardır (Özdemir, 1996; Sali, 2001).

Fındık kırma mekanizmalarında bir diğer önemli faktör ise uygulanan kuvvet ve kırma hızıdır (Valentini ve ark., 2006; Ercisli ve ark., 2011). Ürünün nem içeriğine göre mekanik özelliklerinin incelendiği çalışmalar göstermiştir ki uygulanması gereken kuvvet geniş bir dağılım aralığında yer alabilmektedir ve bu kuvveti oluşturmak için 10mm/s gibi hızlar test edilmelidir (Giacosa ve ark., 2016; Kibar ve Öztürk, 2009). Bu çalışmalar fındık kırma karakteristiğinin birçok değişkeni içeren geniş bir aralıkta değiştiğini göstermektedir.

Taş ya da konik kırma tesisleri incelendiğinde ilk yatırım ve bakım maliyetlerinin yüksek olması ancak yüksek kapasiteli üretimler için uygun olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Birçok gıda üretim sisteminde olduğu gibi pnömatik sistemlerin kullanılması fındık kırma tesislerinin daha verimli hale gelmesini sağlayacaktır (Güner, 2009). Havalı tip fındık kırma sistemleri konusunda yapılan öncü çalışmalar sistemin klasik yöntemlere göre avantajlarının dezavantajlarından fazla olduğunu fakat geliştirmeye ihtiyaçları olduğunu ortaya koymuştur (Saraç, 2013).

Mevcut geleneksel fındık işleme sistemlerinde nihai ürün kalitesindeki referans noktası kalibrasyondur. Ayrıca iyi bir kalibrasyonun olmadığı üretimlerin verimleri düşük olmaktadır. Ortaya konulması gereken yeni alternatiflerin fındık kırmadan önce yapılan kalibrasyon adımına ihtiyaç duymaması özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için son derece elverişli çözümler sunacaktır. Ayrıca, bu tip bir kırma makinesi bakım-onarım masraflarını ve enerji maliyetlerini düşürecektir. Bunların yanı sıra fındık kırmada yaşanan vurgun olayının pnömatik sistemlerde daha düşük olacağı önceki çalışmalarda ifade edilmiştir (Saraç, 2013).

Fındık kırma sistemlerinde kalibrasyon, vurgun oranı, kırılmayan fındık oranı ve tesislerin sadeleştirilmesi önemli parametrelerdir (Giacosa ve ark., 2016). Bu çalışmada, parametreleri optimize edebilecek fındık kırma modeli olarak sürüklenme hazneli fındık kırma ünitesi tasarlanmıştır. Sürüklenme hazneli fındık kırma makinesinde yatay da belli eğimlerle yerleştirilmiş borular içerisinde hava ile hızlandırılan fındık boru bitiminde açılı bir şekilde kuvvet uygulayacak kırma çenesine çarpıtılarak kabuğu kırılmaktadır. Tasarlanan sistem modellenmiştir ve farklı sürüklenme hızlarında elde edilen veriler toplanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

İdeal bir fındık kırma sisteminin tasarlanması için öncelikle çevre parametrelerinin tanımlanması gerekmektedir. Kırma genel olarak oda sıcaklığında ve kabuğun %11 nem içerdiği koşullar altında yapılmaktadır

(Castro ve Swart, 2017). Fındığın geometrisi tam küre olmamakla birlikte hesaplamalarda küresel bir cisim olarak kabul edilerek bir ortalama çap ve hacim verisine ihtiyaç duyulmaktadır. Genel olarak fındığın küresel bir geometriye yakın olduğunu baz alınsa da bazı cinslerde bu durum değişebilmektedir. Denklem 1’de ortalama çap  $d_m$  değerine ait eşitlik verilmektedir (Mohsenin, 1986). Denklem 1’de kullanılan parametrelerin geometrik karşılıkları Şekil 1’de sunulmuştur. Belirtilen geometrik boyutlar ışığında fındık hacmi  $V$ , Denklem 2’de gösterilmektedir.

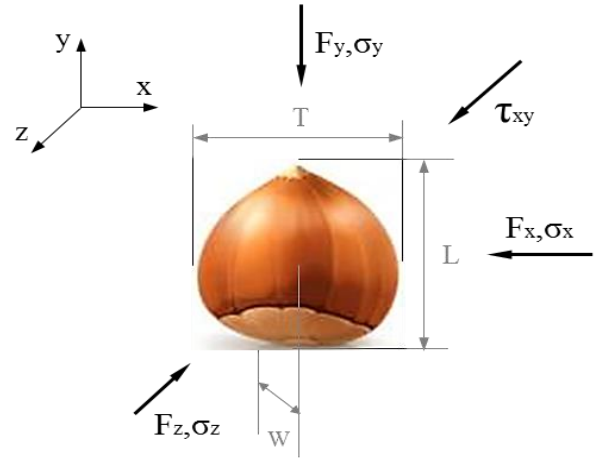
$$d_m = (LWT)^{1/3} \quad (1)$$

$$V = \frac{\pi}{6} (LWT) \quad (2)$$

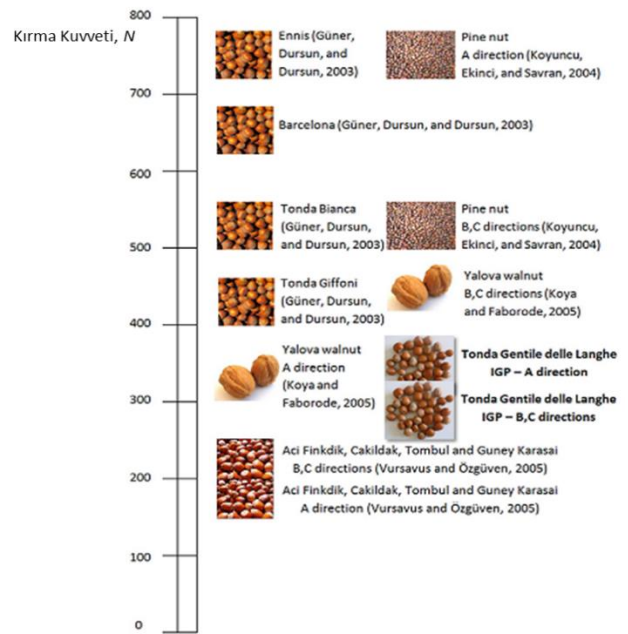
Hesaplamaların başlangıcında yapılması gereken önemli kabullerden bir tanesi fındık kabuğunun izotropik olup olmadığıdır. Bonisoli ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada fındık kabuğunun odun benzeri davranış gösterdiğini bu nedenle Elastisite modülünün yöne bağlı olarak değişkenlik gösterebildiğini ifade etmişlerdir. Bonisoli ve ark. (2015) çalışmasında hesaplanan Elastisite modülü değerleri kuvvetin uygulama yönüne bağlı olarak 1.500MPa ile 6.200MPa arasında değiştiğini ortaya koymaktadır. Benzer bir yaklaşımla yapılan bir çalışma, fındığın kırma yönüne bağlı olarak Elastisite modülünün 4.350MPa ile 8.300MPa aralığında değiştiğini göstermiştir. Elastisite modülünün değişkenliği uygun bir kırma işleminin değişken durumlara adapte olabilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Fındığın kırılması için gerekli olan kırma kuvveti, incelendiğinde yaklaşık 150-200MPa aralığında bir gerilmenin oluşturulması ve bu gerilmenin sağlanması içinde gerekli kuvvetin en az 180N olduğu görülmektedir (Delprete ve Sesana, 2014; Kacal ve Koyuncu, 2018). 180N değerinin dünyada üretilen fındık cinsleri için minimum bir değer olduğu, kırma yönüne göre farklılık gösterdiği, Acı Fındık, Çakıldak, Tombul gibi cinslerde geçerli olduğu araştırmalarda ortaya konulmuştur (Bonisoli ve ark., 2015). Kırma yönü değiştiğinde belirtilen cinsler için 220N değerinde bir kırma kuvveti uygulanması gerekliliğinin ortaya konulduğu çalışmada, dünyada kırılması için 750N kuvvet uygulanması gereken türler tespit edilmiştir. Şekil 2’de fındık ve bazı diğer kabuklu türlerin ortalama kırma kuvvetleri gösterilmiştir.

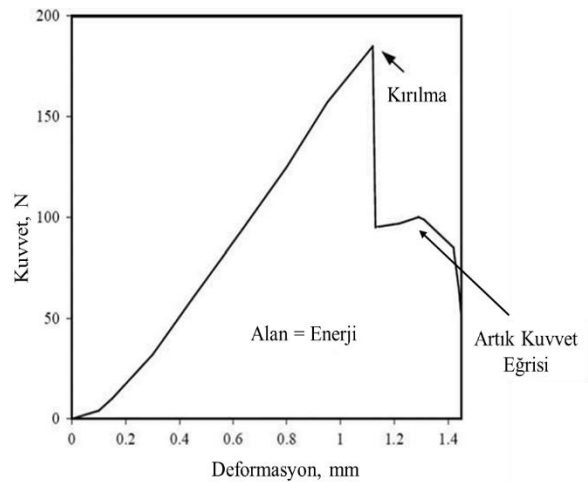
Şekil 2’de verilen kuvvetlerinin dikey eksenlerde uygulanması sonucunda Şekil 1’de verilen  $\sigma$  normal gerilmeleri oluşturularak fındık kabuğunun kırılması sağlanmaktadır. Kırma işlemlerinde yaşanan önemli bir sorun vurgun olayının en aza indirgenmesi için kırma kuvvetinin yalnızca normal gerilme şeklinde değil, aynı zamanda  $\tau$  kayma gerilmesi yönünde uygulanması gerekliliğidir. Fındık kırma makinelerinde oluşan vurgun olayı fındıkların birbirine çarpması ya da fındık içinin kırıcı yüzeye çarpması sonucu meydana gelmektedir. Şekil 3’te fındık kırma işleminde uygulanan kuvvetin değişim grafiği sunulmuştur.



Şekil 1 Fındık geometrisi ve uygulanan gerilmeler  
Figure 1 Hazelnut geometry and stress applications



Şekil 2 Farklı kabuklu ürünler için gerekli kırma kuvveti  
Figure 2 Shell cracking forces required for different crustacean products



Şekil 3 Fındık kırma kuvvetinin deformasyona göre değişimi  
Figure 3 Hazelnut shell cracking force distribution via deformation

Kırıcı yüzeylerde kalan artık gerilmelerin neden olduğu vurgun, kırma yüzeyinin eğik olarak tasarlanması ile çözülebileceği düşünülmektedir. Böylece kırma yüzeyinden daha hızlı uzaklaştırılarak vurgun oluşması riskinden kaçınılabilecektir.

Kırma işlemi için gerekli olan kuvvet, biri sabit diğeri hareketli kırıcı yüzeyler ya da fındığın döner disklerde hızlandırılması ile sağlanmaktadır. Bu kırma şekline alternatif olarak fındığın pnömatik bir sistemle kırılması kalibrasyon adımı ortadan kaldıracığı gibi vurgun oranını da azaltabilecektir. Fındık 30m/s gibi hava hızlarında taşınarak eğimli kırıcı yüzeylere çarptırılması ile fındık içi ve kırıcı yüzey arasında bir hava yastığı oluşturularak vurgun oranının azaltılması mümkün olabilecektir.

## Bulgular ve Tartışma

Bu çalışma süresince öncelikli olarak fındık kırma prosesi hakkında genel kapsamlı bir inceleme yapılmıştır. Fındık kırma proseslerinde endüstriyel tercihin çeneli kırıcılardan yana olduğu konik, ya da silindirik kırma yüzeylerine sahip sistemlerinde tercih edildiği görülmektedir. Kırma prosesi ve sistem seçiminde ilk yatırım maliyeti, bakım onarım maliyeti ve verimlilik gibi tasarım kriterlerinin yanısıra vurgun adı verilen önemli bir kriter daha bulunmaktadır. Maliyet ve vurgun olarak konuyu iki temel başlık altında toplamak mümkündür.

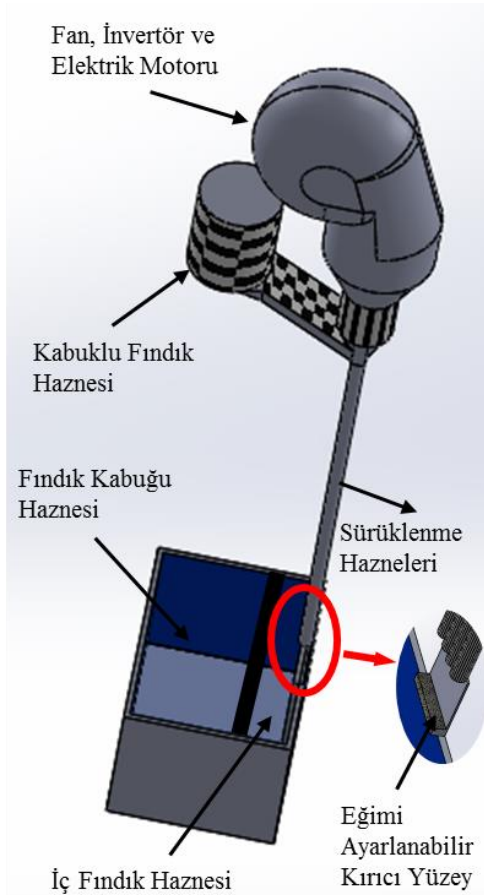
Sistemlerin optimizasyonu ve ekonomik rekabet gücünün artırılması için mümkün ise bazı işlem adımlarının kaldırılması etkin bir çözüm olarak görülmektedir. Bu aşamada fındık kırma prosesinde incelenmesi beklenen ilk adım kalibrasyondur. Kalibrasyon işleme süresini uzatan, kırma sistemlerinin hacmini arttıran ve sistem yapısı nedeniyle kırma verimini yakından ilgilendiren bir aşamadır. Kırılacak olan fındıklar belli çap sınıflarına göre kalibre edilerek bu kalibrasyona uygun çene, kırma yüzeyi ya da konik kırıcı aralıkları ayarlanarak sisteme gönderilir. Başka bir deyişle işlenecek bütün fındıklar çaplarına göre elekten geçirilmeli, kırılacak çap sınıfı için kırma sistemi ayarlanmalı ve bu işlem her çap geçişinde tekrarlanmalıdır. Kalibrasyonun getirdiği yatırım maliyeti, bakım onarım giderinin yanı sıra dolaylı olarak neden olduğu bu tekrarlı işlemler ürün maliyetini arttırmaktadır. Bu nedenle kalibrasyon adımının kırma sürecinden, uygun düzenekler ve yenilikçi sistemlere geçmek suretiyle vazgeçmek yararlı olacaktır.

Kırma proseslerinde ilk yatırım ve işletme maliyetlerini etkileyecek bir diğer unsurda kabuk ve iç fındığın ayrıştırılmasıdır. İç fındığın ayrıştırılması için genellikle pnömatik bir sistem kullanılarak bant üzerinde hareket halindeki kabuk ve iç fındık karışımından kabuk kısmı emilerek yapılır.

Kırma prosesinin maliyet dışındaki diğer önemli bir parametresi vurgundur. Fındık kabuğunun kırılması sırasında açığa çıkan enerji ya da iç fındığın kırıcı yüzeye çarpması sonucunda yüzeyden parça kopması olayına denilen vurgun fındık kalitesini düşürüp ürünün ekonomik değerini yitirmesine neden olmaktadır. Vurgun yüzeyde kimyasal reaksiyonu başlattığından fındık içinin hijyen koşulları kaybetmeden depolanarak saklanabilmesi için büyük önem taşımaktadır.

Vurgun miktarının azaltılması için iki yaklaşımın incelenmesi gerekmektedir. Bunlardan ilki kırma kuvvetinin uygulanma şekli diğeri de fındığın kırılması için gerekli hızın ne şekilde kazandırıldığıdır. Mevcut kırma sistemlerinde kuvvet dik olarak normal gerilme oluşturacak şekilde uygulandığından kayma gerilmesi uygulanması vurgun miktarını azaltabilecektir. Diğer taraftan fındığın kırıcı yüzeye doğru hava ile hızlandırılması oluşacak hava yastığı ile vurgun miktarını azaltabilecektir.

Bu bulgular ışığında fındığın eğimli bir yüzeye çarptırılması ile kırılmasını sağlayacak pnömatik bir sistemin tasarlanması verimli bir işleme ortaya koyabilecektir. Pnömatik sistemin ve kırıcıların doğru tasarlanması sayesinde kalibrasyon adımı ortadan kalkacağından sistemin ilk yatırım ve işletme maliyetleri azalacaktır. Bu prensipler ışığında Şekil 4'teki tasarım ortaya konulmuştur.



Şekil 4 Sürüklenme Hazneli Fındık Kırma Ünitesi  
Figure 4 Hazelnut shell cracking unite with air drifting column

Şekil 4'te gösterilen sürüklenme hazneli fındık kırma sistemi vasıtasıyla pnömatik kırma işlemi gerçekleştirilebilecektir. İntertör ile hızı ayarlanabilen fanın sağladığı hava daralan bir kesitte hızlandırılacaktır. Hızlanan hava cidarda vakum oluşturacağından kabuklu fındık haznesinden fındıkların sürüklenme haznelerine düşmesini sağlayacaktır. Hava hızının 30m/s düzeyinde olması fındığın hazne çıkışındaki eğimli kırıcı taş çarpması sonucunda kırılmasını sağlayacaktır. Eğimli kırıcı yüzey fındıkların kayma gerilmesi altında

kırılmasını sağlarken iç fındıklar ağırlıkları nedeniyle öndeki toplama haznesine kabuklar ise daha ilerideki toplama haznesinde birikecektir. Bu ise kısmen kabuk iç ayrıştırmasına yol açacaktır.

Fındık toplama haznesinden sürüklenme haznesine düşmesi esnasında herhangi bir kalibrasyona ihtiyaç duyulmayacağından kalibrasyonsuz kırma yapmak mümkün olacaktır. Fındık ayrıştırma adımı da Şekil 4'te verilen tasarım ile bertaraf edilmektedir.

## Sonuçlar

Bu çalışmada fındık kırma prosesinin ekonomik veriminin artırılması için gerekli parametreler incelenmiştir. Özellikle sistemlerin ilk yatırım, bakım onarım maliyetlerinin azaltılması ve fındıkta meydana gelen vurgun olayının minimize edilmesi amacıyla tasarım önerileri ortaya konulmuştur.

Tasarlanan pnömatik sistem kalibrasyon ve kabuk ayırma gibi adımları önemli ölçüde ortadan kaldıracabileceğinden maliyetleri azaltacaktır. Diğer taraftan eğimli kırıcı yüzey ve hava ile taşınan fındığın kırılması vurgun miktarını azaltabilecektir.

Kırıcı taşın veya yüzeyin olması gereken eğimi, kırıcı taş ve fındık ve kabuk toplama hazneleri arasındaki yükseklik farkı araştırılması gereken konular arasındadır. Fındığın cinsine göre incelenmesi gereken başka bir önemli parametrede uygulanması gereken hava hızıdır.

Fındıkların cinsine, kabuk kalınlığına ve benzeri parametrelere bağlı olarak sistemlerin optimizasyonu her durumda üretimi destekleyen yardımcı unsurlar olarak ortaya çıkmaktadır.

## Kaynaklar

- Arjun S, Girish G, Nagaraju VD, Sridhar BS. 2017. Physico-fracture Characteristics of Makhana (*Euryale ferox*) Seeds. *International Journal of Food Properties.*, Vol. 20 No. S2, S1204–S1209. DOI: 10.1080/10942912.2016.1214843.
- Bonisol E, Delprete C, Sesana R, Tamburro A, Tornincasa S. 2015. Testing and Simulation of the Three Point Bending Anisotropic Behaviour of Hazelnut Shells *Biosystem Engineering.*, 129 134-141, DOI 10.1016/j.biosystemseng.2014.10.002.
- Castro NR, Swart J. 2017. Building a Roundtable for a Sustainable Hazelnut Supply Chain. *Journal of Cleaner Production.*, 168 1398-1412. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.08.239.
- Delprete C, Sesana R. 2014. Mechanical Characterization of Kernel and Shell of Hazelnuts: Proposal of an Experimental Procedure. *Journal of Food Engineering.* 124: 28–34. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.08.239.
- Ercisli S, Ozturk I, Kara M, Kalkan F, Seker H, Duyar O, Erturk Y. 2011. Physical Properties of Hazelnuts, *International Agrophysics*, 25: 115–121, DOI: 10.24323/akademik-gida.370107.
- Ghirardello D, Contessa C, Valentini N, Zeppa G, Rolle L, Gerbi V, Botta R. 2013. Effect of Storage Conditions On Chemical and Physical Characteristics of Hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 81: 37–43, DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1052.44.

- Giacosa S, Belviso S, Bertolino M, Dal Bello B, Gerbi V, Ghirardello D, Giordano M, Zeppa G, Rolle L. 2016. Hazelnut Kernels (*Corylus avellana* L.) Mechanical and Acoustic Properties Determination: Comparison of Test Speed, Compression or Shear Axis, Roasting, and Storage Condition Effect. *Journal of Food Engineering.* 173: 59–68, DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2015.10.037
- Göncüoğlu Taş N, Gökmen V. 2015. Profiling Triacylglycerols, Fatty Acids and Tocopherols in Hazelnut Varieties Grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis.* 44: 115–121. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.08.010>
- GTSO. 2018. Gümüşhane Ticaret Sanayi Odası, [http://gumushanetso.org.tr/dosyalar/findik\\_kirma\\_isleme\\_pa\\_ketleme.pdf](http://gumushanetso.org.tr/dosyalar/findik_kirma_isleme_pa_ketleme.pdf) [Erişim: 04.04.2018]
- Güner F. 2010. Çay Fabrikalarında Yaş Çay Taşımada Kullanılacak Vakumlu Sistemin Tasarımı, İmalatı ve Performans Özelliklerinin İncelenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Güner M, Dursun E, Dursun IG. 2003. Mechanical Behaviour of Hazelnut under Compression Loading. *Biosystems Engineering*, 85: 485–491, DOI: 10.1016/S1537-5110(03)00089-8
- Kacal M, Koyuncu MA. Cracking Characteristics and Kernel Extraction Quality Hazelnuts: Effects of Compression Speed and Positions. *International Journal of Food Properties.* ISSN:1094-2912 1532-2386 <http://www.tandfonline.com/loi/ljfp20>
- Kibar H, Ozturk T. 2008. The Effect of Moisture Content On the Physico-mechanical Properties of Some Hazelnut Varieties. *Journal of Stored Products Research.* 45: 14–18, <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2008.06.005>
- Mohsenin NN. 1986. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*; Gordon and Breach Press: New York. USA.
- Özdemir M. 1996. Taşlı ve Konik Kırıcılarda Fındık Kırma İşlemi Kalite Parametrelerinin İstatistiksel Olarak Belirlenmesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tez, Ankara
- Özdemir M. 1998. Comparison of the Quality of Hazelnuts Shelled with Modified Conical Sheller and Stone Sheller TUBITAK-MRC Food Science and Technology Research Institute. P.O. Box. 21, 41470, Gebze-Kocaeli, Turkey(Received 1 September 1997; accepted in revised form 10 August 1998)
- Pelvan E, Olgun EÖ, Karadağ A, Alasalvar C. 2018. Phenolic Profiles and Antioxidant Activity of Turkish Tonbul Hazelnut Samples (Natural, Roasted, and Roasted Hazelnut Skin). *Food Chemistry.* 244:102-108, doi: 10.1016/j.foodchem.2017.10.011.
- Sali B. 2001. Fındık Kırma Teknolojisinde Yatay Eksenli Silindirik Tanbur Sisteminin Geliştirilmesi, Hazelnut Breaking Machine With The Horizontal Axis and Cylindrical Drum. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Elazığ
- Saraç İ. 2013. “Havalı Tip Fındık Kırma Makinesinin İmalatı ve Performans Karakteristiklerinin Araştırılması”. Yüksek Lisans Tezi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı. Fırat Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- TTSO. 2018. Trabzon Ticaret Sanayi Odası. <http://www.ttso.org.tr/dosyalar/Findik-Kirma-Tesisi-On-Fizibilite-Raporu.pdf>, [Erişim; 04.04.2018]
- Valentini N, Rolle L, Stevigny C, Zeppa G. 2006. Mechanical Behaviour of Hazelnuts Used for Table Consumption Under Compression Loading. *Journal of Science of Food and Agriculture.* 86, 1257–1262, <https://doi.org/10.1002/jsfa.2486>
- ZMO. 2016. Ziraat Mühendisleri Odası Genel Merkezi, “Fındık Raporu 2016”, [Erişim:06.04.2018]