

Kurutmalık Elma Dilimleme Makinası Tasarımı ve Prototipinin Geliştirilmesi

Deniz YILMAZ

Kaan BOZKURT

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Isparta
Sorumlu yazar: denizyilmaz@isparta.edu.tr

Geliş tarihi: 05.08.2019, Yayına kabul tarihi:02.10.2019

Özet: Bu çalışmada, elmanın kurutma öncesi aşamalarından olan dilimleme işlemi için bir prototip makina tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Yapılan prototipin 3 farklı devir ve 3 farklı bıçak açıklığında iş verimi, oluşturduğu elma dilim kalınlıkları, güç tüketimi, gürültü düzeyi ve ürün kayıpları belirlenmiştir.

Deneme sonuçlarına göre ortalama iş verimi; 300 d/d'da 192.3 kg/h, 350 d/d'da 213.7 kg/h ve 400 d/d'da 237.2 kg/h olarak bulunmuştur. Prototipin elma dilim kalınlıkları ise 20 mm bıçak açıklığında 4.70 mm, 30 mm bıçak açıklığında 8.09 mm ve 40 mm bıçak açıklığında ise 9.92 mm olarak bulunmuştur. Prototip yine aynı devirlerde yüksüz çalıştırıldığında ortalama 0.184 kW/h güç tüketimi, yüklü durumda çalıştırıldığında ise 0.238 kW/h güç tüketimi yaptığı saptanmıştır. Uluslararası standartlara göre 85 dB ve üzeri sesler işitme sistemine zararlıdır. Bu sebeple prototip denemeleri yapılırken gürültü düzeyi de ölçülmüş yüksüz durumda ortalama 64.66 dB, yüklü durumda ise 68.33 dB gürültü düzeyi belirlenmiştir. Ürün denemelerinden sonra saptanan ürün kayıpları ise 20 mm bıçak açıklığında ortalama % 4.6, 30 mm bıçak açıklığında ortalama % 4.7 ve 40 mm bıçak açıklığında ise ortalama % 7.1 kg olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Elma dilimleme, kurutma, prototip

Development of Dried Apple Slicing Machine Design and Prototype

Abstract: In this study, a prototype machine was designed and manufactured for slicing apple which is one of the pre-drying stages. The work efficiency, apple slice thickness, power consumption, noise level, and product losses were determined at 3 different cycles and 3 different blades of the prototype. According to the results of the trial average work efficiency; It was found to be 192.40 kg/h at 300 rpm, 213.40 kg/h at 350 rpm and 237.20 kg/h at 400 rpm. The thickness of the apple slices, where the prototype formed the same cycle, was found to be 4.70 mm with a 20 mm blade distance, 8.09 mm with a 30 mm blade distance and 9.92 mm with a 40 mm blade distance. When the prototype is operated without vegetable material at the same cycles, the average power consumption of 0,184 kW/h and power consumption of 0,238 kW/h were determined at load. According to international standards, sounds of 85 dBA or more are harmful to the hearing system. Therefore the prototype trials while the average noise level of 64.66 dBA measured without plant material, the data has reached the level of 68.33 dBA noise when operated at loads of vegetable material. After the product trials, the product losses occurred in the machine were weighed, an average of 4.6% of the 20 mm blade distance, 4.7% of the 30 mm blade distance, and 7.1% of the average product loss of 40 mm blade distance.

Key words: Apple slicing, drying, prototype

Giriş

Kuru meyveler, yaş meyvelerin içerisindeki su oranının %10-20 seviyelerine düşürülmesiyle elde edilir (Anonim, 2019 a). Kuru kayısı, kuru incir, kuru erik, kuru üzüm, kuru dut ve kuru yemişler ülkemizde en çok tercih edilen ürünler olup daha çok komposto

olarak tüketilmektedir. Kurutulmuş meyve ihracatı her yıl giderek artmaktadır. Avrupa ülkeleri tarafından tercih edilen çekirdeksiz kuru üzüm, kuru incir, kuru kayısı, kuru elma ve fındık ihracat ürünlerinin başında gelmektedir. Artan ihracat ve iç piyasadaki

talep ile çiftçimiz ürettiği meyvelerin bir kısmını ya da pazarlayamadığı ürünleri dilimleyip kurutarak satışa sunmaktadır. Özellikle elma konusunda yerli türler tercih edilmekle birlikte elek altı ürünler de değerlendirilmektedir. Elmaların dilimlenmesi için çiftçilerin elinde herhangi bir makine bulunmamaktadır. Bu sebeple dilimlenerek kurutulmuş elma konusunda bir standart yoktur. Ayrıca yoğun işgücü gerektiren bu işlem uzun zaman almakta ve kurutmada düzensizliğe sebep olmaktadır. Aynı zamanda dilimleme işlemi yapılırken küçük iş kazalarına da yaşanmaktadır. Tüm bu sebepler göz önüne alındığında iç ve dış pazar payı etkilenmekte ürün kalitesi düşmektedir. Yapılan çalışmanın amaçları aşağıda özetlenmiştir.

- Elma konusunda iç ve dış pazar kalitesini arttırmak,
- Kurutma öncesi işlemlerin hızlandırılması ve tüm ürünlerin aynı zamanda kurutulması,
- Elma konusunda standart boyutları oluşturmak,
- Yoğun işgücünü düşürmek,
- Ülkemizde ve bölgemizde, kurutma öncesi işlemlere yönelik çalışmalara katkı sağlamaktır.

Materyal ve Yöntem

Ülkemiz dünya elma üretiminde 3.625.960 ton ile 3. Sırada yer almaktadır (Anonim 2019 b). Yapılan üretimin bir kısmı ihraç edilmekte bir kısmı da ülke içinde tüketilmektedir. Ancak elek altı dediğimiz lekeli, renk sorunları olan ve dibe dökülen elmalar üreticide kalmakta ve yaş meyve olarak pazara sunulamamaktadır. Bu elmalar dilimlenerek kurutulmaya bırakılmakta ve elma kuruşu olarak iç ve dış pazarda satılmaktadır. Ancak tonlarca ürünün dilimlenmesi için çiftçinin elinde herhangi bir makine bulunmamaktadır. Bu işlem tamamen basit aletler kullanılarak elle yapılmaktadır. Yapılan elma dilimleme işlemi yoğun işgücü gerektirmekte ürünlerin tamamı değerlendirilememektedir. Aynı zamanda dilimlenen ürünlerde bir standart bulunmamakta ve ürünün pazar kalitesi düşmektedir. Ayrıca ürünlerin dilimlenmesi

ve dilimlemede makine kullanılması ile literatüre bakıldığında;

Dilimleme, meyve ve sebzelerin boyutlarının küçültülmesi için bir kesme işlemidir. İnce, keskin bir bıçağın dilimlenmesi istenen materyali kesmek için itilmesini veya zorlanmasını içerir (Obayopo et al., 2014).

Dilimleme kesme kuvvetinin uygulanmasını içeren bir boyut küçültme işlemidir. Kesici bıçak pistonlu hareket veya döner hareket yapabilir. Bazı durumlarda bıçaklar sabitken materyaller buna karşı hareket eder ve dilimlenir (Yusuf ve Abdullahi, 2007)

Dilimleme işlemi aşağıdaki yöntemlerle gerçekleştirilebilir (Sonawane et al., 2011);

- Keskin ve pürüzsüz bir kenarla dilimleme işlemi,
- Tırtıklı bir kenarla yırtılma hareketi,
- Keskin veya donuk bir kenarla yüksek hızlı tek eleman etkisidir.

Dilimleme işlemi temel olarak bir bıçak yardımı ile materyale kesme kuvvetinin uygulanmasıdır. Bıçak sabit veya hareketli olabilir (Kamaldeen et al., 2016). Dilimleme işlemi yöntemleri;

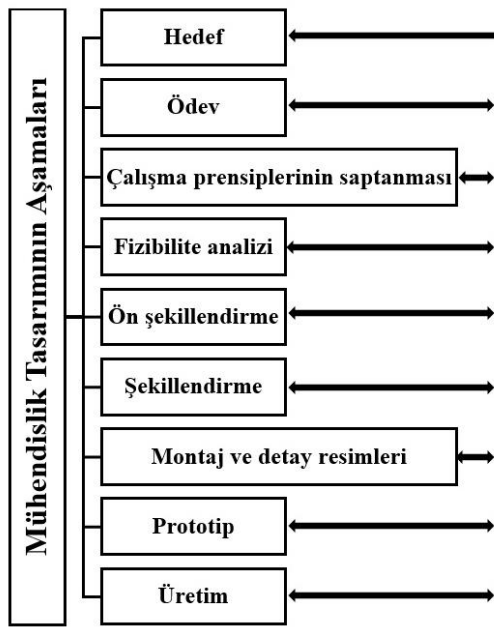
- Sabit materyale karşı hareket eden bir bıçak
- İki bıçak ya da kesme elemanlarının birbirine zıt yönde hareketiyle materyalin dilimlenmesi
- Makinenin sabit bir kısmına karşı hareket eden bir bıçak

Obeng (2004) bitkisel materyallerin cips halinde kesilmesi için bir dilimleyici geliştirmiştir. Bıçakla geleneksel dilimleme yönteminin zaman alıcı, yaralanmalara meyilli ayrıca çok küçük üretim ölçeğinde uygulanabilir. Makine kullanılarak yapılan dilimleme büyük ölçekli üretimi amaçlamaktadır. Makine düzensiz bir kalınlık veren bıçağın 40-80 saniyede yaptığı işi 2-3 mm kalınlık vererek 5-7 saniyede dilimlemektedir. Makine ile üretilen ortalama cips kalınlığı ticari standartlara uygun olup mekanizasyonun dilimlemede uygun olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, kurutma öncesi işlemlerden olan dilimlemede bir standart oluşturularak mekanizasyona geçilmesi ve yoğun işgücünün azaltılarak ürün kayıplarının

ortadan kaldırılması amacıyla kurutmalık elma dilimleme makinası tasarımı ve prototip imalatı yapılmıştır. Geliştirilen prototip; farklı devirlerde ve farklı bıçak açıklıklarında çalışan elmanın kuruma hızını doğrudan etkileyen farklı dilim kalınlıkları oluşturulacak şekilde tasarlanmıştır. Yapılan tasarım güç ünitesi, hareket iletim organları, dilimleme ünitesi ile parçaları taşımak ve birleştirmek için şaseden oluşmaktadır.

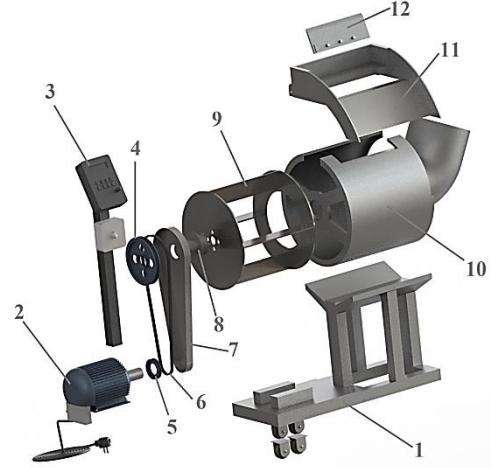
Yapılan çalışmanın ilk aşamasında kurutmalık elma dilimleme makinasının tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımın gerçekleştirilmesinde tasarım ve tasarım aşamaları algoritması (Şekil 1) uygulanmıştır (Cürgül vd. 2012).



Şekil 1. Tasarım ve tasarım aşamaları
Figure 1. Design and design stages

Makinenin dilimleme ünitesi paslanmaz çelik malzemeden imal edilmiştir. Kullanılan ostenitik 304L paslanmaz çelik malzeme yiyecek endüstrilerinde en çok tercih edilen metal malzemedir. Özellikle nitrik aside dayanıklılığı, kaynak yapılabilirlik özellikleri ve kolay şekillendirilebilir olması makinenin imalatında avantaj sağlamıştır. Prototipin şasesinin oluşturulmasında ise 90x50 cm taban sacı ve 40x40 mm metal profil malzeme kullanılmış elektrik motorunun yerleştirilmesi, invertörün montaj Prototipin şasesinin oluşturulmasında ise 90x50 cm taban sacı ve 40x40 mm metal profil

malzeme kullanılmış elektrik motorunun yerleştirilmesi, invertörün montajı gibi parçaların şaseye tutturulmasında da küçük saç malzemelerden yararlanılmıştır.



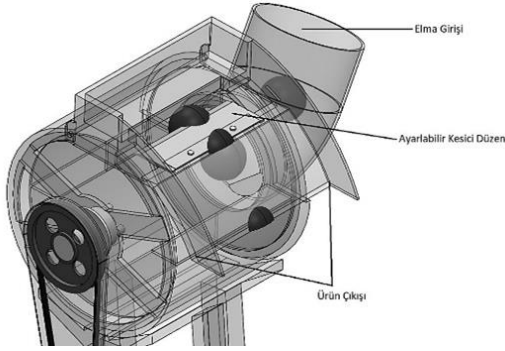
Şekil 2. Prototip makinenin parçaları
Figure 2. The prototype machine parts

Prototip makinenin parçaları;

1. Ana şase
2. Elektrik motoru
3. İvertör
4. Tambur kasnağı
5. Motor kasnağı
6. Kayış
7. Kayış kasnak muhafaza
8. Tambur mili
9. İç tambur
10. Dış tambur
11. Ürün çıkış sacı
12. Paslanmaz çelik bıçak



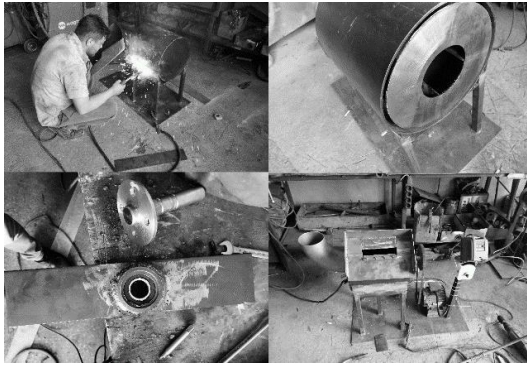
Şekil 3. Üç boyutlu model görünümü
Figure 3. Three-dimensional model view



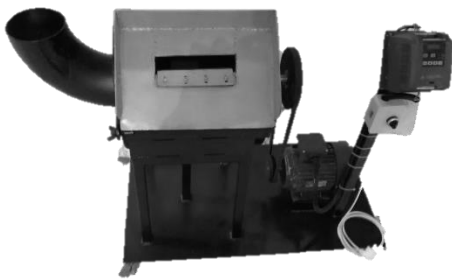
Şekil 4. Prototip çalışma prensibi
Figure 4. Prototype working principle

Kullanılan malzemelerin tamamı teknik çizimlere uygun kestirilmiş ve birleştirilmiştir. Kullanılan malzemelerin tamamı teknik çizimlere uygun kestirilmiş ve birleştirilmiştir.

Üç boyutlu çizimlerin ardından prototipin imalatı gerçekleştirilmiş ortaya çıkan makine farklı devir ve bıçak açıklıklarında denenerek iş verimi ve bitkisel materyal dilim kalınlıkları belirlenmiştir.



Şekil 5. Prototip imalat aşamaları
Figure 5. Prototype manufacturing stages



Şekil 6. Tamamlanan prototip görünümü
Figure 6. Completed prototype view



Şekil 7. Prototip deneme görüntüsü
Figure 7. Prototype test image

Bulgular ve Tartışma

Tasarım ve imalat sonucu ortaya çıkan prototip 3 farklı devir ve 3 farklı bıçak açıklığında çalıştırılarak makine iş verimi, elma dilim kalınlıkları ve ürün kaybı verileri tespit edilmiştir. Ayrıca yine 3 farklı devirde çalıştırılan prototipin pens ampermetre yardımıyla güç tüketimi ve desibel metre yardımıyla gürültü düzeyi ölçümleri yapılmıştır.

350 devir/dakikada çalıştırılan prototip 20 mm bıçak açıklığında ortalama 157.8 kg/h, 30 mm bıçak açıklığında ortalama 228 kg/h ve 40 mm bıçak açıklığında ortalama 254.4 kg/h iş verimi elde etmiştir.

400 d/d çalıştırılan prototip 20 mm bıçak açıklığında ortalama 187.8 kg/h, 30 mm bıçak açıklığında ortalama 264.0 kg/h ve 40 mm bıçak açıklığında ortalama 259.8 kg/h iş verimi elde etmiştir (Çizelge 1.).

Yapılan denemelerde prototipin tamburlar arası mesafesinden ve bıçağın bitiş kısımlarından dolayı ürün kaybı meydana gelmiştir. Denemeler 100 kg bitkisel materyal kullanılarak yapılmış ve sonuçlar bu değer üzerinden hesaplanarak verilmiştir. 20 mm bıçak açıklığında çalıştırılan prototip 300 d/d da ortalama 2550 gr ürün kaybı, 350 d/d da ortalama 4730 gr ürün kaybı ve 400 d/d da ortalama 6545 gr ürün kaybı olduğu görülmüştür (Çizelge 2.).

Prototip iş verimine ait bu özelliklerin tambur devri ve bıçak açıklığına göre farklılıkları istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuş ve önem düzeyine göre harf gruplandırılması yapılmıştır.

Prototip 20 mm, 30 mm ve 40 mm bıçak açıklıklarında 300 d/d, 350 d/d ve 400 d/d hızlarda 3 tekerrürlü olarak denenmiştir. 300 devir/dakikada çalıştırılan prototip 20 mm

bıçak açıklığında ortalama 132.0 kg/h, 30 mm bıçak açıklığında ortalama 198.0 kg/h ve 40 mm bıçak açıklığında ortalama 247.2 kg/h iş verimi elde etmiştir.

Prototip ürün kayıplarına ait bu özelliklerin tambur devri ve bıçak açıklığına göre farklılıkları istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuş ve önem düzeyine göre harf gruplandırılması yapılmıştır.

30 mm bıçak açıklığında çalıştırılan prototip 300 d/d da ortalama 2820 gr ürün kaybı, 350 d/d da ortalama 3370 gr ürün kaybı ve 400 d/d da ortalama 7960 gr ürün kaybı olduğu görülmüştür.

40 mm bıçak açıklığında çalıştırılan prototip 300 d/d da ortalama 4990 gr ürün kaybı, 350 d/d da ortalama 6670 gr ürün kaybı ve 400 d/d da ortalama 9860 gr ürün kaybı olduğu saptanmıştır (Çizelge 2.). Ürün kayıpları, % 2.55 ile % 9.86 aralığında değişmiştir.

Elma dilim kalınlıklarına ait bu özelliklerin tambur devri ve bıçak açıklığına göre farklılıkları istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuş ve önem düzeyine göre harf gruplandırılması yapılmıştır.

20 mm bıçak açıklığında ve 300 d/d da çalıştırılan prototipin ortalama 4.17 mm dilim kalınlığı, 350 d/d da ortalama 4.70 mm dilim kalınlığı ve 400 d/d da ortalama 5.23 mm dilim kalınlığı elde etmiştir. 30 mm bıçak açıklığında çalıştırılan prototip 300 d/d da ortalama 7.70 mm dilim kalınlığı, 350 d/d da ortalama 8.23 mm dilim kalınlığı ve 400 d/d da ortalama 8.36 mm dilim kalınlığı elde etmiştir. 40 mm bıçak açıklığında çalıştırılan prototip 300 d/d da ortalama 9.27 mm dilim kalınlığı, 350 d/d da ortalama 9.40 mm dilim kalınlığı ve 400 d/d da ortalama 11.10 mm dilim kalınlığı elde etmiştir.

Çizelge 1. Prototip iş verimi (kg/h)

Table 1. Prototype work efficiency (kg/h)

Tambur Devri (d/d) Turnover of the tambour (rpm)	Bıçak Açıklığı (mm) Blade distance (mm)			Ortalama Average
	20mm	30mm	40 mm	
300 d/d 300 rpm	132.0	198.0	247.0	192.3 ^c
350 d/d 350 rpm	157.8	228.0	254.4	213.7 ^b
400 d/d 400 rpm	187.8	264.0	259.8	237.2 ^a
Ortalama Average	159.2 ^c	230.0 ^b	253.7 ^a	

Çizelge 2. Prototip ürün kayıpları (gr)

Table 2. Prototype product losses (gr)

Bıçak Açıklığı Blade distance (mm)	Tambur Devir Hızı (d/d) Turnover of the tambour (rpm)			Ortalama Average
	300 d/d 300 rpm	350 d/d 350 rpm	400 d/d 400 rpm	
20 mm	2550	4730	6545	4608.33 ^b
30 mm	2820	3370	7960	4716.66 ^b
40 mm	4990	6670	9860	7173.33 ^a
Ortalama Average	3453.33 ^c	4923.33 ^b	8121.66 ^a	

Çizelge 3. Ürün dilim kalınlıkları (mm)
Table 3. Product slice thicknesses(mm)

Bıçak Açıklığı (mm) <i>Blade distance (mm)</i>	Tambur Devir Hızı (d/d) <i>Turnover of the tambour (rpm)</i>			Ortalama <i>Average</i>
	300 d/d <i>300 rpm</i>	350 d/d <i>350 rpm</i>	400 d/d <i>400 rpm</i>	
20 mm	4.17	4.70	5.23	4.70 ^c
30 mm	7.70	8.23	8.36	8.09 ^b
40 mm	9.27	9.40	11.10	9.92 ^a
Ortalama <i>Average</i>	7.04 ^c	7.44 ^b	8.25 ^a	

Sonuç

Çalışma sonucunda elde edilen veriler kurutmalık meyve dilimleme ve kalitesini artırma konusunda kullanılan tüm makine ve sistemler için kaynak veri olarak kullanılabilir. Ayrıca farklı meyvelerin dilimleme özelliklerinin belirlenmesi konularındaki ve meyve kurutma mekanizasyonu konularındaki bilimsel çalışmalara ve literatüre de katkı sağlayabilir.

Makine iş verimi denemelerinden çıkan sonuçlara göre düşük devirlerde dilimlenen elmaların bir kısmı dönme hızının yavaş olmasından dolayı ezilerek parçalanmış ve ürün kaybı oluşmuştur. Yüksek devirlerde de aynı durum olmuştur. Makine iş verimini etkileyen en önemli etken tamburun yeterli dolulukta çalıştırılmaması olmuştur. Yeterli dolulukta ürün girişi yapılmadığında elmalar merkezkaç kuvvetinin etkisiyle tamburun sağ ve sol kısımlarına yığılma yapmaktadır. Bu durum tambur balansının bozulmasına sebep olmakta ve makine dilimleme performansını düşürmektedir.

Yapılan denemelerde materyal dilim kalınlıklarının belirlenmesinin ardından elde edilen verilere göre 20 mm bıçak açıklığında çalıştırılan prototip, elma dilimlerini 3 mm'ye kadar inceltmekte ve bu durum ürün kayıplarına sebep olmaktadır. Ancak makine 400 d/d' da çalıştırıldığında elma dilim kalınlıklarının arttığı görülmüştür. 30 mm bıçak açıklığı daha düzenli elma dilim kalınlığı vermiş ve ürün kayıplarının azaldığı belirlenmiştir. 40 mm bıçak açıklığında ise elma dilim kalınlıkları istenen düzeyin

üzerine çıkmış değişik devirlerde ürün kayıplarının arttığı saptanmıştır.

Yapılan tasarım ve modellemede iç ve dış tamburların arasındaki mesafe oldukça küçük tutulmuş ancak tamburun et kalınlığının yeterli gelmemesi ve iç tamburun mile tek taraflı bağlanması sebebi ile tamburda balans sorunu gerçekleşmiş, kullanılan sacın devir artarak döndüğünde esnemesinin önüne geçilememiştir. Bu durum makine iş verimini düşürmüş ürün kayıplarını arttırmıştır.

Farklı devirlerde desibelmetre ile ölçülen gürültü düzeyi orta düzeyde ölçülmüş rahatsız edici seviyelere çıkmamıştır.

Yapılan tasarım sonucunda imalatı yapılan makine farklı devirlerde ve farklı bıçak açıklıklarda denenmiş küçük ve orta ölçekli işletmelerin kullanımı için teknik veriler oluşturulmuştur. Prototip denemelerinden alınan sonuçlara göre iş veriminin artırılması ve ürün kayıplarının düşürülerek elma dilimleme kalınlığının standart hale getirilmesi için;

- Tambur sacının et kalınlığının artırılması,
- Ürün giriş ünitesinin büyütülmesi ve tamburun daha hızlı doldurulmasının sağlanması,
- Tambur çapının küçültülmesi,
- İç ve dış tamburlar arası mesafenin azaltılması,
- Bıçak boyunun arttırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2019 a. <http://www.bilturcatering.com> (Son erişim tarihi:20.04.2019)
- Anonim, 2019b. <http://www.tuik.gov.tr> (Son erişim tarihi: 15.03.2019)
- Cürgül, İ., Sınmazçelik, T., Yetiştiren, H., Zeren, A., 2012. Makine Tasarım ve Şekillendirme Tekniği. BirsenYayınevi, 334
- Kamaldeen, O. S, 2016 Modification of Manually Operated Tomato Slicing Machine. International Journal of Engineering Science and Computing. Volume (6) 1933-1938
- Obeng, G.Y 2004. Development Of a Mechanised Plantain Slicer. Journal of Science and Technology. Volume 24 No 2 126-133.
- Obayopo, S.O., Taiwo, K.A., Owolarafe, O. K., Adio, S.A., 2014. Development of a Plantain Slicing Device. Journal of Food Science and Technology Vol 51(7) 1310-1317.
- Sonawane, S.P., Sharma, G.P., Pandya, A.C 2011. Design and development of power operated banana slicer for small scale food processing industries. Reserch in Agricultural Engineering No:4 Vol 57. 144-152
- Yusuf, A. and Abdullahi, I., 2007. Development of Potato Slicing Machine Continental. J. Engineering Sciences (2) 49-57.