

## Periyodik Yüklemeli ve Eğik Çeneli Çekirdek Kıрма Makinasının Tasarımı, İmalatı ve Kıрма Verimliliğinin Araştırılması

Nihat TOSUN, Latif ÖZLER

*Fırat Üniversitesi, Müh. Fak., Makina Mühendisliği Bölümü,  
23279, Elazığ-TÜRKİYE*

Şenol LALE

*Köy Hizmetleri, Bingöl İl Müdürlüğü, Bingöl-TÜRKİYE*

Geliş Tarihi 29.06.2000

### Özet

Bu araştırmada, kayısı ve badem çekirdeklerinin kırılmasını sağlamak için; periyodik olarak yükleme yapan, sarsaklı ve eğik çeneli bir çekirdek kırma makinasının tasarımı ve imalatı yapıldı. Tasarımı ve imalatı yapılan çekirdek kırma makinasının kırma verimliliğini tespit etmek için, kayısı çekirdekleri kuru ve farklı suda bekletme sürelerinde (1, 2, 3 ve 4 saat) ve farklı çene açıklıklarında (8,5; 9,5; 10,5 ve 11,5 mm) kırıldı. Bu çalışma sonunda elde edilen sonuçlar, benzer tip bir çekirdek kırma makinasıyla karşılaştırıldı.

**Anahtar Sözcükler:** Çekirdek kırma makinası, Kayısı, Badem.

## Design, Manufacture and Investigation of Cracking Efficiency of a Stone Cracking Machine with Periodic Loading and Sloping Jaw

### Abstract

In this study, a stone cracking machine with periodic loading, and a shaky and sloping jaw which breaks apricot and almond stones was designed and manufactured. For determining the cracking efficiency of the stone cracking machine, the apricot stones were cracked under dry and different wetting periods (1, 2, 3 and 4 hours) and jaw clearances (8.5, 9.5, 10.5 and 11.5 mm). The results obtained at the end of this study were compared with a similar type of stone cracking machine.

**Key Words:** Stone cracking machine, Apricot and Almond.

### Giriş

Özellikle kayısı ve badem ağacının bol olduğu bölgelerde, bu ağaçlardan elde edilen ürünün işlenmesi konusu önemli bir yer tutmaktadır. Bu ürünlerin çekirdeklerinin kırılması da ayrı bir önem arz etmektedir. Çekirdek kırma makineleri imal edilmeden önce kayısı ve badem

çekirdekleri elle kırılıyordu. Fakat kırma makineleri imal edilip geliştirildikten sonra artık büyük bir zahmet ve zaman alan bu elle kırma işlemi yerini makinalara bırakmıştır. Çalışma konusunu teşkil eden çekirdekleri makina ile kırma işlemi, geliştirildiği takdirde büyük tesislerin kurulması ve buna bağlı olarak da yeni bir iş kolunun oluşması

sağlanabilecektir.

Bu konuda yapılan araştırmalar incelendiğinde; İnan ve Öz (1984), kayısı çekirdeği kırma makinasının tasarımı ve imalatı konusunda yaptıkları bir çalışmada, çekirdek kırma verimliliği üzerinde araştırmalar yapmışlardır. İnan (1994), özel dizayn edilen silindirik ve tırnaklı bir kayısı çekirdeği kırma makinasının verimliliğinin araştırılması adlı araştırmasında ise, silindirler üzerine farklı sayılarda tırnaklar açarak kırma verimliliğini incelemiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise, çeneli ve titreşimli bir kayısı çekirdeği kırma makinası tasarlanıp imal edilmiş ve kırma verimliliği üzerinde çalışmalar yapılmıştır (İnan, 1995). Bir başka çalışmada, ön elemeli kayısı çekirdeği kırma makinasının tasarımı ve imalatı yapılarak kırma verimliliği araştırılmıştır (Tosun ve İnan, 1996). Tosun ve İnan (1996) tarafından yapılan çalışmada, kayısı çekirdekleri, bir eleme işleminden geçirilerek üç farklı guruba ayrıldıktan sonra kırılma işlemine tabi tutulmuştur.

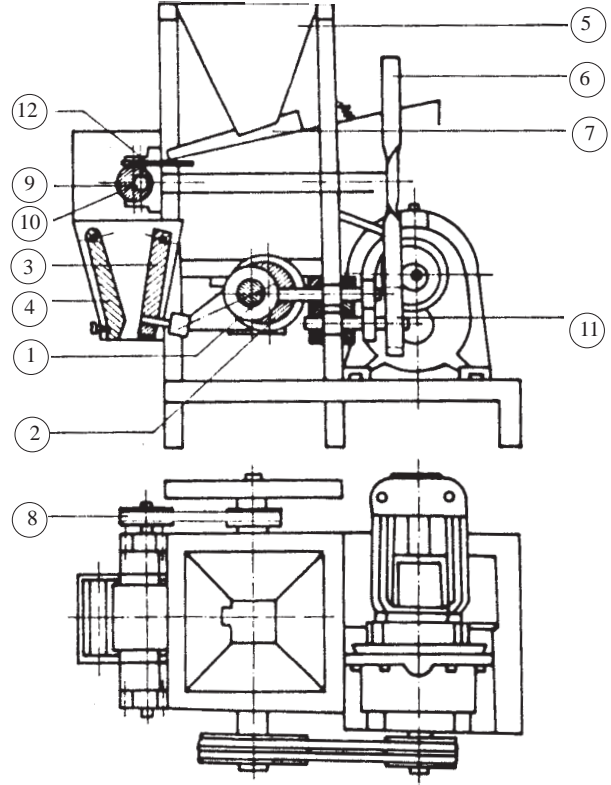
Bu çalışmanın amacı, memleketimizde kayısı ve badem yetiştirmeciliği ile uğraşan insanlara yardımcı olmak için, kayısı ve badem çekirdeklerinin makina ile ekonomik ve hızlı bir şekilde kırılmasını sağlamaktır. Bunun için bu çalışmada, kayısı çekirdeği kırma verimliliğine yönelik araştırmaları devam ettirmek ve daha yüksek verim elde etmek amacıyla farklı tip bir çekirdek kırma makinası tasarlanıp imal edildi.

### Çekirdek kırma makinasının Çalışma Prensipleri

Tasarımı ve imalatı yapılan çekirdek kırma makinasında tasarıma başlamadan önce çekirdekler basma deney cihazında kırıldı ve kırma kuvveti ortalama 50 kp olarak tespit edildi. Makinaya ait tüm hesaplar bu kırma kuvveti dikkate alınarak yapıldı.

İmalatını yaptığımız periyodik yüklemeli ve eğik çeneli kayısı çekirdeği kırma makinasında çekirdekler, ana mil (1) üzerinde bulunan bir eksantrik göbekten (2) biyel kolu vasıtasıyla hareketini alan hareketli çene (3) ile sabit çene (4) arasında sıkıştırılıp kırılmaktadır. Çekirdekler, bunkere (5) boşaltıldıktan sonra kamdan (11) hareketini sarsak kolu (6) vasıtasıyla alan sarsağın (7) darbeli titreşimi ile bekletme kovanına (10) gelmektedirler. Bekletme kovani, hareketli çene ile eş zamanlı olarak çalışan ve hareketini zincir dişliden (8) alan bekletme kovani mili (9) üzerinde bulunmaktadır. Sarsaktan bekletme kovanına gelen çekirdekler, eğik çenelere boşaltıldıktan sonra, kırma işlemi yapılmaktadır.

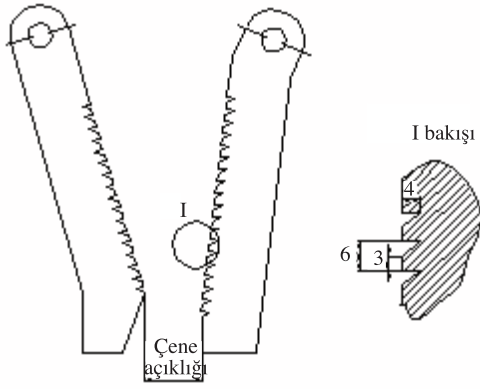
Yani bekletme kovanındaki çekirdekler, çeneler açık konumda iken dökülmekte, çenelerin kapalı olması durumunda ise dökülmemektedirler (Şekil 1). Böylece, kırılmış olan çekirdek içlerinin tamamen eğik çeneleri terk etmesi sağlanmakta ve kırılmış çekirdek içlerinin zedelenmesi önlenmektedir.



Şekil 1. Çekirdek kırma makinasının genel görünüşü

Tasarımı ve imalatı yapılan bu çekirdek kırma makinasında eğik çenenin üst tarafı sabit olup, eğik çenenin kapanma hareketi biyel kolu vasıtasıyla çenenin alt kısmından yapıldığından, daha önceden İnan (1995) tarafından yapılan çalışmaya uygunluğa açısından da grafiklerde alttan kamlı olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca çekirdeklerin kırma esnasında yukarıya doğru sıçramalarını önlemek için, eğik ve sabit çenenin kırma yüzeylerine kanallar açıldı (Şekil 2). Şekil 2'de gösterilen çene açıklığı çenelerin tam kapanması durumundaki çene açıklığıdır.

Bu kayısı çekirdeği kırma makinasının kırma kapasitesi, 130 mm'lik kırıcı (eğik çene) genişliği ve 180 devir/dakika ile saatte yaklaşık 725 kg olarak tespit edilmiştir. Bu kırma kapasitesi Zerdali tipi kayısının çekirdeği için hesaplanmıştır.



Şekil 2. Eğik ve sabit çene.

### Çekirdeklerin Boyut Analizi

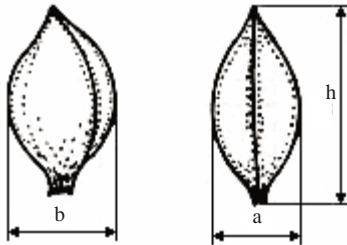
Şekil 3'de şematik resmi verilen kayısı çekirdekleri ile ilgili olarak, Tosun (1996) tarafından yapılan çalışmada, Elazığ ve Malatya Tarım İl Müdürlükleri ve yöre halkından alınan bilgiler neticesinde 5 değişik cins kayısı ve 1 cins badem çekirdekleri üzerinde yapılan ölçümler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'deki değerler 6 cins ve her cinsten 60 adet çekirdek üzerinden yapılan ölçümlere ait ortalama değerlerdir.

DeneySEL çalışmalarda Zerdali diye adlandırılan kayısı çekirdeği kullanılmıştır. Bu seçiminin özel bir nedeni yoktur. Sadece deney yapmak için çekirdek satın alma esnasında bu cins çekirdeğin o anda piyasada diğerlerine göre fazla miktarda bulunmasından kaynaklanmıştır.

**Tablo 1.** Kayısı cinsleri ve bunların çekirdeklerine ait ölçüm değerleri.

| Çekirdek cinsleri | Çekirdek boyutları (mm) |       |       | Çekirdek ağırlığı (gr) |
|-------------------|-------------------------|-------|-------|------------------------|
|                   | a                       | b     | h     |                        |
| Hacı Halil        | 10,26                   | 15,76 | 19,25 | 13,08                  |
| Alyanak           | 11,00                   | 17,23 | 28,83 | 29,82                  |
| Hasan Bey         | 11,26                   | 19,69 | 33,21 | 25,42                  |
| Limon             | 9,85                    | 15,93 | 31,55 | 15,65                  |
| Zerdali           | 9,38                    | 13,65 | 21,00 | 11,15                  |
| Badem             | 14,89                   | 20,62 | 28,90 | 39,82                  |



Şekil 3. Kayısı çekirdeğinin şematik resmi

### Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kayısı çekirdeklerinin kuru ve belirli ıslatma sürelerinde (1, 2, 3 ve 4 saat) ve 180 dev/dak'da kırılması sonucu elde edilen % kırma oranlarına ait eğriler Şekil 4'te görülmektedir. Bu çalışmada, 180 dev/dak olarak tek bir devir sayısında deney çalışmalarının yapılmasının sebebi, daha önce İnan (1995) tarafından benzer tip makine ile yapılan deney sonuçlarına göre en yüksek kırma veriminin

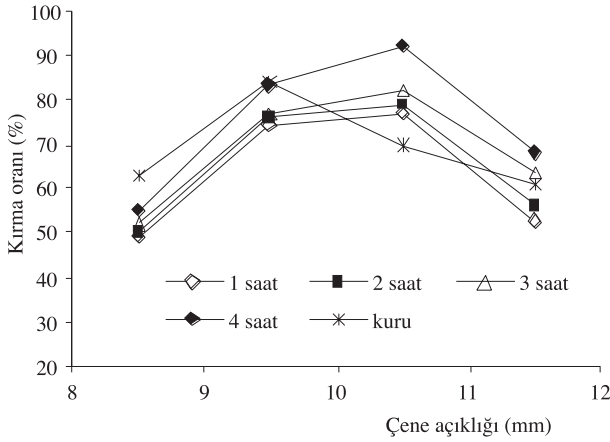
bu devir sayısında elde edilmesinden dolayıdır.

Kırma oranı, makina ile kırılmada elde edilen çekirdek içi net miktarının elle kırılmada elde edilen çekirdek içi net miktarına oranıdır. Elle kırmadaki net iç miktarı, Zerdali cinsi kayısı çekirdeklerden 50 gr'lık 10 gurup oluşturularak elle kırıldı ve 0,01 hassasiyete sahip olan bir terazide tartılarak ortalama alındı. Bunun neticesinde, elle kırmada elde edilen net çekirdek iç miktarı, ortalama olarak 18,1 gr olarak tespit edilmiştir. Makina ile kırılan çekirdeklerin % 60'ı sağlam olan içler net iç miktarına dahil edildi. % 40'tan fazla kırık olanlar ise net iç miktarına dahil edilmedi. Ayrıca yapılan her deney en az üç defa tekrar edildi.

Şekil 4'ten görüldüğü gibi en yüksek kırma oranı 4 saat suda bekletme süresi ve 10,5 mm çene açıklığında elde edildi ve bu oran % 92 olarak tespit edildi.

Çekirdeklerin suda bekletilerek kırılması sonucu elde edilen kırma oranları incelenecek olursa, kırma oranlarının 10,5 mm çene açıklığına kadar arttığı, 11,5 mm çene açıklığı için de azaldığı görülmektedir.

Bu ifadeden yola çıkılarak çene açıklığının 10,5 mm den büyük olduğu durumlarda; çekirdeklerin kırılmadan aşağıya düştükleri ve bu değerden küçük olduğu durumlarda da ezilmeleri neticesinde elde edilen çekirdek içlerinin kabul edilemez olması ile yorumlandı.



**Şekil 4.** Kuru ve farklı suda bekletme sürelerinde elde edilen kırma oranlarının bir arada gösterilişi

Çekirdeklerin kuru yani ıslatılmadan kırılması sonucu, elde edilen eğri incelendiğinde, kırma veriminin yüksek olduğu en ideal çene açıklığı 9,5 mm olarak görülmektedir. Halbuki en ideal

çene açıklığı, ıslak çekirdeklerin kırılmasında 10,5 mm olarak tespit edilmişti (Şekil 4). Böyle bir farkın oluşmasından sonra, çekirdeklerin suda bekletilmeleri sonucunda boyutlarında değişmelerin olup olmadığına bakıldı (Tablo 2).

Tablo 2'deki sonuçlar incelendiğinde, çene açıklığındaki bu fark çekirdeklerin su emme miktarı ile bağlantılı olduğu tespit edildi. Şöyle ki; yapılan çalışma sonucunda çekirdeklerin suda kalma süreleri arttıkça su emme miktarlarının arttığı ve böylece çekirdek boyutlarında da bir artış olduğu tespit edildi. Çekirdek boyutlarındaki bu artış doğal olarak çene açıklığını artırmaktadır (Tosun ve İnan, 1996). Tablo 2'deki değerler dikkate alındığında çekirdeklerin suda kalma süreleri arttıkça buna bağlı olarak çene açıklığının da artması gerekmektedir. Fakat çene açıklığı çekirdek kabuklarının bir esneklik kazanması ile ıslak kırmada sabit kalmıştır (Tosun, 1996). Çekirdeklerin ağırlıkları dikkate alındığında ilk bir saat 3,3 gramlık bir artış, daha sonraki sürelerde ise 0,3 ve 0,8 gramlık bir artış oldu. Görüldüğü gibi bir saatten sonraki artışlar, ilk bir saate göre daha az bir değerdedir. Bu ilk artışın diğerlerine göre fazla çıkmasının sebebi ise, çekirdekler ilk olarak ıslatıldığından normal olarak ağırlık fazla çıkacaktır.

**Tablo 2.** Kuru ve farklı suda bekletme sürelerindeki çekirdeklerin boyutları.

| Suda bekletme süresi (saat) | Çekirdek boyutları (mm) |       |       | Çekirdek ağırlığı (gr) |
|-----------------------------|-------------------------|-------|-------|------------------------|
|                             | a                       | b     | h     |                        |
| Kuru                        | 9,77                    | 14,78 | 21,95 | 50,2                   |
| 1                           | 9,85                    | 14,92 | 22,08 | 53,5                   |
| 2                           | 9,93                    | 15    | 22,33 | 54,3                   |
| 3                           | 10                      | 15,12 | 22,5  | 54,6                   |
| 4                           | 10,08                   | 15,17 | 22,63 | 54,9                   |

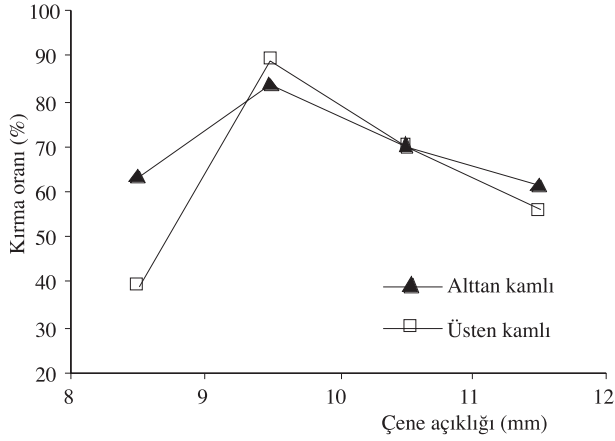
Tablo 2'de gösterilen ağırlık değerleri, kuru olarak 50,2 gr gelen çekirdeklerin suda bekletildikten sonra çıkartılarak bir peçete ile çekirdeklerin dış yüzeylerindeki sular kurutulduktan sonraki ölçülen ağırlıklardır. Yapılan çalışma sonucunda çekirdeklerin 4 saatten sonra su emme miktarlarında bir değişme olmadığı tespit edildiğinden 4 saatten sonra çalışma yapılmamıştır (Tosun, 1996).

Şekil 5, 6, 7, 8 ve 9'da daha önce imalatı yapılan ve üstten kamlı olarak adlandırılan çekirdek kırma makinasına ait kırma oranları ile imalatını yaptığımız alttan kamlı olarak adlandırılan çekirdek kırma makinasına ait kırma oranları karşılaştırıldı.

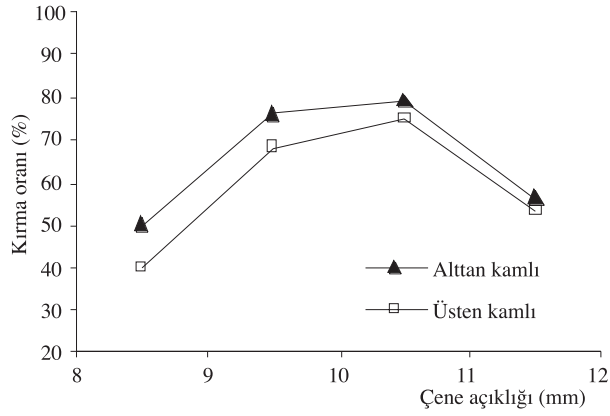
Daha önce elde edilen kırma oranlarından daha yüksek kırma oranlarının elde edildiği tespit edildi. Bu grafiklerden görüldüğü gibi, alttan kamlı ve periyodik yüklemeli olan eğik çeneli çekirdek kırma makinasındaki kırma veriminin yüksek olması nedeniyle, üstten kamlıya göre daha uygun olduğu sonucuna varıldı. En yüksek kırma oranı, periyodik yüklemeli ve eğik çeneli yani alttan kamlı çekirdek kırma makinasında, 4 saat suda bekletme süresi sonunda ve 10,5 mm çene açıklığında % 92 olarak elde edildi (Şekil 8).

Bu ideal çene açıklığına göre, çekirdekler bu tip eğik çeneli bir makina ile kırılacaksa, çene açıklığı

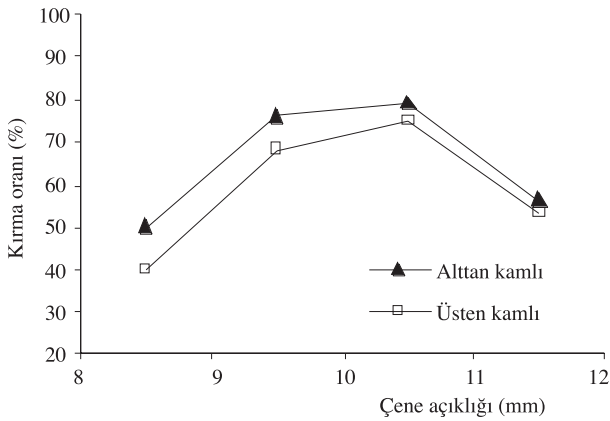
çekirdek kalınlığının (a) 1,19 oranında küçük tutulmalıdır.



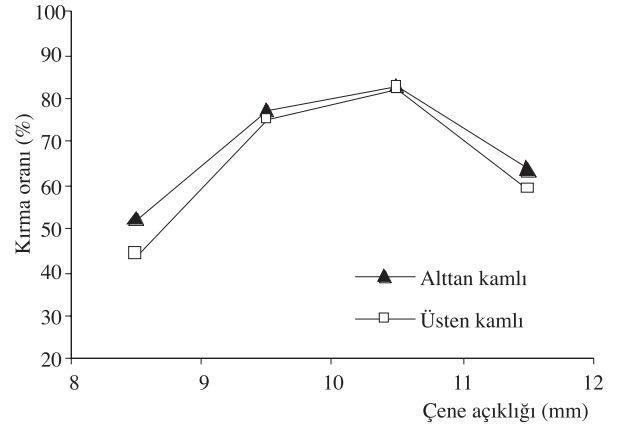
Şekil 5. Kuru kırma neticesinde elde edilen kırma oranları



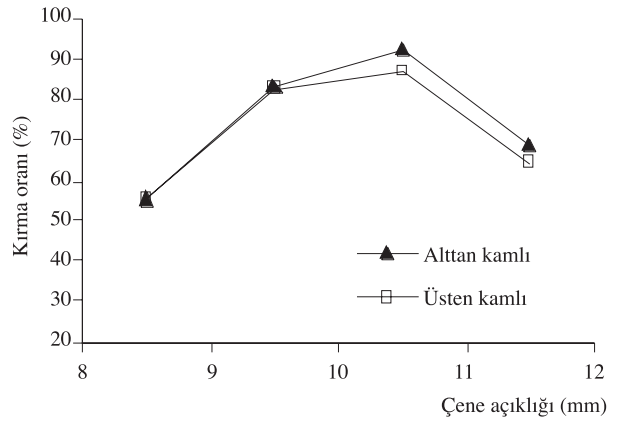
Şekil 6. Bir saat suda bekletme neticesinde elde edilen kırma oranları



Şekil 7. İki saat suda bekletme neticesinde elde edilen kırma oranları



Şekil 8. Üç saat suda bekletme neticesinde elde edilen kırma oranları



Şekil 9. Dört saat suda bekletme neticesinde elde edilen kırma oranları

Şekil 5, 6, 7, 8 ve 9'dan da görüldüğü gibi imalatını yaptığımız çekirdek kırma makinasında kırma oranı, üstten kamlı çekirdek kırma makinasındaki kırma oranına kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni de çekirdeklerin kırma çenelerine belirli periyotlarda dökülmesini sağlayan bir sarsak mekanizmasının olması ve alttan hareketli çenenin geri çekilmesi sonucu kırılan çekirdeklerin hemen kırma çenelerini terk etmesidir. Böylece çekirdek içlerinin ezilmesine imkan vermemesinden ileri gelmektedir.

## Sonuç

Tasarımı ve imalatı yapılan alttan kamlı, periyodik yüklemeli ve eğik çeneli çekirdek kırma makinasında, yapılan deneysel çalışmada elde edilen sonuçlar kısaca şöyle özetlenebilir:

Kayıp çekirdeklerinin kırılmasında en iyi sonuç, çekirdeklerin ıslak kırılması neticesinde alındı.

Çekirdekler bu tip eğik çeneli bir makine ile

kırılacaksa, çene açıklığı çekirdek kalınlığının (a) 1,19 oranında küçük tutulmalı ve çekirdekler 4 saat suda bekletilmelidir.

Çekirdekler eğik çenelere, sarsağın darbeleri titreşimi ve bekletme kovana ile uyumlu olarak, belirli periyotlarla gönderildiğinden çekirdek iç ezilmesi önlenmektedir. Bundan dolayı ise makinanın kırma verimi artmıştır.

Eğik çeneli kırma makinaları içerisinde; kırma

verimi, üstten kamlıya göre daha yüksek olduğundan dolayı, alttan kamlı sistemin uygun olduğu saptanmıştır (Şekil 5-9).

Maksimum verimin kuru kırmada 9,5 mm ve ıslak kırmada ise 10,5 mm çene açıklığında olması, çekirdeklerin suda bekleme süreleri sonunda boyutlarındaki büyümeden kaynaklanmaktadır. Fakat bu büyüme çekirdek kabuklarının esneklik kazanması ile ıslak kırmada sabit kalmıştır.

### Kaynaklar

Doughtie, V. L. , Valance, A. And Kreisle, L. F., Design of Machine Members, Tokyo, Japan, 1964.

Ersay, S., Taş Kırma, Eleme ve Yıkama Makinaları, İ.T.Ü., İstanbul, 1982.

Ersay, S., Makina Bilgisi ve Yapı Makinaları, İ.T.Ü., İstanbul, 1984.

İnan, A., ve Öz, Ö., Kayısı Çekirdeği Kırma Makinasının Tasarımı ve İmalatı, Bitirme Ödevi, F.Ü. Makina Müh. Böl., Elazığ, 1984.

İnan, A., “Özel Dizayn Silindirik ve Tırnaklı Bir Kayısı Çekirdeği Kırma Makinasının Verimliliğinin Araştırılması”, 6. Uluslararası Makina Tasarım Ve İmalat Kongresi, ODTÜ, Ankara, 343-351, 1994.

İnan, A., “Özel Dizayn Edilen Çeneli ve Titreşimli Bir Kayısı Çekirdeği Kırma Maki-

nasının Verimliliğinin Araştırılması”, III. Balıkesir Mühendislik-Mimarlık Sempozyumu, 194-202, 1995.

Phelon, R.M., Fundamentals of Mechanical Design, New York, Usa, 1970.

Tosun, N., Kayısı Çekirdeği Kırma Makinasının Dizaynı, İmalatı ve Kırma Verimliliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 1996.

Tosun, N. Ve İnan, A., “Ön Elemeli Kayısı Çekirdeği Kırma Makinasının Dizaynı, İmalatı ve Kırma Verimliliğinin Araştırılması”, 7. Uluslararası Makina Tasarım Ve İmalat Kongresi, ODTÜ, Ankara, 333-342, 1996.