

Vidalı Meyve Sıkma Presi Tasarımı, Yapısal Analizi, İmalatı ve Veriminin Araştırılması

*¹Harun Koçak

*¹TUSAŞ Kazan MYO, Mot. Arç. ve Ulş. Tek. Bölümü, Gazi Üniversitesi, Turkey

Özet

Ülkemizde bir çok meyve çeşidi yetiştirilmekte ve bunların bir kısmından pekmez yapılmaktadır. Pekmez, fabrikalarda modern yöntemlerle üretilirken kırsal bölgelerde genellikle eski yöntemlerle üretilmektedir. Bu çalışmada, pekmez üretimi yapılırken meyvelerin sıkılarak suyunun elde edilmesi için meyve sıkma presini tasarlanmış ve imal edilmiştir. CAD programında meyve sıkma presinin 3B modeli oluşturulmuş, gerekli hesaplamaları yapılmış ve iskelet kısmı yapısal olarak analiz edilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre tasarlanan meyve sıkma presini için uygun elektrik motoru ve kayış seçimi yapılmıştır. Kayış-kasnak ve vida mekanizması sayesinde kırsal bölgelerde kolayca kullanılabilen bir tasarım ortaya çıkmıştır. İmal edildikten sonra presle elma püresi sıkılarak verimliliği incelenmiştir. Yapılan hesaplamalarda, meyve sıkma presinin 10000 N sıkma kuvveti uygulayabilmesi için 1,5 kW gücünde ve 1410 dev/dak elektrik motoru seçilmesi gerektiği bulunmuştur. Yapılan analizde iskelet yapının maksimum gerilmesi 215,33 MPa ve yer değiştirme miktarı 1,69 mm olduğu görülmüştür. İmal edildikten sonra meyve sıkma presiyle püre haline getirilmiş elma sıkılmıştır. Elma püresinin % 71 oranında sıkılarak suyunun çıkartılabildiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Meyve Sıkma Presi, Tasarım, Yapısal Analiz, Sıkma Verimi.*

Abstract

Many fruit varieties are grown in our country and molasses is made from some of them. The molasses is produced in the factories by modern methods. However, it still continues with conventional methods in rural areas. In this study, the fruit juicing press was designed and manufactured to obtain the juicing of the fruits in producing molasses. In the CAD program, a 3D model of the juicing press was created, necessary calculations were made and the skeleton structure was analyzed. Appropriate electric motor and belt selection were made for the juicing press designed according to the calculations. Thanks to the belt-pulley and screw mechanism, a design that can be used easily in rural areas has emerged. After being manufactured, the apple puree was pressed with press and its efficiency was examined. In the calculations, it has been found that the juicing press must have a power of 1,5 kW and a 1410 rpm electric motor for a clamping force of 10000 N. In the analysis, it was observed that the maximum stress of the skeletal structure was 215.33 MPa and the displacement amount was 1.69 mm. Water in apple puree was extracted by 71% with the fruit juicing press.

Key words: *Juicing Press, Design, Structural Analysis, Crimping Efficiency*

1. Giriş

Ülkemize özgü bir gıda maddesi olan pekmez fabrikalarda ve kırsal bölgelerde üretilmektedir. Pekmez üretimi için ilk önce meyvelerin sıkılarak suyunun çıkarılması gerekmektedir. Bu işlem

fabrikalarda modern yöntemlerle yapılmasına rağmen kırsal bölgelerde genellikle eski yöntemlerle devam etmektedir [1]. Yaygın olarak üzümünden üretilmesinin yanı sıra elma, dut, kayısı, erik ve incir gibi meyvelerden de üretilmektedir [2]. Elma dünyada toplam meyve üretiminin yaklaşık %12'sini oluşturmakta ve muzdan sonra ikinci sırada yer almaktadır [3]. Bu yüzden çok yetiştirilen bir meyve olması nedeniyle israf olmaması için farklı değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Pekmezi yapılan diğer meyvelere göre daha sert oldukları için de suyunun çıkartılması diğer meyvelerden daha zordur. Bu tür meyveler önce püre makinesinden geçirilmekte ve saha sonra presle sıkılarak suyu çıkartılmaktadır [4]. Özellikle kırsal bölgelerde bu tür işlemler için hem basit hem de kullanışlı makinelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bir makinenin tasarımı ve imalatı yapılırken kullanım alanına uygunluk, ekonomiklik ve basitlik gibi kriterler göz önünde bulundurulmalıdır [5]. Aynı zamanda yapılan tasarım, gereksinimlere yanıt verebilmeli ve günlük hayattaki problemlerin çözümünde fayda sağlamalıdır [6]. Kırsal bölgede, makineleri etkileyen şartların durumu ve kullanılabilir enerji olanaklarının kısıtlı olması bakımından genellikle basit, ekonomik ve kullanışlı makineler tercih edilmektedir.

Bu çalışmada, pekmez üretimi yapılırken kırsal bölgelerde meyvelerin sıkılarak suyunun çıkarılması için vidalı meyve sıkma presi tasarlanmış ve imal edilmiştir. CAD programında meyve sıkma presinin 3B modeli oluşturulmuş, gerekli hesaplamaları yapılmış ve iskelet kısmı yapısal olarak analiz edilmiştir. İmal edildikten sonra presle elma püresi sıkılarak verimliliği incelenmiştir.

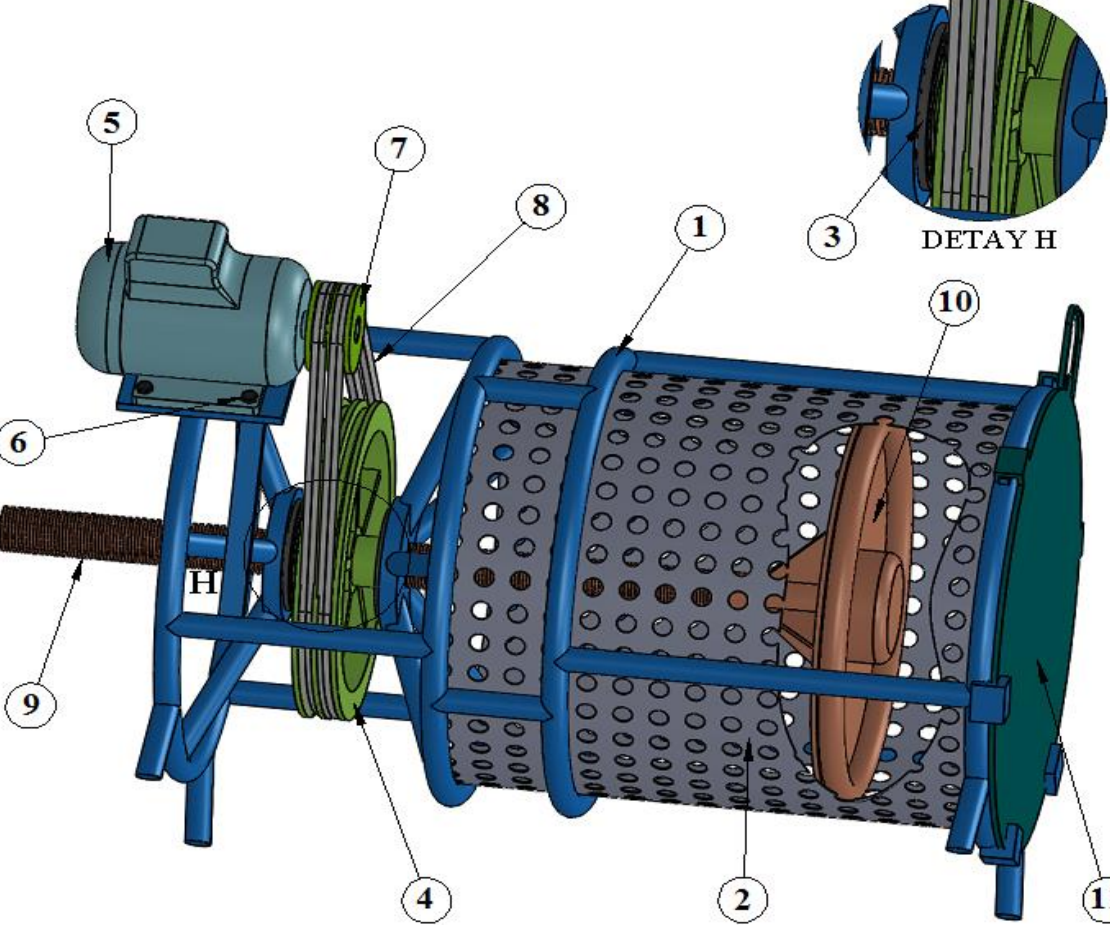
2. Malzeme ve metot

Meyve sıkma presinin her bir parçası Solidworks programında tasarlanmış ve ardından tasarım montajı oluşturulmuştur (Tablo 2). Tasarımın tahrik sisteminde, elektrik motorundan alınan dairesel hareket kayış kasnak sistemiyle vida mekanizmasına aktarılmış ve sıkma işlemi için itme hareketine dönüştürülmüştür. Yaklaşık olarak 1 ton itme kuvveti sağlayabilmesi için hesaplamalar yapılmış ve gerekli elektrik motoru gücü bulunarak motor seçimi yapılmıştır. Hesaplamalara göre seçilen elektrik motoru 1,5 kW'dır. Sonrasında seçilen elektrik motorundan iletilecek güce göre kayış hesaplamaları ve seçimi yapılmıştır. Presin yapısal iskelet kısmı, çapı 21,3 mm olan St 37-3 çelik borulardan kaynaklanarak oluşturulmuştur. Yapısal iskeletin CAD modeli parasolid.x_t formatında kaydedilmiş ve 1 tonluk itme kuvvetine göre ANSYS programında yapısal analiz yapılmıştır. Gerekli hesaplamalar ve analizlerin ardından presin üretimi yapılmıştır. Son olarak presle elma püresi sıkılarak verimliliği incelenmiştir. Meyve sıkma presinin yapımında kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan malzemelerin kimyasal ve mekanik özellikleri

Malzeme	Kimyasal bileşim (ağırlıkça %)					Mekanik özellikler		
	C	Mn	P	S	Si	Akma D. (MPa)	Çekme D. (MPa)	Uzama %
1.0116 St 37-3	0,17	1,4	0,035	0,035		235	360-510	24
Ck 45	0,5	0,8	0,045	0,045	0,4	430	650-800	16

Tablo 2. Montaj listesi ve resmi



1	Kapak	11	Karbon çeliği (DKP)
1	Sıkıştırma tablası	10	Karbon çeliği (DKP)
1	Vidalı mil (Kr 34x6)	9	Ck 45
2	V Kayış	8	Satandart
1	Kasnak	7	Satandart
4	Civata (M8)	6	Satandart
1	Elektrik motoru (TS 3205 / 1,5 kW)	5	Satandart
1	Kasnak (göbek kısmına kare vida açılmış)	4	Ck 45
2	Konik makaralı rulman (tip 32211)	3	Satandart
1	Delikli sac	2	Karbon çeliği (DKP)
1	İskelet yapısı	1	St 37-3
Sayı	Adı	Montaj No	Malzeme

$$\phi = \tan^{-1}(\mu_s) = \tan^{-1}(0,12) \longrightarrow \phi = 6,8^\circ \quad (2)$$

$$\alpha + \phi = 6,8 + 3,3 = 10,1^\circ$$

$$\tan(\alpha + \phi) = F_\phi / W \longrightarrow F_\phi = W \times \tan(\alpha + \phi) = 10000 \times \tan(10,1) = 1781N \quad (3)$$

$$F1 = F_\phi / (r_{kasnak} / r_{vida}) = 1781 / (140 / 16,5) \longrightarrow F1 = 210N \quad (4)$$

$$T_m = F1 \times (d/2) = 210 \times 0,05 = 10,5 \text{ Nm} \longrightarrow W = 10000 \text{ N için Motor torku } (T_m) : 10,5 \text{ Nm} \quad (5)$$

sıkma hızı = 3 m/dak olması için

$$n_2 = \text{dakikada ilerleme/vida adımı} = 3000/6 \longrightarrow n_2 = 500 \text{ dev/dak}$$

$$n_1 = n_2 \times (D/d) = 500 \times (280/100) \longrightarrow n_1 = n_m = 1400 \text{ dev/dak} \quad (6)$$

$$\omega_m = (\pi n_m) / 30 = (\pi \times 1400) / 30 \longrightarrow \omega_m = 146,5 \text{ rad/s} \quad (7)$$

$$P_m = T_m \times \omega_m = 10,5 \times 146,5 \longrightarrow P_m = 1538 \text{ W} \quad (8)$$

Motor katalogları incelenmiş ve hesaplanan değerlere en yakın olan $P_m = 1,5 \text{ kW}$ ve $n_m = 1410 \text{ dev/dak}$ elektrik motoru seçilmiştir.

Kayış seçimi

$D_{kas} : 280 \text{ mm}$, $d_{kas} = 100 \text{ mm}$, $a : 300 \text{ mm}$

$$\beta_1 = \pi - 2 \sin^{-1}((D-d)/2a) = \pi - 2 \sin^{-1}((280-100)/2 \times 300) \longrightarrow \beta_1 = 145^\circ = 2,53 \text{ rad} \quad (9)$$

$$\beta_2 = \pi + 2 \sin^{-1}((D-d)/2a) = \pi + 2 \sin^{-1}((280-100)/2 \times 300) \longrightarrow \beta_2 = 215^\circ = 3,75 \text{ rad} \quad (10)$$

$$L = [4a^2 - (D-d)^2]^{1/2} + (D \times \beta_2 + d \times \beta_1) / 2 \quad (11)$$

$$L = [4 \times 300^2 - (280-100)^2]^{1/2} + (280 \times 3,75 + 100 \times 2,53) / 2 \longrightarrow L = 1223,5 \text{ mm}$$

Küçük kasnak çapı: 100 mm olduğu için A tipi kayış seçilmiştir. Kayış boyu 1223 mm hesaplanmıştır. Hesaplanan değere yakın olan boyu 1200 mm olan A tipi standart kayış seçilmiştir [8].

$$V_{kayış} = (\pi d n_1) / 60 = (\pi \times 0,1 \times 1410) / 60 \quad V_{kayış} = 7,38 \text{ m/s} \quad (12)$$

Literatürde V kayışların hızı 5-25 m/s aralığında olması gerektiği ve bu değerlerin dışında olduğunda sorunlar ortaya çıktığı yer almaktadır [8]. Yapılan hesaplamada kayış hızı 7,38 m/s bulunmuştur. Kayış hızı istenilen değer aralığındadır.

Kayış sayısı

Kayış sayısı $\geq H_d/H_a$ olmalıdır.

$$H_d = H_{nom} \times K_s \times n_d \quad (13)$$

H_{nom} : 1,5 kW, K_s : 1 (kısa süreli uniform çalışma), n_d : 1 (tasarım katsayısı)

$$H_d = 1,5 \times 1 \times 1 = 1,5$$

$$H_a = K_1 \times K_2 \times H_{tablo} \quad (14)$$

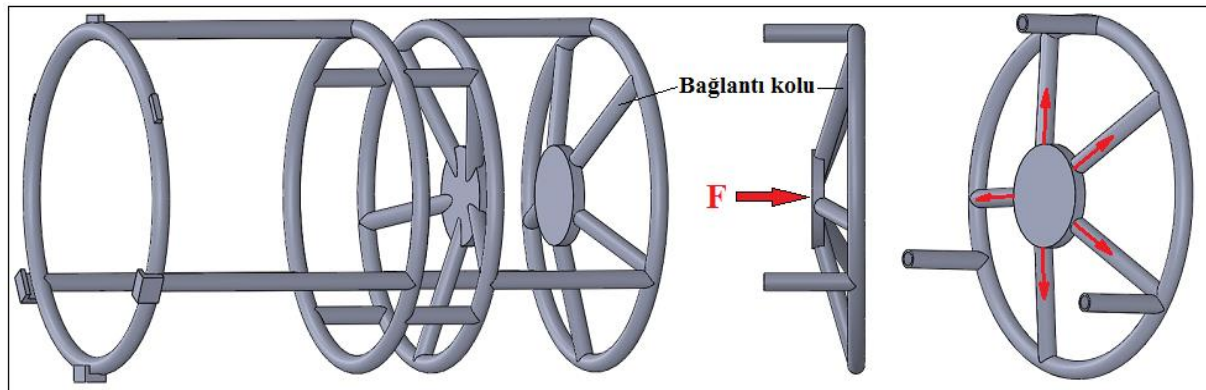
K_1 : 0,91 ($\beta_1=145^\circ$ için), K_2 : 0,95 (L=1,2 m için), H_{tablo} : 0,98 ($V_{kayış}=7,38$ ve $d=100$ mm)

$$H_a = 0,91 \times 0,95 \times 0,98 = 0,85$$

$$H_d/H_a = 1,5/0,85 = 1,76 \rightarrow \text{kayış sayısı : 2 adet}$$

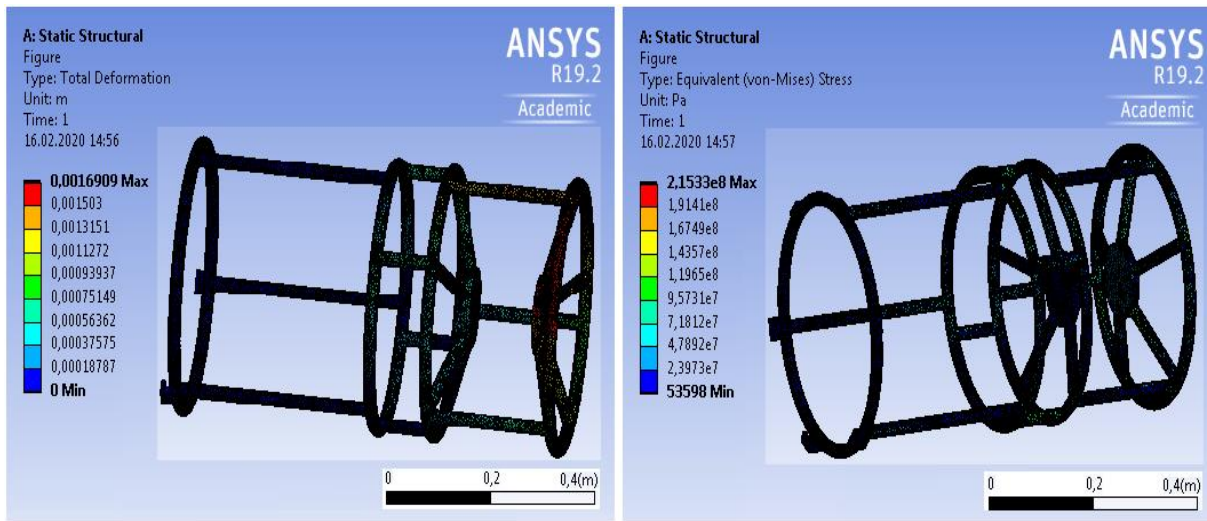
3.2. İskelet Sisteminin Tasarımı ve yapısal analizi

Şekil 3'de iskelet yapının CAD modeli görülmektedir. Presin iskelet yapısının tasarımı yapılırken sistemde etkili olan yük doğrultusu dikkate alınmıştır. Sistemde yük, aksenal doğrultuda etki etmektedir. Aksenal yükleri karşılamak için, bağlantı kolları iskelet yapıya açılı olarak konumlandırılmış ve kaynaklı olarak monte edilmiştir. Böylece yük doğrultusu radyal yöne değiştirilerek karşılanmıştır. Bu durumda bağlantı kollarında basma gerilmesi oluşacağı açıktır. Eğer düz olarak monte edilseydi bağlantı kollarında eğilme gerilmesi oluşacağı için dış çembere kaynaklanan kısmında kaynak bölgesinin dayanımı daha düşük olabilirdi.



Şekil 3. İskelet yapı modeli

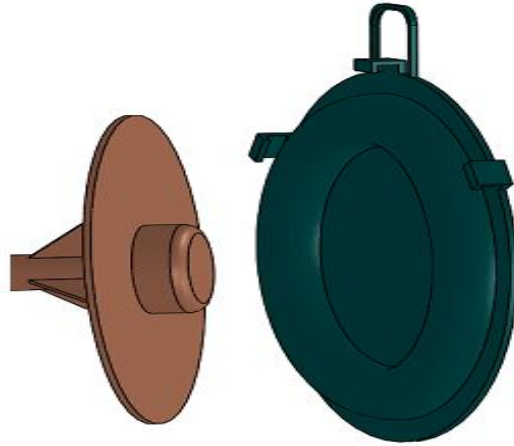
İskelet yapı, ANSYS programının static structural modülünde yapısal olarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Şekil 4'de görülmektedir. Analiz sonuçları incelendiğinde maksimum deformasyonun en fazla 1,69 mm olarak meydana geldiği görülmüştür. Analizde von-Mises gerilmesinin en fazla 215,33 MPa olduğu tespit edilmiştir. İskelet yapı, düşük karbon çeliğinden oluşmaktadır. ANSYS malzeme kütüphanesinde ve kaynaklarda [9] bu malzemenin akma dayanımı 233-235 MPa ve çekme dayanımı 360-510 MPa olduğu yer almaktadır. Analizde ortaya çıkan maksimum gerilme (215,33 MPa) ve malzemenin akma dayanımı (235 MPa) karşılaştırıldığında iskelet yapıda kalıcı deformasyonların oluşmayacağı tespit edilmiştir. Analiz sonucunda presin çalışmasını olumsuz etkileyecek bir problem ortaya çıkmayacağı görülmüştür.



Şekil 4. Yapısal analiz sonucu

3.3. Sıkıştırma Tablası ve Kapak Tasarımı

Şekil 5'de presin sıkma tablası ve kapağı görülmektedir. Meyve püresinin etkin bir şekilde sıkılabilmesi için sıkma tablasının ortasına ve kapağın dış kısmına çıkıntılar (iç kısmı boş) oluşturulmuştur. Bu sayede püre çuvalı sıkılırken aynı zamanda büzülmeyle zorlanmakta ve daha iyi sıkılmaktadır.



Şekil 5. Sıkıştırma tablası ve kapak modeli

4. Bulgular ve Tartışma

Şekil 6 'da imal edilecek meyve sıkma presi görülmektedir. Meyve sıkma presi tasarlanan şekilde başarıyla üretilmiştir. Presin sıkma verimini bulmak için 24 kg elma püre haline getirilmiş ve ardından elde edilen püre sıkılarak suyu çıkartılmıştır. Sıkma işleminden sonra püreden arta kalan küspe tartılmıştır. Hesaplandığında 17 kg su çıkartılmış ve % 71 oranında sıkma verimi elde edilmiştir. Literatürde elma içerisindeki su oranının % 84,5 olduğu belirtilmektedir [10]. Yapılan ölçümlerde, meyve sıkma presi sayesinde elma içerisindeki suyun büyük oranda çıkartıldığı tespit edilmiştir. Sıkma işlemi sonrası kalan küspe incelendiğinde pürenin iyi bir şekilde sıkılabildiği görülmüştür (Şekil 7b) .



Şekil 6. Meyve sıkma presi

Satılamayacak durumda olan ancak pekmez olarak değerlendirilebilecek elmalar meyve sıkma presi sayesinde suyu çıkartılmış ve pekmez olarak değerlendirilmiştir (Şekil 7a).



Şekil 7. Sıkılan elmalar (a: sıkma öncesi, b: sıkma sonrası kalan kütçe)

Sonuçlar

Meyve sıkma presi, 1 tonluk itme kuvveti sağlayacak şekilde tasarlandığı gibi başarıyla üretilmiştir. Hesaplamalar sonucu 1,5 kW gücünde 1410 devir elektrik motoru seçilmiş ve güç aktarımı için boyu 1200 mm olan 2 adet A tipi standart kayış kullanılması gerektiği belirlenmiştir. Yapısal analiz sonuçları incelendiğinde maksimum deformasyonun en fazla 1,69 mm ve von-Mises gerilmesinin en fazla 215,33 MPa olduğu tespit edilmiştir. Yapılan ölçümlerde, meyve sıkma presi sayesinde elma içerisindeki suyun %71 oranında çıkartıldığı bulunmuştur.

Simgeler

H	: Vida adımı	D	: Büyük kasnak çapı
dm	: Ortalama vida çapı	d	: Küçük kasnak çapı
μ_s	: Statik sürtünme katsayısı	a	: Kasnaklar arası mesafe
α	: Vidanın helis açısı	β_1	: Küçük kasnak kavrama açısı
ϕ	: Sürtünme katsayısının açı değeri	β_2	: Büyük kasnak kavrama açısı
F_ϕ	: Vidaya gelen çevirme kuvveti	L	: Kayış uzunluğu
W	: Vidaya gelen aksenal kuvvet	V	: Kayış hızı
F1	: Kasnağı çeviren kuvvet	H_d	: Döndüren güç
T_m	: Motor torku	H_a	: Kayışın aktarabileceği güç

n_1	: Küçük kasnak devri	H_{nom}	: Nominal güç
n_2	: Büyük kasnak devri	K_s	: İşletme katsayısı
n_m	: Motor devri	n_d	: Tasarım katsayısı
w_m	: Motorun açışsal hızı	K_1	: Kavrama açısı düzeltme katsayısı
P_m	: Motor gücü	K_2	: Kayış uzunluğu düzeltme katsayısı

Kaynaklar

- [1] Yılmaz M., Pekmez ve Pekmeze Benzer Gıdalarda Taklit, Tağyiş ve Coğrafi Köken Tayini Araştırması, Basılı doktora tezi, İstanbul sanayi odası, 2019, **ISBN: 978-605-137-137-5**
- [2] Karaca İ., Pekmez Örneklerinde Vitamin ve Mineral Tayini, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2009, Malatya.
- [3] Taşcı F., Elma Ürün Raporu 2017, Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü, 2018, Yayın No: 296, Ankara
- [4] Kaya, C., Yıldız, M., Hayoğlu, İ., & Kola, O. Pekmez üretim teknikleri. *GAP VI. Tarım Kongresi*, 2005, 1482-1490.
- [5] Şekercioğlu T., Kavramsal Tasarım Aşamalarında Bakımın Yeri ve Önemi, Mühendis ve Makine dergisi, 2019, 60 (694), 67-76.
- [6] Mercin L., ve Diksoy İ., Teknoloji ve tasarım, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, 2019, Ankara. (**ISBN 978-975-11-4861-2**)
- [7] Rothbart H.A., Mechanical Design And Systems Handbook, 2. Ed. McGraw-Hill, 1985, New York.
- [8] Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. *Shigley's mechanical engineering design*. McGraw-Hill Education, 2020, 879.
- [9] Haşçelik ürün kataloğu. URL: https://www.mib.org.tr/uploads/UserFile/Pdf/bb2_j03TptWY9K0xvTmufHdojBnUCGQNHrAj.pdf, Son erişim tarihi: 19.02.2020
- [10] Heybeli, N., & Ertekin, C., Elma Dilimlerinin İnce Tabaka Halinde Kuruma Karakteristiği. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2007, 3, 179-187.